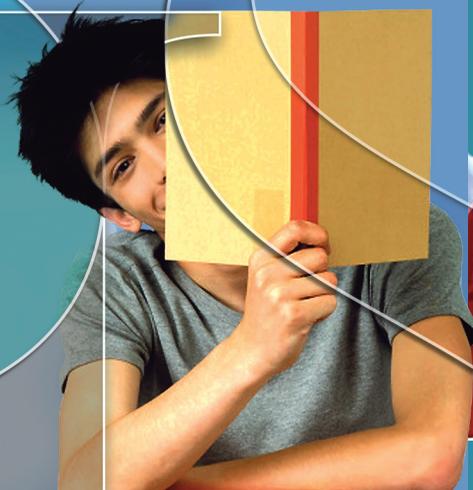


Compétences en sciences, lecture et mathématiques

LE CADRE D'ÉVALUATION
DE PISA 2006



OCDE



ÉDITIONS OCDE

Programme international pour le suivi des acquis des élèves



Programme international pour le suivi des acquis des élèves

Compétences en sciences, lecture et mathématiques :

Le cadre d'évaluation de PISA 2006

OCDE

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

En vertu de l'article 1^{er} de la Convention signée le 14 décembre 1960, à Paris, et entrée en vigueur le 30 septembre 1961, l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) a pour objectif de promouvoir des politiques visant :

- à réaliser la plus forte expansion de l'économie et de l'emploi et une progression du niveau de vie dans les pays membres, tout en maintenant la stabilité financière, et à contribuer ainsi au développement de l'économie mondiale ;
- à contribuer à une saine expansion économique dans les pays membres, ainsi que les pays non membres, en voie de développement économique ;
- à contribuer à l'expansion du commerce mondial sur une base multilatérale et non discriminatoire conformément aux obligations internationales.

Les pays membres originaires de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. Les pays suivants sont ultérieurement devenus membres par adhésion aux dates indiquées ci-après : le Japon (28 avril 1964), la Finlande (28 janvier 1969), l'Australie (7 juin 1971), la Nouvelle-Zélande (29 mai 1973), le Mexique (18 mai 1994), la République tchèque (21 décembre 1995), la Hongrie (7 mai 1996), la Pologne (22 novembre 1996), la Corée (12 décembre 1996) et la République slovaque (14 décembre 2000). La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE (article 13 de la Convention de l'OCDE).

Publié en anglais sous le titre :

Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy

A Framework for PISA 2006

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

© OCDE 2006

Les permissions de reproduction partielle à usage non commercial ou destinée à une formation doivent être adressées au Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France, tél. (33-1) 44 07 47 70, fax (33-1) 46 34 67 19, pour tous les pays à l'exception des États-Unis. Aux États-Unis, l'autorisation doit être obtenue du Copyright Clearance Center, Service Client, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA, ou CCC Online : fax (978) 646 8600, info@copyright.com. Toute autre demande d'autorisation de reproduction ou de traduction totale ou partielle de cette publication doit être adressée aux Éditions de l'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.



Avant-propos

Le Programme international de l'OCDE pour le suivi des acquis des élèves (PISA) qui a été créé en 1997 exprime la volonté des gouvernements des pays membres de l'OCDE d'étudier de façon suivie, à l'intérieur d'un cadre conceptuel faisant l'objet d'un consensus, les résultats des systèmes d'éducation en termes d'acquis des élèves. L'enquête PISA est avant tout le fruit d'un effort concerté qui met en synergie l'expertise scientifique des pays participants et que les gouvernements de ces pays dirigent conjointement en fonction de préoccupations communes touchant l'action des pouvoirs publics. Les pays participants assument la responsabilité politique du projet. Des experts des pays participants coopèrent au sein de groupes de travail chargés de mettre au service des objectifs d'action publique de l'enquête PISA les meilleures compétences techniques disponibles dans le domaine de l'évaluation comparative internationale du rendement scolaire. En collaborant aux travaux de ces groupes d'experts, les pays veillent à ce que les instruments d'évaluation utilisés dans le cadre de l'enquête PISA soient valides sur le plan international, prennent en compte le contexte culturel et éducatif des différents pays de l'OCDE, aient des propriétés psychométriques robustes et mettent l'accent sur l'authenticité et la validité des données sur le plan éducatif.

Le cycle PISA 2006 poursuit la mise en œuvre de la stratégie adoptée en 1997 par les pays de l'OCDE en matière d'exploitation des données et garde les mêmes domaines d'évaluation que ceux définis lors des cycles PISA 2000 et 2003, si ce n'est que le domaine majeur sera cette fois la *culture scientifique*, dont le cadre d'évaluation a été révisé. Le cadre d'évaluation de la *compréhension de l'écrit* reste similaire à celui appliqué lors des cycles de 2000 et de 2003 et celui de la *culture mathématique*, similaire à celui utilisé lors du cycle de 2003. Ces cadres d'évaluation sont respectivement présentés dans les publications *Mesurer les connaissances et compétences des élèves – Un nouveau cadre d'évaluation* (OCDE, 1999) et *Cadre d'évaluation de PISA 2003 – Connaissances et compétences en mathématiques, lecture, science et résolution de problèmes* (OCDE, 2003a).

Comme dans les publications ci-dessus, le présent Cadre d'évaluation de PISA 2006 – Sciences, lecture et mathématiques expose les principes directeurs du cycle d'évaluation PISA 2006 et définit les connaissances que les élèves doivent acquérir, les processus qu'ils doivent appliquer et les contextes dans lesquels leurs savoirs et savoir-faire seront évalués. Il illustre par ailleurs les domaines d'évaluation par des exemples de tâches. C'est le fruit des travaux menés par des panels d'experts sous la direction de Raymond Adams, Ross Turner, Barry McCrae et Juliette Mendelovits de l'Australian Council for Educational Research (ACER). Le groupe d'experts chargé des sciences a été présidé par Rodger Bybee du Biological Science Curriculum Study (États-Unis), celui chargé des mathématiques par Jan de Lange de l'Université d'Utrecht (Pays-Bas) et, enfin, celui chargé de la compréhension de l'écrit par Irwin Kirsch de l'Educational Testing Service (États-Unis) jusqu'en octobre 2005, puis par John de Jong, de Language Testing Services (Pays-Bas). La liste des membres des groupes d'experts figure à la fin de la présente publication. Les cadres conceptuels d'évaluation ont été révisés par des panels d'experts dans chacun des pays participants.

Le présent rapport a été élaboré par le Secrétariat de l'OCDE, en particulier par John Cresswell et Sophie Vayssettes, avec l'assistance d'Elisabeth Villoutreix. Il est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE.



Table des matières

Avant-propos	3
Introduction	7
Vue d'ensemble	7
Caractéristiques fondamentales du cycle PISA 2006	9
Originalité de l'enquête PISA	11
Aperçu des aspects évalués dans chaque domaine.....	13
Mise en œuvre et présentation des résultats du cycle PISA 2006	15
Nature et utilisation des questionnaires contextuels.....	16
Élaboration conjointe de l'enquête PISA et de ses cadres conceptuels d'évaluation	17
 CHAPITRE 1	
La culture scientifique	21
Introduction	22
Définition du domaine.....	24
▪ La culture scientifique	25
Organisation du domaine	28
Situations et contextes des items d'évaluation.....	29
Compétences scientifiques	32
▪ Identifier des questions d'ordre scientifique	33
▪ Expliquer des phénomènes de manière scientifique	34
▪ Utiliser des faits scientifiques.....	34
Connaissances scientifiques	35
▪ Connaissances en sciences	35
▪ Connaissances à propos des sciences	37
Attitudes envers la science	39
Évaluation de la culture scientifique.....	41
▪ Caractéristiques du test	41
▪ Structure de l'évaluation de la culture scientifique	45
▪ Échelles de culture scientifique	46
Synthèse.....	47
 CHAPITRE 2	
Compréhension de l'écrit.....	51
Définition du domaine.....	52
Format de texte.....	53
▪ Textes continus	53
▪ Textes non continus.....	54
Caractéristiques des items	56
▪ Cinq processus (aspects)	56
▪ Types d'items	60
▪ Codage	61
Situations.....	61



Présentation des résultats	63
▪ Établissement des échelles de compréhension de l'écrit	63
▪ Présentation des résultats	63
▪ Élaboration d'une « carte » des items	65
▪ Niveaux de compétence en compréhension de l'écrit	66
Exemples d'items de compréhension de l'écrit	72
Synthèse	77
CHAPITRE 3	
Culture mathématique	81
Définition du domaine	82
Fondements théoriques du cadre d'évaluation de la culture mathématique dans l'enquête PISA ..	84
Organisation du domaine	90
Situations et contextes	92
Contenu mathématique : les quatre idées majeures	94
▪ Espace et formes	95
▪ Variations et relations	98
▪ Quantité	101
▪ Incertitude	105
Processus mathématiques	108
▪ Mathématisation	108
▪ Les compétences	109
Les groupes de compétences	111
▪ Le groupe de reproduction	111
▪ Le groupe de connexion	114
▪ Le groupe de réflexion	116
▪ Classification des items par groupes de compétences	120
Évaluer la culture mathématique	121
▪ Caractéristiques des épreuves	121
▪ Structure de l'évaluation	126
▪ Présentation des résultats en mathématiques	126
▪ Outils et instruments	128
Synthèse	128
Bibliographie	129
Annexe A	133
Annexe B	201



Introduction

VUE D'ENSEMBLE

Le Programme international de l'OCDE pour le suivi des acquis des élèves (PISA) est une initiative concertée des pays membres de l'OCDE et d'un certain nombre de pays partenaires qui vise à déterminer dans quelle mesure les élèves de 15 ans sont préparés à relever les défis que l'avenir leur réserve. L'âge de 15 ans a été retenu car il correspond dans la plupart des pays à l'âge auquel les jeunes approchent de la fin de la scolarité obligatoire et permet ainsi de mesurer les connaissances, les compétences et les attitudes des jeunes après environ dix années d'études. L'approche adoptée par l'enquête PISA est celle d'une évaluation de grande envergure des connaissances, compétences et attitudes reflétant l'évolution récente des programmes de cours, mais dépassant le cadre strictement scolaire pour mesurer la capacité des élèves à utiliser leurs connaissances dans des situations de la vie courante. Les savoir-faire acquis témoignent de la capacité des élèves de continuer à apprendre tout au long de leur vie, d'appliquer ce qu'ils ont appris à l'intérieur et à l'extérieur du cadre scolaire, d'évaluer leurs choix et de prendre des décisions. L'évaluation, qui est dirigée conjointement par les gouvernements des pays participants, concilie les préoccupations politiques des pays et l'expertise scientifique disponible aux niveaux national et international.

L'enquête PISA combine l'évaluation de domaines spécifiques, à savoir la *culture scientifique*, la *culture mathématique* et la *compréhension de l'écrit*, avec des informations sur le milieu familial des élèves, leurs approches à l'égard de l'apprentissage, leurs perceptions de leur environnement d'apprentissage et leur degré de maîtrise de l'informatique. Le cycle PISA 2006 accordera une grande priorité à une évaluation novatrice des attitudes des élèves à l'égard de la science : des questions à ce sujet sont contextualisées dans la partie cognitive des tests. Rapprocher les items sur les attitudes des items cognitifs permet de cibler les questions sur des domaines spécifiques et de se concentrer sur l'intérêt que les élèves portent à la science et à la recherche scientifique. Grâce à cette approche, il sera possible de rapporter les résultats des élèves à des facteurs contextuels.

L'enquête PISA repose sur : *i)* l'application de mécanismes stricts d'assurance qualité dans le domaine de la traduction, de l'échantillonnage et de l'administration des tests ; *ii)* l'adoption d'une approche permettant d'obtenir des instruments d'évaluation de grande envergure linguistique et culturelle, grâce surtout à la participation des pays au processus de développement et de mise au point des instruments et *iii)* le recours à des méthodes de pointe en matière d'analyse des données. Ensemble, ces atouts permettent de créer des instruments de grande qualité et, donc, de produire des résultats d'une validité et d'une fiabilité de haut niveau qui aident à mieux comprendre les systèmes d'éducation et les connaissances, compétences et attitudes des élèves.

L'enquête PISA s'appuie sur un modèle dynamique d'apprentissage selon lequel les individus acquièrent de manière continue, pendant toute leur vie, les nouveaux savoirs et savoir-faire indispensables pour s'adapter à l'évolution du monde. Elle se concentre sur ce dont les élèves de 15 ans auront besoin dans leur vie future et cherche à déterminer ce qu'ils pourront faire grâce à ce qu'ils auront appris. Elle tient compte – sans toutefois s'y cantonner – du dénominateur commun des programmes scolaires nationaux. En fait, elle mesure non seulement les connaissances des élèves, mais aussi leur capacité à réfléchir et à appliquer leurs connaissances et leur expérience



Encadré A ■ L'enquête PISA

Objet

- Il s'agit d'une évaluation normalisée à l'échelon international, dont les instruments sont élaborés conjointement par les pays participants et sont administrés à des élèves de 15 ans scolarisés dans le cadre institutionnel.
- L'enquête a été mise en œuvre dans 43 pays lors du premier cycle (32 en 2000 et 11 en 2002) et dans 41 pays lors du deuxième cycle (2003). Le troisième cycle d'évaluation (2006) se déroulera dans 56 pays.
- En règle générale, entre 4 500 et 10 000 élèves sont testés dans chaque pays.

Domaines d'évaluation

- Le cycle PISA 2006 couvre les domaines de la *compréhension de l'écrit*, de la *culture scientifique* et de la *culture mathématique* et s'intéresse non seulement aux savoirs scolaires, mais aussi aux connaissances et compétences nécessaires dans la vie adulte.
- Dans chaque domaine d'évaluation, l'accent est mis sur la maîtrise des processus, la compréhension des concepts et la capacité d'utiliser ces compétences dans diverses situations.

Méthodes

- Les épreuves se présentent sous la forme de tests papier-crayon d'une durée de deux heures par élève.
- La batterie de tests comprend à la fois des items à choix multiple et des questions qui demandent aux élèves de construire leur propre réponse. Les épreuves sont constituées de groupes d'items portant sur la description de situations de la vie réelle.
- La batterie de tests représente au total 390 minutes de test environ, mais les élèves ne doivent répondre qu'à une partie des épreuves.
- Les élèves consacrent 30 minutes à remplir un questionnaire contextuel constitué de questions personnelles et de questions sur leur famille. Les chefs d'établissement doivent également consacrer 20 minutes à répondre à un questionnaire sur leur établissement.

Cycles d'évaluation

- Les évaluations ont lieu tous les trois ans. Le programme stratégique des cycles s'étend jusqu'en 2015.
- Chaque cycle d'évaluation porte sur l'étude approfondie d'un domaine « majeur » auquel sont consacrés deux tiers du temps de test ; les autres domaines font l'objet d'une analyse plus succincte qui permet d'établir le profil général des compétences. La *compréhension de l'écrit* a été déclarée domaine majeur d'évaluation lors du cycle de 2000, la *culture mathématique*, celui du cycle de 2003 et, enfin, la *culture scientifique*, celui du cycle de 2006.



Résultats

- Un profil général des connaissances et des compétences des élèves de 15 ans.
- Des indicateurs contextuels établissant des liens entre les résultats et les caractéristiques des élèves et des établissements. Lors du cycle PISA 2006, l'accent sera mis sur les attitudes des élèves à l'égard de la science.
- Des séries temporelles reflétant l'évolution des résultats au fil du temps.
- Une base de connaissances d'une grande richesse, qui alimenteront les recherches et éclaireront l'analyse de l'action publique.

dans des situations tirées du monde réel. Ainsi, pour comprendre et évaluer des recommandations d'ordre scientifique sur la sécurité des aliments, les adultes doivent non seulement avoir acquis certaines notions de base sur la composition des aliments, mais aussi être capables de les exploiter à bon escient. Le terme « littératie » fait référence à cette notion plus large des connaissances et des compétences.

L'enquête PISA est conçue pour recueillir des informations de manière cyclique, tous les trois ans. Elle rend compte des résultats en *compréhension de l'écrit*, en *culture mathématique* et en *culture scientifique* à l'échelle des élèves, des établissements d'enseignement et des pays. Elle fournit des informations sur les facteurs scolaires et familiaux qui affectent le développement des compétences des élèves, analyse les interactions entre ces facteurs et tente de mettre en lumière leurs implications pour l'élaboration des politiques.

Cette publication présente les cadres conceptuels qui constituent la base des évaluations du cycle PISA 2006, à savoir une version revue du cadre d'évaluation de la *culture scientifique*, qui a été étoffé et qui comprend un nouveau volet sur les attitudes des élèves à l'égard de la science, ainsi que les cadres d'évaluation de la *compréhension de l'écrit* et de la *culture mathématique*. Les cadres conceptuels de chaque domaine définissent les contenus dont la maîtrise est attendue, les processus que les élèves doivent pouvoir mettre en œuvre et les contextes dans lesquels leurs savoirs et savoir-faire devront être appliqués. Enfin, ils proposent des exemples d'items pour illustrer les domaines et leurs divers aspects.

CARACTÉRISTIQUES FONDAMENTALES DU CYCLE PISA 2006

Le cycle PISA 2006 est le troisième de la stratégie de collecte et d'exploitation des données définie par les pays participants en 1997. Les cadres conceptuels à la base des deux premiers cycles de l'enquête sont décrits dans les publications *Mesurer les connaissances et compétences des élèves – Un nouveau cadre d'évaluation* (OCDE, 1999) et *Cadre d'évaluation de PISA 2003 – Connaissances et compétences en mathématiques, lecture, science et résolution de problèmes* (OCDE, 2003a). Les résultats des deux premiers cycles ont été rendus publics dans les rapports *Connaissances et compétences : des atouts pour la vie – Premiers résultats de PISA 2000* (OCDE, 2001) et *Apprendre aujourd'hui, réussir demain – Premiers résultats de PISA 2003* (OCDE, 2004). Ils sont également disponibles sur le site du PISA : www.pisa.oecd.org. Ces rapports permettent aux décideurs nationaux de comparer la performance de leur système d'éducation avec celle des systèmes des autres pays. Le cycle PISA 2006 couvrira les



domaines de la *compréhension de l'écrit*, de la *culture mathématique* et de la *culture scientifique* comme lors des cycles précédents, mais son domaine majeur sera la *culture scientifique*. Les élèves doivent également répondre à un questionnaire contextuel et des informations complémentaires seront recueillies auprès des chefs d'établissement. Le cycle PISA 2006 est mis en œuvre dans 56 pays et régions, dont les 30 pays membres de l'OCDE, ce qui représente quelque 90 % de l'économie mondiale.

Conformément à l'objectif de l'enquête PISA, qui est d'évaluer le rendement cumulé des systèmes d'éducation à un âge auquel la scolarité est encore obligatoire, les épreuves s'adressent aux élèves de 15 ans inscrits à la fois dans les filières d'enseignement général et professionnel. En principe, les tests seront administrés dans chaque pays à un échantillon de 5 000 à 10 000 élèves prélevé dans au moins 150 établissements différents. Il s'agit là d'une bonne base d'échantillonnage, qui autorise la ventilation des résultats en fonction de diverses caractéristiques d'élèves.

L'objectif premier de l'enquête PISA est de déterminer dans quelle mesure les élèves possèdent le large bagage de savoirs et de savoir-faire en lecture, en mathématiques et en sciences dont ils auront besoin dans leur vie adulte. L'évaluation de compétences transversales fait également partie intégrante du cycle PISA 2006. Les principales raisons qui ont dicté l'adoption de cette approche de grande envergure sont les suivantes :

- Bien que l'acquisition de connaissances spécifiques soit une composante essentielle de l'apprentissage scolaire, il est crucial que les individus maîtrisent des notions et développent des aptitudes plus générales pour pouvoir appliquer ces connaissances dans leur vie d'adulte. En sciences, posséder des connaissances particulières, savoir des noms de plantes et d'animaux par exemple, présente moins d'intérêt que d'avoir assimilé des notions fondamentales comme la consommation d'énergie, la biodiversité et la santé humaine, lorsqu'il s'agit de se pencher sur des thèmes scientifiques qui suscitent des débats de société. En lecture, il est essentiel de pouvoir interpréter des documents écrits et réfléchir sur le contenu et la qualité de textes. En mathématiques, être capable de raisonner en termes quantitatifs et de concevoir des relations de dépendance ou des correspondances est plus important que de savoir répondre aux questions figurant habituellement dans les manuels d'exercices, lorsqu'il s'agit de faire preuve de compétences mathématiques dans la vie courante.
- Dans un contexte international, privilégier le contenu des programmes d'enseignement aurait pour effet de concentrer toute l'attention sur les éléments de ces programmes qui sont communs à la totalité ou à la quasi-totalité des pays. Il faudrait donc multiplier les compromis, ce qui déboucherait sur une évaluation trop restrictive pour être utile aux gouvernements désireux de prendre connaissance des points forts et des innovations de systèmes d'éducation d'autres pays.
- Enfin, il existe un certain nombre de compétences générales qu'il est essentiel de développer chez les élèves : ils doivent pouvoir communiquer, s'adapter, faire preuve de souplesse, résoudre les problèmes et utiliser les technologies de l'information. Ces compétences s'acquièrent dans les diverses matières enseignées et leur évaluation nécessite l'adoption d'une perspective transversale.

L'enquête PISA n'est pas une évaluation internationale ponctuelle des compétences des élèves de 15 ans en lecture, en mathématiques et en sciences. Il s'agit d'un programme continu d'évaluation conçu pour constituer à long terme une base de données permettant de suivre l'évolution des acquis des élèves dans l'ensemble et par sous-groupe démographique dans chaque pays. Lors de chaque cycle, l'un des domaines fait l'objet d'une évaluation approfondie, à laquelle sont consacrés environ deux tiers du temps de passation disponible. La *compréhension de l'écrit* a été déclarée domaine majeur



d'évaluation du cycle de 2000, la *culture mathématique*, celui du cycle de 2003 et la *culture scientifique*, celui du cycle de 2006. Cette approche cyclique permet de réaliser une analyse approfondie des acquis tous les neuf ans et de constituer des séries temporelles tous les trois ans dans chacun des domaines.

Comme lors des cycles précédents, la durée totale de passation du cycle PISA 2006 est fixée à deux heures par élève, mais la collecte de données se fonde sur une batterie de tests correspondant à quelque 390 minutes de test, dont les items sont répartis en 13 carnets de test avec ancrage. Chaque carnet de test est administré à un nombre suffisant d'élèves pour obtenir des estimations fiables des niveaux de performance atteints pour l'ensemble des items par les élèves de chaque pays et par des sous-groupes spécifiques d'élèves au sein d'un même pays (par exemple, les élèves de sexe masculin et féminin ou ceux issus de milieux sociaux et économiques différents). Les élèves passeront également 30 minutes à répondre au questionnaire contextuel.

L'enquête PISA est conçue pour générer trois grands types d'indicateurs :

- Des indicateurs de base qui cernent le profil général des connaissances et des compétences des élèves.
- Des indicateurs contextuels qui montrent en quoi ces compétences sont liées à d'importantes variables démographiques, sociales, économiques et éducatives.
- Des indicateurs de série temporelle que la nature cyclique des collectes de données permet de produire pour montrer l'évolution des niveaux des compétences et de leur distribution ainsi que l'évolution des rapports entre ces résultats et les variables décrivant la situation des élèves et des établissements d'enseignement.

Bien que les indicateurs constituent un bon moyen d'attirer l'attention sur des problématiques importantes, ils ne permettent généralement pas d'apporter de réponse aux questions qui se posent aux pouvoirs publics. C'est pourquoi l'enquête PISA a également mis au point un schéma d'analyse des problématiques relatives à la politique de l'éducation afin d'aller au-delà de la simple présentation des indicateurs.

ORIGINALITÉ DE L'ENQUÊTE PISA

L'enquête PISA n'est pas la première évaluation internationale comparative des acquis des élèves. D'autres études ont été menées au cours des 40 dernières années, essentiellement par l'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire (IEA) et par l'Education Testing Service (ETS) dans le cadre de l'International Assessment of Educational Progress (IAEP).

Ces enquêtes se sont concentrées sur des compétences directement liées aux programmes d'enseignement et n'ont porté que sur les parties des programmes de cours qui sont en principe communes à tous les pays participants. Les aspects des programmes qui sont spécifiques à un pays ou à un petit groupe de pays n'ont en général pas été pris en compte dans les évaluations.

L'enquête PISA a adopté une approche inédite à plusieurs égards :

- *Son origine* : ce sont les gouvernements qui ont pris l'initiative de mettre en œuvre une enquête axée sur leurs préoccupations concernant la politique de l'éducation.



- *Sa périodicité* : la décision de traiter plusieurs matières et de procéder à des mises à jour tous les trois ans permet aux pays de suivre d'une manière régulière et programmée les progrès sur la voie de la réalisation d'objectifs clés en matière d'apprentissage.
- *Le groupe d'âge considéré* : tester les jeunes gens en fin de scolarité obligatoire permet d'évaluer de manière probante la performance des systèmes d'éducation. La plupart des jeunes des pays de l'OCDE poursuivent leurs études au-delà de l'âge de 15 ans, mais cet âge est normalement proche de la fin de la scolarité de base dans le cadre de laquelle tous les élèves suivent un programme d'enseignement pratiquement commun. Il est important de déterminer dans quelle mesure ils ont acquis à ce stade les savoirs et les savoir-faire qui leur serviront à l'avenir, notamment pendant leur parcours personnel d'apprentissage.
- *Les connaissances et les compétences évaluées* : celles-ci ne sont pas choisies avant tout parce qu'elles font partie du dénominateur commun des programmes scolaires nationaux, mais parce qu'elles sont jugées essentielles pour la vie future. Il s'agit là de la caractéristique distinctive la plus importante de l'enquête PISA. Traditionnellement, les programmes scolaires sont surtout conçus en tant qu'ensembles d'informations et de techniques à maîtriser et accordent moins d'importance, dans le cadre de chaque matière, aux compétences qui, dans le cas de chacune des matières, devraient être développées dans la perspective générale d'une application dans la vie adulte. Ils privilégient encore moins les compétences d'ordre plus général – qui devraient être acquises de manière transversale dans l'ensemble du programme de cours – qui permettent à l'individu de résoudre des problèmes et d'appliquer son raisonnement et ses concepts aux situations qu'il rencontre dans la vie. L'enquête PISA ne néglige pas l'évaluation des savoirs et des savoir-faire liés au programme de cours, mais l'inscrit dans la perspective de l'acquisition de savoirs et de savoir-faire à caractère général permettant d'exploiter ces connaissances. Par ailleurs, elle ne se confine pas aux limites imposées par le dénominateur commun de ce qui est spécifiquement enseigné dans les établissements des pays participants.

L'accent mis sur l'évaluation d'une maîtrise fonctionnelle et de concepts d'une grande portée prend tout son sens en référence à la volonté exprimée par les nations de développer le capital humain, que l'OCDE définit comme suit :

Les connaissances, les savoir-faire, les compétences et les autres caractéristiques des individus qui sont pertinentes pour le bien-être personnel, social et économique.

Pendant longtemps, le niveau de capital humain a été estimé, dans le meilleur des cas, sur la base d'indicateurs indirects comme le niveau de formation. Lorsque l'intérêt porté au capital humain s'étend aux qualités qui permettent aux adultes de participer pleinement à la vie sociale et démocratique et qui les aident à devenir des « apprenants tout au long de la vie », l'inadéquation de ces indicateurs apparaît de manière plus évidente encore.

Comme elle évalue directement les connaissances et les compétences acquises à l'approche de la fin de la scolarité obligatoire, l'enquête PISA étudie l'état de préparation des jeunes gens à la vie adulte et, dans une certaine mesure, l'efficacité des systèmes d'éducation. Son ambition est d'évaluer le niveau de formation des élèves par rapport aux objectifs fondamentaux des systèmes d'éducation (tels qu'ils sont définis par la société), et non par référence au corps de connaissances désignées comme objet d'enseignement et d'apprentissage. Cette manière de considérer les résultats de l'éducation est indispensable pour inciter les établissements d'enseignement et les systèmes d'éducation à se concentrer sur les défis posés par les sociétés contemporaines.



APERÇU DES ASPECTS ÉVALUÉS DANS CHAQUE DOMAINE

L'encadré B définit les trois domaines évalués lors du cycle PISA 2006. Ces définitions mettent toutes l'accent sur les savoirs et savoir-faire fonctionnels qui permettent à l'individu de participer activement à la vie de la société. Il ne suffit pas, pour cela, que l'individu soit simplement capable d'exécuter des tâches imposées de l'extérieur, par un employeur par exemple. Il doit aussi avoir le bagage nécessaire pour prendre part aux processus de prise de décision. Les épreuves plus complexes de l'enquête PISA demandent aux élèves de réfléchir et d'évaluer le matériel présenté, et pas simplement de répondre à des questions pour lesquelles il n'existe qu'une seule réponse « correcte ».

Encadré B ■ Définition des domaines d'évaluation

Culture scientifique : les connaissances scientifiques de l'individu et sa capacité d'utiliser ces connaissances pour identifier les questions auxquelles la science peut apporter une réponse, pour acquérir de nouvelles connaissances, pour expliquer des phénomènes scientifiques et pour tirer des conclusions fondées sur des faits à propos de questions à caractère scientifique, la compréhension des éléments caractéristiques de la science en tant que forme de recherche et de connaissance humaines, la conscience du rôle de la science et de la technologie dans la constitution de notre environnement matériel, intellectuel et culturel et, enfin, la volonté de s'engager en qualité de citoyen réfléchi à propos de problèmes à caractère scientifique et touchant à des notions relatives à la science.

Compréhension de l'écrit : comprendre l'écrit, c'est non seulement comprendre et utiliser des textes écrits, mais aussi réfléchir à leur propos. Cette capacité devrait permettre à chacun de réaliser ses objectifs, de développer ses connaissances et son potentiel et de prendre une part active dans la société.

Culture mathématique : l'aptitude d'un individu à identifier et à comprendre les divers rôles joués par les mathématiques dans le monde, à porter des jugements fondés à leur propos et à s'engager dans des activités mathématiques, en fonction des exigences de sa vie en tant que citoyen constructif, impliqué et réfléchi.

La *culture scientifique* (décrite en détail au chapitre 1) a trait à la capacité d'utiliser des connaissances et des processus scientifiques non seulement pour comprendre le monde naturel, mais aussi pour participer à des prises de décisions le concernant. L'évaluation de la *culture scientifique* s'articule autour des aspects suivants :

- *Les connaissances ou concepts scientifiques*, qui aident à comprendre les liens entre divers phénomènes scientifiques. Les concepts retenus dans l'enquête PISA sont des concepts bien connus, relevant de la physique, de la chimie, de la biologie, des sciences de la Terre et des sciences de l'univers, mais les items portent sur leur application à un contenu donné et pas sur leur simple restitution.
- *Les processus scientifiques*, qui sont axés sur la capacité de recueillir des faits, de les interpréter et d'agir en conséquence. Les trois processus retenus dans l'enquête PISA consistent à i) décrire, expliquer et prévoir des phénomènes scientifiques ; ii) comprendre la démarche utilisée dans les recherches scientifiques ; iii) interpréter des résultats scientifiques et les conclusions qui en sont tirées.



- *Les situations ou contextes scientifiques* dans lesquels les connaissances et les processus scientifiques sont appliqués. Le cadre conceptuel identifie trois champs d'application principaux : les sciences liées à la vie et à la santé, les sciences liées à la Terre et à l'environnement et les sciences liées à la technologie.

La *compréhension de l'écrit* (décrite en détail au chapitre 2) a trait à la capacité des élèves à comprendre l'écrit, à l'utiliser et à réfléchir à son propos pour réaliser leurs objectifs. Cette conception des compétences en lecture a été à la base d'enquêtes antérieures, comme l'Enquête internationale sur la littératie des adultes (EILA), mais a été développée dans le cadre de l'enquête PISA, qui y a introduit un élément « actif » : il faut non seulement être capable de comprendre le texte qu'on lit, mais aussi d'y réfléchir en se fondant sur ses propres idées et expériences. L'évaluation de la *compréhension de l'écrit* s'articule autour des aspects suivants :

- *Le format de texte* : les évaluations des compétences en lecture sont souvent axées sur des textes continus en prose organisés sous forme de phrases et de paragraphes. L'enquête PISA y ajoute des textes non continus qui présentent l'information sous d'autres formes : dans des listes, des formulaires, des graphiques ou des schémas. Elle établit également une distinction entre différents types de textes continus (par exemple, entre textes narratifs, informatifs ou argumentatifs). On part en effet du principe que les individus rencontreront un vaste éventail d'écrits (dossiers de candidature, formulaires administratifs, publicités, etc.) au cours de leur vie adulte et qu'il ne suffit pas de pouvoir lire les quelques types de texte généralement proposés à l'école.
- *Les processus de la compréhension de l'écrit (aspects)* : les épreuves ne sont pas conçues pour évaluer les compétences les plus rudimentaires en lecture, dans la mesure où la plupart des élèves de 15 ans les ont acquises. On demande plutôt aux élèves de montrer qu'ils sont capables de localiser des informations, de comprendre globalement un texte, de l'interpréter et de réfléchir à son contenu et à sa forme.
- *La situation* : elle dépend de l'usage pour lequel le texte a été rédigé. Ainsi, les romans, les lettres personnelles ou les biographies sont rédigés en vue d'une lecture à usage « privé » ; les documents ou les avis officiels sont destinés à un usage « public » ; les manuels d'entretien ou les rapports sont destinés à une lecture à des fins « professionnelles » et les manuels scolaires ou les fiches d'exercices sont destinés à une utilisation « scolaire ». Comme certains groupes d'élèves peuvent obtenir de meilleurs résultats dans une situation de lecture plutôt que dans une autre, il est souhaitable de prévoir des items couvrant ces divers types de situations.

La *culture mathématique* (décrite en détail au chapitre 3) a trait aux capacités des élèves à analyser, à raisonner et à communiquer efficacement des idées lorsqu'ils posent, formulent et résolvent des problèmes mathématiques relevant d'un vaste éventail de situations et qu'ils en interprètent les solutions. L'évaluation de la *culture mathématique* s'articule autour des aspects suivants :

- *Le contenu mathématique*, qui est défini avant tout sur la base de quatre concepts majeurs : la quantité, l'espace et les formes, les variations et les relations, et l'incertitude, et – de manière secondaire seulement – en fonction des matières scolaires (telles que l'arithmétique, l'algèbre, la géométrie ou les probabilités).
- *Les processus mathématiques*, qui sont définis comme des compétences générales en mathématiques, notamment la capacité d'utiliser le langage mathématique, de procéder à des modélisations ou encore de résoudre des problèmes. Ces compétences ne sont cependant pas évaluées par des items



distincts, dans la mesure où l'on estime que toute tâche mathématique mobilise généralement plusieurs compétences différentes. Les items sont organisés en fonction de « groupes de compétence », qui définissent le type de compétences requises.

- *La situation* dans laquelle s'inscrit le problème mathématique, catégorisée en fonction de la distance entre le problème et les élèves. Le cadre conceptuel du PISA identifie cinq types de situations : situations personnelles, scolaires, professionnelles, publiques et scientifiques.

MISE EN ŒUVRE ET PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DU CYCLE PISA 2006

Pour des raisons pratiques, les épreuves du cycle PISA 2006 seront des tests papier-crayon, comme lors des cycles précédents. Les épreuves sont constituées de divers types de questions. Certaines d'entre elles (les items à choix multiple ou à réponse construite fermée) demandent aux élèves de choisir ou de produire des réponses simples qui peuvent être comparées directement à l'unique réponse correcte. La réponse à ces questions, qui servent généralement à évaluer des compétences de niveau relativement bas, est soit correcte, soit incorrecte. D'autres questions sont plus ouvertes et demandent aux élèves de construire leur propre réponse. Elles servent généralement à mesurer des dimensions plus générales que celles cernées par les enquêtes de rendement de type classique. L'éventail de réponses acceptables est plus large pour ces questions, qui nécessitent des grilles de correction plus complexes, prévoyant dans certains cas l'attribution d'un crédit partiel pour des réponses en partie correctes.

Les élèves ne doivent pas répondre à tous les items de l'évaluation. Les unités de test du cycle PISA 2006 sont réparties en 13 groupes d'une durée de passation de 30 minutes chacun. Les groupes sont au nombre de deux en lecture, de quatre en mathématiques et de sept en sciences. Ces groupes d'unités sont répartis dans 13 carnets de test selon un modèle de rotation, à raison de quatre groupes par carnet. Chaque carnet contient quatre groupes d'unités, dont un au moins en sciences. Les élèves se voient attribuer l'un des 13 carnets de test, dont la durée de passation est de deux heures.

L'évaluation PISA se fait au moyen d'unités constituées d'un stimulus (par exemple, un texte, un tableau, un graphique, un schéma, etc.) suivi d'une série de tâches portant sur ce stimulus. Il s'agit là d'une caractéristique importante des épreuves, car elle permet d'aller plus loin dans les questions posées que si chaque question portait sur un contexte entièrement nouveau. Cela donne à l'élève le temps de se familiariser avec le matériel présenté, qui peut alors être utilisé pour évaluer de multiples aspects de sa compétence.

Lors des cycles précédents, les résultats obtenus par les élèves dans les trois domaines d'évaluation PISA ont été rapportés sur des échelles de compétence dont la moyenne a été fixée à 500 points et l'écart type, à 100 points ; ce qui signifie que deux tiers des élèves des pays de l'OCDE ont obtenu un score compris entre 400 et 600 points. Les scores correspondent à des degrés donnés de compétence dans les domaines évalués. L'échelle composite de *compréhension de l'écrit*, le domaine majeur d'évaluation du cycle PISA 2000, a été divisée en cinq niveaux de compétence. Le principal avantage de cette approche est qu'elle permet de décrire ce que les élèves sont capables de faire en associant tâches et degrés de difficulté. Les résultats obtenus en *compréhension de l'écrit* ont également été rapportés sur trois sous-échelles distinctes : localisation d'informations, interprétation de textes et réflexion et évaluation. Enfin, des échelles de *culture mathématique* et de *culture scientifique* ont été mises au point, mais elles n'ont pas été divisées en niveaux de compétence en raison du volume plus limité de données recueillies lors de l'évaluation de ces domaines mineurs. Le même principe a été



appliqué lors du cycle PISA 2003 : six niveaux ont été définis pour l'échelle de *culture mathématique*, comme cela a été fait pour la *compréhension de l'écrit* dans le cycle précédent. Quatre sous-échelles distinctes ont été créées : quantité, espace et formes, variations et relations, et incertitude. Lors du cycle PISA 2006, les résultats de *culture scientifique* seront présentés selon la même approche et rapportés sur plusieurs sous-échelles. Le cycle PISA 2003 a été le premier à permettre la création d'indicateurs de série temporelle en *compréhension de l'écrit*, en *culture mathématique* et en *culture scientifique*. Les résultats du cycle 2006 viendront s'y ajouter pour enrichir les analyses.

NATURE ET UTILISATION DES QUESTIONNAIRES CONTEXTUELS

L'enquête PISA demande aux élèves et aux chefs d'établissement de répondre à des questionnaires contextuels d'une durée d'environ 30 minutes. Ces questionnaires jouent un rôle central dans l'analyse des résultats, car ils permettent de mettre les compétences des élèves en relation avec une série de caractéristiques des élèves eux-mêmes et des établissements qu'ils fréquentent. Les questionnaires des enquêtes PISA 2000 et 2003 sont disponibles sur le site : www.pisa.oecd.org.

Les questionnaires sont destinés à recueillir des informations sur :

- Les élèves et leur milieu familial, notamment le capital économique, social et culturel des élèves et de leur famille.
- Divers aspects de la vie des élèves, notamment leurs attitudes à l'égard de l'apprentissage, leurs habitudes et leur mode de vie à l'école et à la maison.
- Les établissements scolaires, notamment la qualité des ressources humaines et matérielles, le mode (public ou privé) de gestion et de financement, les processus de prise de décision et les pratiques d'affectation du personnel.
- Le contexte éducatif, notamment les structures institutionnelles, les types de programmes, la taille des classes et le degré d'implication des parents.
- Les stratégies d'apprentissage auto-régulé des élèves, leur type de motivation, leurs objectifs, les mécanismes cognitifs liés à leur image de soi, leurs stratégies de contrôle, leurs préférences en matière de situations d'apprentissage, leurs styles d'apprentissage et les aptitudes sociales impliquées dans l'apprentissage coopératif ou compétitif.
- Divers aspects relatifs à l'enseignement et à l'apprentissage des sciences, notamment la motivation des élèves, leur engagement et leur confiance en soi, et à l'impact des stratégies d'apprentissage sur le rendement de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences.

Par ailleurs, deux questionnaires complémentaires sont proposés à titre d'options internationales :

- Un questionnaire sur la maîtrise de l'informatique, destiné à recueillir des informations sur i) l'accès des élèves aux technologies de l'information et de la communication (TIC), et l'usage qu'ils en font, notamment l'endroit où les TIC sont le plus souvent utilisées et les raisons de leur utilisation ; ii) leur confiance en soi et leurs attitudes à l'égard de l'informatique, notamment la perception qu'ils ont de leurs compétences dans ce domaine ; et iii) le contexte d'apprentissage des TIC, notamment la manière dont les élèves ont appris à utiliser un ordinateur et à se servir d'Internet. L'OCDE a publié les informations recueillies au travers de ce questionnaire lors du cycle de 2003 dans le rapport *Are Students Ready for a Technology-Rich World? What PISA Studies Tell Us* (OCDE, 2005).



- Un questionnaire parent, destiné à recueillir diverses informations auprès des parents d'élèves, notamment les activités scientifiques de leur enfant, la façon dont ils jugent l'établissement où leur enfant est scolarisé, leur avis sur la place de la science dans la carrière professionnelle que leur enfant envisage, sur la demande de savoirs et de savoir-faire scientifiques sur le marché du travail et sur la science et l'environnement, les coûts des services d'éducation et leur profession et niveau de formation.

Les informations contextuelles recueillies au moyen des questionnaires « Élève » et « Établissement » ainsi que par les questionnaires facultatifs sur la maîtrise de l'informatique et sur la situation et l'avis des parents ne représentent qu'une partie des données dont dispose l'enquête PISA. Des indicateurs décrivant la structure générale des divers systèmes d'éducation et leur contexte démographique et économique (par exemple, les coûts, les effectifs d'élèves, les caractéristiques des établissements et des enseignants et des informations sur un certain nombre de pratiques pédagogiques) ainsi que leur impact sur le marché du travail sont régulièrement mis à jour par l'OCDE.

ÉLABORATION CONJOINTE DE L'ENQUÊTE PISA ET DE SES CADRES CONCEPTUELS D'ÉVALUATION

L'enquête PISA est le fruit des efforts concertés des gouvernements des pays membres de l'OCDE, consentis dans le but de mettre sur pied un outil d'évaluation innovant et fournissant de manière régulière des informations sur les acquis des élèves. Les évaluations sont élaborées et approuvées conjointement par les pays participants, puis mises en œuvre par des organisations nationales. La participation constructive des élèves, des enseignants et des chefs d'établissement impliqués dans l'opération a été déterminante pour la réussite de toutes les phases de l'élaboration et de la mise en œuvre du projet.

Le Conseil directeur du PISA, au sein duquel siègent des délégués représentant les autorités de l'éducation de chaque pays, définit les priorités d'action de l'enquête PISA dans le cadre des objectifs de l'OCDE et veille au respect de ces priorités au cours de la mise en œuvre de l'enquête. Il est chargé de déterminer les priorités concernant l'élaboration des indicateurs, la mise au point des instruments d'évaluation et la présentation des résultats. Des experts des pays participants siègent aussi dans les divers groupes de travail chargés de mettre au service des objectifs de l'enquête PISA les meilleures compétences techniques disponibles à l'échelon international dans les différents domaines évalués. En contribuant aux travaux de ces groupes d'experts, les pays veillent à ce que les instruments utilisés soient valides sur le plan international et prennent en compte les contextes culturels et éducatifs des pays membres de l'OCDE, à ce que le matériel d'évaluation se fonde sur des méthodes de mesure rigoureuses et à ce que les instruments d'évaluation mettent l'accent sur l'authenticité et la validité éducative.

Les pays participants mettent en œuvre l'enquête PISA à l'échelon national par l'intermédiaire des directeurs nationaux de projet, dans le respect des procédures d'exécution convenues. Les directeurs nationaux de projet jouent un rôle de premier plan pour garantir le bon déroulement du projet et pour contrôler et évaluer les résultats, les analyses, les rapports et les publications.

Les enquêtes sont conçues et réalisées sous la responsabilité d'un consortium international dirigé par l'Australian Council for Educational Research (ACER) dans le respect du cadre fixé par le Conseil



directeur du PISA. Sont également membres de ce consortium l'Institut national pour l'évaluation de l'enseignement (CITO) aux Pays-Bas, WESTAT et l'Educational Testing Service (ETS) aux États-Unis et l'Institut national de recherche sur la politique de l'éducation (NIER) au Japon.

Le Secrétariat de l'OCDE est responsable de la gestion globale de l'enquête. Il en suit la mise en œuvre au jour le jour, assure le secrétariat du Conseil directeur du PISA, facilite la recherche de consensus entre les pays participants et sert d'interlocuteur entre le Conseil directeur du PISA et le consortium international chargé de la mise en œuvre des activités. C'est également au Secrétariat de l'OCDE qu'il incombe de produire les indicateurs et les analyses et de préparer les publications et les rapports internationaux en collaboration avec le consortium chargé du projet PISA et en concertation avec les pays de l'OCDE, tant au niveau des orientations politiques (par l'entremise du Conseil directeur PISA) qu'au niveau de la réalisation (par l'intermédiaire des directeurs nationaux de projet).

Depuis la création de l'enquête PISA en 1997, des efforts soutenus sont consentis pour élaborer les cadres conceptuels d'évaluation. Le processus d'élaboration a comporté les étapes suivantes :

- Mise au point des définitions opérationnelles des domaines visés et formulation des hypothèses qui sous-tendent cette définition
- Décisions concernant la structure des tâches à proposer aux élèves afin de pouvoir présenter aux décideurs et aux chercheurs des résultats aussi valides que possible sur les niveaux de compétence dans chaque domaine ; identification des caractéristiques clés à prendre en considération pour construire des épreuves destinées à un usage international
- Opérationnalisation des caractéristiques clés à appliquer lors de l'élaboration des épreuves, sur la base des définitions fournies par la littérature scientifique et l'expérience acquise lors d'autres évaluations à grande échelle
- Validation de ces variables et examen de la contribution que chacune d'entre elles apporte à la description de la difficulté des tâches dans les divers pays participants
- Préparation d'un schéma d'interprétation des résultats

Élaborer et valider un cadre conceptuel dans chacun des domaines d'évaluation a principalement pour objectif d'améliorer la qualité des mesures, mais cette approche présente également d'autres avantages potentiels :

- Le cadre conceptuel propose une structure et un langage communs pour débattre de la finalité et de l'objet de l'évaluation. Ces débats facilitent l'établissement d'un consensus à propos du cadre conceptuel et des objectifs de l'évaluation.
- L'analyse des types de savoirs et savoir-faire associés à de bons résultats sert de base à la définition de normes ou de niveaux de compétence. Mieux comprendre ce qu'on mesure et progresser dans l'aptitude à interpréter la signification des scores d'une échelle donne à tous les participants l'occasion d'établir une base empirique commune qui permet de communiquer un ensemble plus riche d'informations aux divers publics visés.
- Identifier et comprendre quelles sont les variables particulières qui sont associées à de bonnes performances permet de mieux cerner l'objet des mesures et d'apporter des améliorations aux évaluations ultérieures.



- Comprendre l'objet des mesures et leur rapport avec les conclusions tirées à propos des élèves est important pour établir des liens entre l'action publique, l'évaluation et la recherche, ce qui améliore encore la pertinence des données recueillies.

La culture scientifique



INTRODUCTION

La *culture scientifique* revêt une importance particulière dans le cycle PISA 2006, car elle est élevée au rang de domaine « majeur » d'évaluation. Comme c'est la première fois que l'évaluation est aussi approfondie dans ce domaine, le cadre conceptuel a été révisé en profondeur depuis le cycle de 2003 et une nouvelle interprétation de l'objet des mesures a été adoptée. La notion de *culture scientifique* est décrite de manière plus détaillée et une innovation importante a été introduite dans l'approche d'évaluation, ce qui aura des répercussions sur l'ensemble de l'enquête PISA à l'avenir. Pour la première fois, les instruments de collecte de données du domaine majeur d'évaluation contiennent des questions sur les attitudes en plus des items destinés à mesurer les savoirs et savoir-faire cognitifs. Déterminer à quel point les sujets évoqués dans les unités de test éveillent l'intérêt des élèves permet d'améliorer l'évaluation des caractéristiques liées aux attitudes et à la motivation qui sont importantes pour leur engagement futur dans les sciences. Lors des cycles précédents, ces questions sur l'intérêt et la motivation étaient plus générales et faisaient l'objet d'un questionnaire distinct.

Une bonne compréhension des sciences et des technologies est essentielle pour un jeune qui se prépare à vivre dans la société d'aujourd'hui. Elle assure en effet une pleine participation des individus dans une société où science et technologie jouent un rôle important, tout en les mettant en mesure de prendre une part active aux débats sur l'action publique à mener dans des domaines où science et technologie ont un impact sur leur vie. Comprendre les sciences et la technologie contribue de manière significative à la vie de tous, tant au niveau personnel qu'au niveau social, professionnel et culturel.

Dans la vie de tous les jours, très nombreuses sont les occasions où les individus se trouvent confrontés à des situations, à des problèmes ou à des débats qu'ils ne peuvent véritablement comprendre ou résoudre sans une certaine maîtrise des sciences ou de la technologie. Des questions d'ordre scientifique et technologique se présentent chaque jour à eux, dans leur vie personnelle, dans celle de leur communauté et de leur pays, et même à l'échelle mondiale. Dans ce contexte, les autorités nationales devraient être amenées à se demander dans quelle mesure les citoyens de leur pays sont préparés à y faire face. La question de savoir comment les jeunes réagissent face à des questions scientifiques au sortir de l'école est essentielle à cet égard. Sonder les jeunes de 15 ans peut fournir, de manière précoce, des indications sur la façon dont ils se comporteront plus tard dans les diverses situations qui impliquent les sciences et la technologie.

Il semble donc judicieux de fonder une évaluation internationale des compétences des jeunes de 15 ans sur cette question : « Quels sont les savoirs, les valeurs et les savoir-faire qu'un citoyen doit pouvoir mobiliser dans des situations où la science et la technologie jouent un rôle ? » Répondre à cette question revient à déterminer sur quelles bases il convient d'évaluer les connaissances, les valeurs et les attitudes des élèves en référence à ce dont ils auront besoin à l'avenir. Au centre de la réponse à cette question se trouvent les compétences sur lesquelles repose la définition de la *culture scientifique* adoptée en vue du cycle PISA 2006. Il s'agit de déterminer dans quelle mesure les élèves sont capables de mettre en œuvre les compétences suivantes :

- Identifier les questions d'ordre scientifique
- Expliquer des phénomènes de manière scientifique
- Utiliser des faits scientifiques



Pour pouvoir mettre ces compétences en œuvre lorsqu'ils abordent des questions scientifiques, les élèves doivent, d'une part, posséder des savoirs et des savoir-faire d'ordre cognitif et, d'autre part, présenter un certain profil en termes d'attitudes, de valeurs et de motivation.

L'idée de cerner les savoirs, les valeurs et les savoir-faire des citoyens dans des situations impliquant les sciences et la technologie peut paraître simple et directe. S'atteler à cette tâche conduit à envisager le vaste champ de la compréhension des concepts scientifiques, ce qui n'implique pas l'assimilation de toutes les connaissances scientifiques. En fait, il faut réfléchir à cette question sous l'angle des savoirs et savoir-faire dont les citoyens ont besoin. Quels sont les savoirs qui ont le plus de pertinence pour l'individu en tant que citoyen ? La réponse à cette question fait bien sûr intervenir la compréhension de concepts fondamentaux dans diverses disciplines scientifiques, sans oublier toutefois que ces savoirs doivent pouvoir être utilisés dans des situations que l'individu est amené à rencontrer au cours de sa vie. Par ailleurs, il arrive souvent que les situations auxquelles l'individu est confronté nécessitent une certaine compréhension de la science en tant que discipline, c'est-à-dire en tant que processus destiné à produire des connaissances et à proposer des explications relatives au monde naturel.¹ Enfin, l'individu doit être conscient de la complémentarité entre sciences et technologie et de l'influence omniprésente que les technologies fondées sur la science exercent sur la nature de la vie contemporaine.

Dans une perspective citoyenne, quelles sont les valeurs qu'il est important de prendre en considération concernant la science et la technologie ? Le rôle important que jouent dans la société la science et les applications technologiques de la science, la contribution qu'elles lui apportent et la place considérable qu'elles tiennent dans le contexte personnel, social et global des individus sont autant d'éléments de réponse. Il semble raisonnable d'attendre des citoyens qu'ils s'intéressent à la science, qu'ils valorisent la démarche scientifique et qu'ils agissent de manière responsable à l'égard de l'environnement et des ressources naturelles.

Quels sont les savoir-faire scientifiques qu'il est important pour un citoyen de pouvoir mettre en œuvre ? Il arrive souvent que les individus aient à tirer des conclusions adéquates à partir des faits et des informations dont ils disposent ; à évaluer des conclusions tirées par d'autres en examinant les données avancées pour les soutenir ; à faire la distinction entre des opinions personnelles et des affirmations étayées par des faits. Les faits sont souvent d'ordre scientifique, certes, mais la science a un rôle plus général à jouer, dans la mesure où son propos est d'établir un principe de rationalité dans des démarches permettant de confronter des idées et des théories à l'épreuve des faits. Cela n'exclut pas pour autant la créativité et l'imagination, qui ont toujours joué un rôle essentiel dans les progrès accomplis par l'homme pour mieux comprendre le monde.

Les citoyens peuvent-ils faire la distinction entre des arguments scientifiques et des arguments dénués de fondement scientifique ? Un citoyen ordinaire n'est généralement pas amené à se prononcer sur la valeur de grandes théories ou d'avancées scientifiques potentielles, certes, mais il a assurément à prendre des décisions sur la base de faits, qu'il s'agisse d'arguments publicitaires, de preuves juridiques ou d'informations relatives à sa santé ou à des problèmes liés à l'environnement et aux ressources naturelles. Une personne cultivée doit être capable de faire la distinction entre les questions auxquelles les chercheurs peuvent ou ne peuvent pas répondre et les problèmes auxquels des technologies fondées sur la science peuvent ou ne peuvent pas apporter une solution.



DÉFINITION DU DOMAINE

Ce qu'on attend aujourd'hui comme produit d'une éducation scientifique est en priorité le savoir (y compris la connaissance de la démarche scientifique) et une appréciation de la contribution des sciences à la société. Cela demande une compréhension globale non seulement des grands concepts scientifiques et des explications données par la science, mais aussi du potentiel et des limites de la science dans le monde – ce qui implique une approche de la science qui soit réfléchie et critique (Millar et Osborne, 1998).

Ces objectifs déterminent l'orientation de l'éducation scientifique de l'ensemble des individus (Fensham, 1985). Le cycle PISA 2006 se doit d'évaluer un vaste ensemble de savoirs et de savoir-faire, prenant en considération divers aspects : utilité personnelle, responsabilité sociale et valeur intrinsèque et extrinsèque des connaissances scientifiques.

Ce qui précède concerne une des caractéristiques centrales de l'évaluation de la *culture scientifique* dans le cycle PISA 2006 : cette évaluation doit porter sur des compétences qui témoignent des savoirs, des valeurs et des savoir-faire que les jeunes de 15 ans sont capables d'appliquer dans des contextes raisonnables et appropriés, tirés de la sphère personnelle, sociale et globale. Cette perspective se démarque d'une approche fondée uniquement sur les programmes scolaires et les différentes disciplines scientifiques, car elle inclut les contextes éducatif et professionnel et tient compte du rôle essentiel des connaissances, des méthodes, des attitudes et des valeurs qui définissent ces disciplines. Les termes de *culture scientifique* ou de *littératie scientifique* sont ceux qui reflètent le mieux la nature de l'évaluation des sciences qui fait l'objet du cycle PISA 2006 (Bybee, 1997 b ; Fensham, 2000 ; Graber et Bolte, 1997 ; Mayer, 2002 ; Roberts, 1983 ; UNESCO, 1993).

Le cycle PISA 2006 vise à évaluer à la fois des aspects cognitifs et des aspects affectifs de la *culture scientifique* des élèves. Par aspects cognitifs, on entend les connaissances scientifiques des élèves et leur capacité à les utiliser efficacement lorsqu'ils mettent en œuvre des processus cognitifs qui sont spécifiques à la science et aux investigations scientifiques dans des situations personnelles, sociales ou globales. Pour mesurer la *culture scientifique* des élèves, l'enquête PISA leur soumet des problèmes que les connaissances scientifiques peuvent contribuer à résoudre et qui les amènent à prendre des décisions – ou les amèneront à en prendre à l'avenir. C'est en s'appuyant sur leur *culture scientifique* que les élèves réagissent à ce type de problèmes : ils doivent comprendre les notions scientifiques qui sont en jeu, être capables de trouver les informations pertinentes, de les évaluer et de les interpréter et pouvoir identifier les aspects scientifiques et technologiques de la situation proposée (Koballa, Kemp et Evans, 1997 ; Law, 2002). Outre ces aspects cognitifs, l'enquête PISA s'intéresse à des aspects non cognitifs, c'est-à-dire à la façon affective dont les élèves réagissent face à un problème. Les réponses des élèves au problème posé font aussi intervenir l'intérêt qu'ils y portent, les valeurs qu'ils mettent en jeu et leur détermination à agir (Schibeci, 1984). Le domaine essentiel de la *culture scientifique* a été défini selon ces considérations en vue de la mise en œuvre du cycle PISA 2006.

L'expression *culture scientifique* (en anglais *scientific literacy*) a été retenue pour plusieurs raisons : on considère qu'elle représente bien les objectifs de l'éducation scientifique qui s'appliquent à l'ensemble des élèves ; elle traduit le caractère ample et la nature appliquée des finalités de l'éducation scientifique ; elle représente un continuum de connaissances et d'aptitudes cognitives associées à la recherche scientifique ; elle intègre des dimensions multiples ; enfin, elle inclut les



relations existant entre science et technologie. Ensemble, les compétences scientifiques au cœur de cette définition constituent le fondement de la *culture scientifique* et le but du cycle PISA 2006, qui se propose d'évaluer dans quelle mesure ces qualités sont développées chez les élèves (Bybee, 1997a ; Fensham, 2000 ; Law, 2002 ; Mayer et Kumano, 2002).

Encadré 1.1. ■ Connaissances scientifiques : la terminologie du cycle PISA 2006

L'expression « connaissances scientifiques » est utilisée tout au long de ce cadre d'évaluation pour désigner d'une manière générique à la fois les « connaissances *en sciences* » et les « connaissances *à propos de la science* ». Les « connaissances *en sciences* » font référence à la connaissance du monde naturel tel qu'il se définit à travers les grandes disciplines scientifiques (physique, chimie, biologie, sciences de la Terre et de l'univers et applications technologiques de la science). Les « connaissances *à propos de la science* » font référence à la connaissance des moyens utilisés par la science (démarche scientifique) et à ses objectifs (explications scientifiques).

Les remarques qui suivent sont destinées à mieux expliquer cette définition.

La culture scientifique

Le terme « culture scientifique » a été préféré à « sciences » pour souligner que dans le cycle PISA 2006, l'évaluation des sciences accorde plus d'importance à l'application des connaissances scientifiques dans des situations tirées de la vie courante qu'à la simple restitution des acquis scolaires traditionnels. L'utilisation fonctionnelle des connaissances exige de l'individu l'application de processus qui sont spécifiques à la science et à la recherche scientifique (les compétences

Encadré 1.2 ■ PISA 2006 : La culture scientifique

Dans la perspective du cycle PISA 2006, la *culture scientifique*¹ a été définie comme suit :

- Les connaissances scientifiques de l'individu et sa capacité d'utiliser ces connaissances pour identifier les questions auxquelles la science peut apporter une réponse, pour acquérir de nouvelles connaissances, pour expliquer des phénomènes scientifiques et pour tirer des conclusions fondées sur des faits à propos de questions à caractère scientifique ;
- La compréhension des éléments caractéristiques de la science en tant que forme de recherche et de connaissance humaines ;
- La conscience du rôle de la science et de la technologie dans la constitution de notre environnement matériel, intellectuel et culturel ;
- La volonté de s'engager en qualité de citoyen réfléchi à propos de problèmes à caractère scientifique et touchant à des notions relatives à la science.



scientifiques) ; elle fait intervenir l'importance, l'intérêt et la valeur que l'individu accorde aux questions scientifiques, ainsi que les actions dans lesquelles il s'engage à leur propos. La capacité de l'élève à utiliser ces compétences scientifiques met donc en jeu à la fois ses *connaissances en sciences* et sa perception de la science comme moyen d'acquérir des connaissances (c'est-à-dire ses *connaissances à propos de la science*). La définition proposée implique en outre que la capacité de l'individu à mener à bien ces processus dépend de ses attitudes à l'égard de la science et de sa volonté de s'engager dans des questions à caractère scientifique. Il y a lieu de souligner que des aspects non cognitifs tels que la motivation sont à considérer comme des compétences.

Connaissances scientifiques de l'individu et sa capacité d'utiliser ces connaissances pour identifier les questions auxquelles la science peut apporter une réponse, pour acquérir de nouvelles connaissances, pour expliquer des phénomènes scientifiques et pour tirer des conclusions fondées sur des faits

Dans cette définition de la *culture scientifique*, le terme « connaissances » désigne bien plus que la capacité de restituer des informations, des faits ou des noms. La définition inclut les *connaissances en sciences* (connaissance du monde naturel) et les *connaissances à propos de la science*. Les premières renvoient à la compréhension de théories et de concepts scientifiques fondamentaux, et les secondes, à la compréhension de la nature de la science en tant qu'activité humaine ainsi que du potentiel et des limites de la connaissance scientifique. Les questions qui doivent être identifiées sont celles auxquelles il est possible de répondre par la recherche scientifique, ce qui implique à nouveau des *connaissances à propos de la science* tout autant que des *connaissances en sciences*, c'est-à-dire la maîtrise des concepts abordés. Il est important de souligner que les individus doivent souvent acquérir de nouvelles connaissances, non pas en se livrant à leurs propres recherches scientifiques, mais en puisant dans des sources d'information (bibliothèques et sites Internet, par exemple). « Tirer des conclusions fondées sur des faits » signifie que l'individu doit connaître, sélectionner et évaluer des informations ou des données, tout en étant conscient que les informations disponibles sont souvent insuffisantes pour tirer des conclusions définitives, ce qui lui impose de faire des conjectures de manière prudente et réfléchie à partir des informations qu'il a pu réunir.

Éléments caractéristiques de la science en tant que forme de recherche et de connaissance humaines

Telle qu'elle est définie ici, la *culture scientifique* implique que les élèves puissent comprendre dans une certaine mesure comment les chercheurs opèrent pour obtenir des données et proposer des explications ; ils doivent reconnaître les principales caractéristiques de la démarche scientifique ainsi que les types de réponses qu'il est raisonnable d'attendre de la science. Ainsi, les scientifiques se basent sur des observations et des expériences pour recueillir des données à propos d'objets, d'organismes et de phénomènes présents dans le monde naturel. Ils se servent ensuite de ces données pour proposer des explications qui viennent enrichir le savoir et qui peuvent être exploitées dans diverses formes de l'activité humaine. La collecte des données – qui est inspirée par des idées et des concepts (parfois énoncés sous la forme d'hypothèses) et qui doit se justifier en termes de pertinence, d'adéquation contextuelle et d'exactitude – et leur utilisation, le caractère provisoire des conclusions avancées, l'ouverture à l'analyse critique, la formulation d'arguments logiques, la nécessité d'établir des liens entre les connaissances actuelles et celles léguées par l'histoire, l'obligation de rendre compte des méthodes et des procédures appliquées pour recueillir des éléments de preuve sont autant de caractéristiques fondamentales de la science.



Rôle de la science et de la technologie dans la constitution de notre environnement matériel, intellectuel et culturel

L'idée clé est ici que la science est une entreprise humaine, qui influence notre société et notre vie personnelle. Il en va de même pour le progrès technologique (Fleming, 1989). Malgré leurs différences en termes d'objectifs, de processus et de produits, la science et la technologie sont étroitement associées et sont complémentaires à maints égards. La définition de la *culture scientifique* proposée ici intègre donc la nature des sciences et de la technologie et leur complémentarité. En tant qu'individus, nous prenons des décisions qui influencent l'orientation de la science et de la technologie, par le biais de l'action publique. La science et la technologie jouent un rôle paradoxal dans la société : elles permettent de répondre à des questions et de résoudre des problèmes, mais peuvent également être à l'origine de nouvelles questions et de nouveaux problèmes.

Volonté de s'engager en qualité de citoyen réfléchi à propos de problèmes à caractère scientifique et touchant à des notions relatives à la science

La première partie de cet énoncé va plus loin que le fait de prendre acte de la situation et d'agir de la manière requise. Elle implique aussi que l'individu porte un intérêt continu aux questions scientifiques actuelles et à venir, qu'il se forge une opinion à leur sujet et qu'il s'y implique. La seconde partie renvoie aux diverses attitudes que les individus adoptent à l'égard de la science et aux valeurs qu'ils lui confèrent. L'énoncé esquisse le profil de quelqu'un qui s'intéresse à des thèmes scientifiques, qui réfléchit à des questions d'ordre scientifique, qui se préoccupe des problèmes liés aux technologies, aux ressources naturelles et à l'environnement et qui prend conscience de l'importance de la science dans une perspective à la fois personnelle et sociale.

Acquérir une *culture scientifique* demande nécessairement un certain niveau de *compétence en lecture* et en *mathématiques* (Norris et Phillips, 2003). Par exemple, l'élève doit avoir des *compétences en lecture* pour être à même de manifester sa compréhension de termes scientifiques. De même, il doit faire appel à sa *culture mathématique* dans des contextes où on lui demande d'interpréter des données. Ces interférences entre l'évaluation de la *culture scientifique* lors du cycle PISA 2006 et d'autres domaines de compétence ne peuvent pas être évitées. On veille cependant à ce que les aspects centraux de chacune des tâches proposées aux élèves relèvent, de manière non ambiguë, de la *culture scientifique*.

La définition de la *culture scientifique* adoptée lors des cycles PISA 2000 et 2003 a été revue et élargie en vue du cycle PISA 2006. Lors des deux premiers cycles, où la *culture scientifique* était un domaine mineur, elle avait été définie comme suit :

La culture scientifique est la capacité d'utiliser des connaissances scientifiques pour identifier les questions auxquelles la science peut apporter une réponse et pour tirer des conclusions fondées sur des faits, en vue de comprendre le monde naturel ainsi que les changements qui y sont apportés par l'activité humaine et de contribuer à prendre des décisions à leur propos (OCDE, 1999, 2000, 2003a).

Dans la définition de la *culture scientifique* des cycles PISA 2000 et 2003 et celle du cycle PISA 2006, les premières affirmations sont, en substance, les mêmes, dans la mesure où elles mettent l'accent sur la capacité des individus d'utiliser des connaissances scientifiques pour tirer des conclusions. Si la définition adoptée lors des cycles de 2000 et de 2003 intègre les connaissances en sciences et les connaissances à propos des sciences dans le terme générique de « connaissances scientifiques », la



définition de 2006 traite séparément cet aspect de la *culture scientifique* et le développe en parlant aussi des connaissances des élèves à propos des caractéristiques fondamentales de la science. Dans les deux définitions, le passage qui suit porte sur l'application des connaissances pour comprendre le monde naturel et, en fin de compte, prendre des décisions à son propos en toute connaissance de cause. La définition du cycle de 2006 est plus élaborée à cet égard puisqu'elle mentionne aussi la connaissance des relations entre science et technologie, un aspect de la *culture scientifique* qui était implicite, mais non développé, dans la définition précédente. Aujourd'hui, la science et la technologie sont étroitement liées, souvent par des relations de synergie.

Contrairement à la première définition de la *culture scientifique*, qui n'en fait pas mention, la définition adoptée en vue du cycle PISA 2006 a été étendue aux attitudes liées aux réponses des élèves à l'égard des questions à caractère scientifique et technologique. En résumé, la définition de 2006 est conceptuellement la même que la définition retenue lors des cycles de 2000 et 2003, à l'exception de l'ajout des attitudes. Toutefois, cette composante fera l'objet d'un compte rendu distinct et n'affectera dès lors pas la comparabilité des aspects cognitifs au fil du temps. Les autres modifications (par exemple, celles portant sur les connaissances à propos de la science et sur les applications technologiques de la science) traduisent l'importance plus grande accordée à des aspects qui étaient contenus, au moins implicitement, dans la première définition.

ORGANISATION DU DOMAINE

La définition de la *culture scientifique* proposée ici fait référence à un continuum allant d'un niveau où la *culture scientifique* est faiblement développée à celui où elle est plus pleinement développée. En d'autres termes, on ne vise pas à cataloguer les individus en deux catégories (les « scientifiquement cultivés » par opposition aux « incultes ») : on considère plutôt que leur *culture scientifique* peut être plus ou moins développée (Bybee, 1997a et 1997b). Par exemple, un élève dont la *culture scientifique* est faiblement développée sera à même de restituer des notions scientifiques factuelles simples et d'utiliser des connaissances scientifiques courantes pour tirer ou évaluer des conclusions. Par contre, un élève dont la *culture scientifique* est plus développée se montrera capable de créer ou d'utiliser des modèles conceptuels pour faire des prévisions ou fournir des explications, d'analyser les résultats d'observations scientifiques, de présenter des données à titre de preuve, d'évaluer des explications différentes du même phénomène et de communiquer ses conclusions avec soin.

Pour les besoins de l'évaluation PISA 2006, on peut considérer que cette définition couvre quatre aspects étroitement interdépendants :

- Être à même de reconnaître les situations de la vie dans lesquelles interviennent la science et la technologie. Il s'agit ici du *contexte* de l'évaluation.
- Être à même de comprendre le monde naturel en se fondant sur un savoir scientifique qui inclut à la fois la connaissance de concepts relatifs au monde naturel et des connaissances à propos de la science elle-même. Il s'agit ici de la composante *connaissances* de l'évaluation.
- Faire preuve de compétences, telles que la capacité d'identifier des questions scientifiques, d'expliquer des phénomènes de manière scientifique et de tirer des conclusions à partir de faits. Il s'agit ici de la composante *compétences* de l'évaluation.

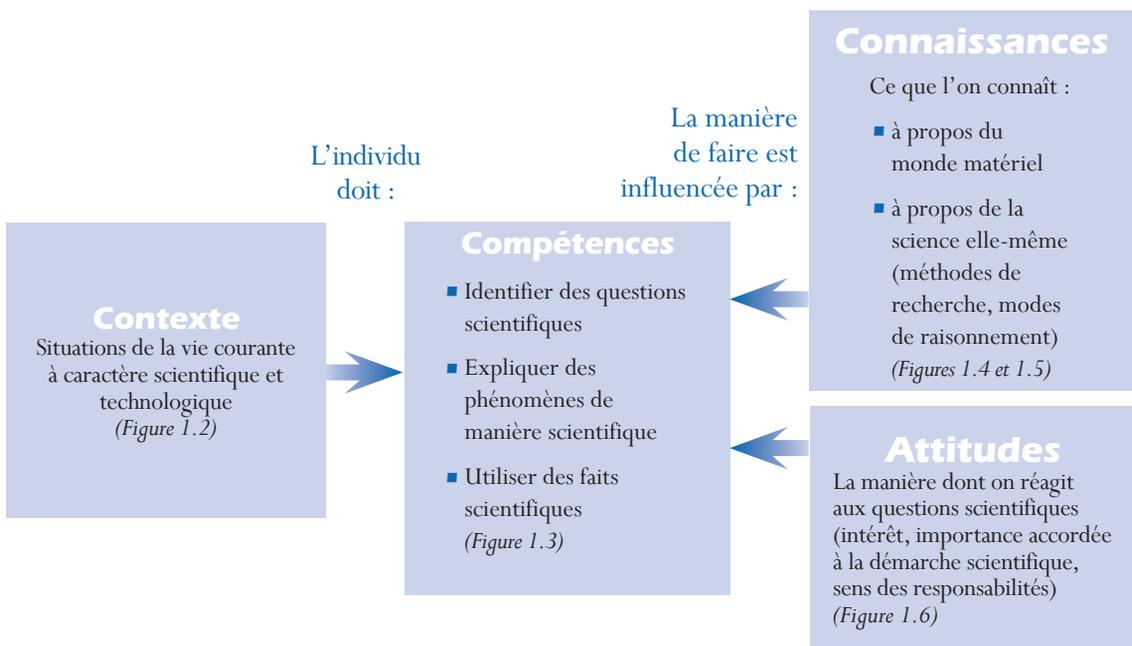


- Faire preuve d'intérêt pour la science, accorder de l'importance à la démarche scientifique, manifester la volonté d'agir de manière responsable à l'égard, par exemple, de l'environnement et des ressources naturelles. Il s'agit ici de la composante *attitudes* de l'évaluation.

Les quatre aspects interdépendants qui constituent la *culture scientifique* sont décrits ci-après d'une manière plus détaillée. En structurant ainsi le domaine évalué, le cadre conceptuel du cycle PISA 2006 fait porter l'évaluation sur les produits de l'éducation scientifique prise comme un tout. Cette partie du cadre d'évaluation s'organise autour des questions suivantes, en rapport avec la *culture scientifique* :

- Quels sont les *contextes* que l'on peut considérer comme appropriés pour des jeunes de 15 ans ?
- Quelles sont les *compétences* que l'on peut raisonnablement exiger des jeunes de 15 ans ?
- Quelles sont les *connaissances* que l'on peut raisonnablement exiger des jeunes de 15 ans ?
- Quelles sont les *attitudes* que l'on peut raisonnablement attendre des jeunes de 15 ans ?

Figure 1.1. ■ Cadre d'évaluation de la culture scientifique du cycle PISA 2006



SITUATIONS ET CONTEXTES DES ITEMS D'ÉVALUATION

L'engagement à l'égard des sciences dans diverses situations est un aspect important de la *culture scientifique*. Le choix des méthodes et des représentations dépend souvent des situations dans lesquelles les questions scientifiques sont présentées.

La situation est la partie du monde de l'élève dans laquelle les tâches s'inscrivent. Les items d'évaluation s'inscrivent dans des situations de la vie en général et ne se limitent pas à celles de la



vie à l'école. L'évaluation PISA 2006 privilégie les items portant sur des situations qui concernent l'individu, sa famille et son groupe de pairs (*contexte personnel*), la collectivité (*contexte social*) et la vie dans le monde en général (*contexte global*). Il convient d'y ajouter, pour certains points de matière qui s'y prêtent, le *contexte historique* qui permet d'évaluer la compréhension des progrès de la science.

Le contexte d'un item correspond à sa place spécifique dans une situation. Il comprend tous les éléments détaillés utilisés pour formuler la question.

Le cycle PISA 2006 évalue des connaissances scientifiques importantes qui se rapportent aux contenus des cours de sciences des pays participants, sans toutefois s'imposer la contrainte de n'évaluer que les contenus formant le dénominateur commun des divers programmes nationaux. Les épreuves proposées demandent aux élèves de montrer qu'ils sont capables d'appliquer des connaissances scientifiques dans des situations qui reflètent des aspects importants du monde réel et en accord avec l'accent prioritaire mis sur la *culture scientifique*, ce qui implique l'exploitation de connaissances sélectionnées à propos du monde naturel et des sciences elles-mêmes et l'évaluation des attitudes des élèves à l'égard de questions scientifiques.

La figure 1.2 dresse la liste des principaux thèmes d'application des sciences utilisés comme contextes *personnels*, *sociaux* et *globaux* des items. D'autres contextes (*historiques* ou *technologiques*, par exemple) et d'autres champs d'application sont également prévus. Ces thèmes ont été choisis dans

Figure 1.2 ■ Contextes de l'évaluation de la culture scientifique PISA 2006

	Contextes personnels (l'individu, sa famille et ses semblables)	Contextes sociaux (la collectivité)	Contextes globaux (la vie dans le monde)
Santé	Préservation de la santé, accidents et nutrition	Prévention des maladies, transmission des maladies, choix alimentaires et santé publique	Épidémies et propagation de maladies infectieuses
Ressources naturelles	Consommation personnelle de matériaux et d'énergie	Survie des populations humaines, qualité de vie, sécurité, production et distribution d'aliments et approvisionnement en énergie	Énergies renouvelables et non renouvelables, systèmes naturels, croissance démographique et exploitation durable des espèces
Qualité de l'environnement	Comportement respectueux de l'environnement, utilisation des matériaux et élimination des déchets	Démographie, gestion des déchets, impact sur l'environnement et météorologie locale	Biodiversité, durabilité environnementale, contrôle de la pollution et épuisement et régénération des sols
Risques	Risques naturels et dus à l'homme et choix en matière de logement	Variations brusques (séismes et conditions météorologiques extrêmes), variations lentes et progressives (érosion côtière et sédimentation) et évaluation des risques	Changement climatique et impact des guerres modernes
Frontières de la science et de la technologie	Intérêt pour les explications scientifiques des phénomènes naturels et hobbies, sports et loisirs liés à la science, y compris la musique et les technologies utilisées à titre individuel	Matériaux, appareils et procédés nouveaux, modification génétique, technologie de l'armement et transports	Disparition d'espèces, exploration spatiale et origine et structure de l'Univers



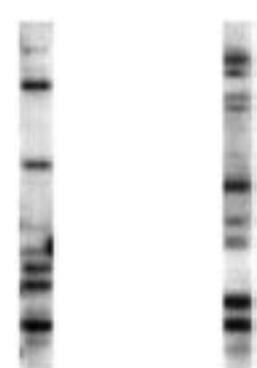
un large éventail de situations de la vie et sont cohérents, dans l'ensemble, par rapport aux champs d'application de la *culture scientifique* proposés dans les cadres d'évaluation des cycles PISA 2000 et 2003. Les champs d'application retenus sont la santé, les ressources naturelles, l'environnement, les risques naturels et technologiques et les frontières de la science et de la technologie. Ils présentent un intérêt particulier pour les individus et les communautés, dans la mesure où ils interviennent dans le maintien et l'amélioration de la qualité de vie et dans l'élaboration des politiques.

L'évaluation PISA de la *culture scientifique* ne porte pas sur les contextes, mais sur les connaissances, les compétences et les attitudes en rapport avec ces contextes. Il importe donc de choisir les contextes en gardant à l'esprit que le but de l'enquête est d'évaluer les connaissances, les compétences et les attitudes que les élèves ont acquises au terme de leur scolarité obligatoire.

Les contextes des items sont choisis pour leur pertinence par rapport aux préoccupations et au mode de vie des élèves. Les items de sciences ont été élaborés compte tenu des différences linguistiques et culturelles entre les pays participants.

Le premier exemple d'items de sciences fait partie d'une unité intitulée *ATTRAPER L'ASSASSIN*, dont le stimulus est un article de presse qui définit le contexte des questions. Le champ d'application est « Frontières de la science et de la technologie » et le contexte est d'ordre social.

Sciences - Exemple n° 1 : ATTRAPER L'ASSASSIN

<p>L'ADN pour trouver l'assassin</p> <p>Robertville. Un homme est mort hier à Robertville, frappé de multiples coups de couteau. Les policiers ont signalé qu'il y avait des traces de lutte et que le sang trouvé sur le lieu du crime ne correspondait pas à celui de la victime. Ils suspectent que ce sang provient du tueur.</p> <p>Pour aider à trouver l'assassin, les services scientifiques de la police ont préparé un profil d'ADN à partir de l'échantillon de sang. La comparaison de ce profil avec ceux de criminels connus, que l'on garde dans une base de données informatique, n'a pas donné de résultat positif.</p>	 <p>Personne A Personne B</p> <p>Photo des profils d'ADN de deux personnes. Les barres sont les divers fragments de l'ADN de ces deux personnes. Chaque individu a un profil de barres différent. Tout comme les empreintes digitales, ce profil de barres permet d'identifier la personne.</p>	<p>La police vient d'arrêter un habitant de la ville qui avait été vu en train de se disputer avec la victime un peu plus tôt dans la journée. Les agents ont demandé la permission de recueillir un échantillon d'ADN sur le suspect.</p> <p>Le sergent Dubois de la police de Robertville a déclaré : « Nous avons juste besoin de racler légèrement la face interne de la joue, ce qui est indolore. À partir de ce prélèvement, les scientifiques peuvent extraire l'ADN et établir un profil comme celui de la photo ci-contre ».</p> <p>À l'exception des vrais jumeaux, deux personnes ont seulement 1 chance sur 100 millions d'avoir le même profil d'ADN.</p>
--	--	---

**Question 1 : ATTRAPER L'ASSASSIN**

Cet extrait de presse se rapporte à la substance appelée ADN. Qu'est-ce que l'ADN ?

- A. Une substance située dans les membranes cellulaires, qui empêche le contenu de la cellule de couler à l'extérieur.
- B. Une molécule qui contient les instructions permettant de construire notre corps.
- C. Une protéine trouvée dans le sang, qui aide à apporter l'oxygène à tous les tissus.
- D. Une hormone du sang, qui aide à réguler les taux de glucose dans les cellules du corps.

Question 2 : ATTRAPER L'ASSASSIN

À laquelle des questions suivantes ne peut-on pas répondre en se servant de preuves scientifiques ?

- A. Quelle a été la cause médicale ou physiologique de la mort de la victime ?
 - B. À quoi la victime pensait-elle au moment de sa mort ?
 - C. Est-ce que prélever des échantillons par frottis de la joue est une méthode sûre pour prélever des échantillons d'ADN ?
 - D. Tous les vrais jumeaux ont-ils exactement le même profil d'ADN ?
-

COMPÉTENCES SCIENTIFIQUES

L'évaluation de la *culture scientifique* dans le cadre de PISA 2006 donne la priorité aux compétences dont la liste est présentée dans la figure 1.3 : la capacité d'identifier des questions à caractère scientifique, de décrire, d'expliquer ou de prévoir des phénomènes sur la base de connaissances scientifiques, d'interpréter des faits et des conclusions et, enfin, d'utiliser des faits ayant valeur de preuve pour prendre des décisions et les communiquer. Ces compétences impliquent des connaissances scientifiques, à la fois des connaissances de faits scientifiques et du monde naturel et des *connaissances à propos de la science*, en tant que forme de savoir et approche à l'égard de la recherche scientifique.

Certains processus cognitifs sont particulièrement pertinents pour la *culture scientifique*. Parmi ceux qui relèvent des compétences scientifiques, citons le raisonnement déductif et inductif, la réflexion critique et intégrée, la transposition de représentations (par exemple, reporter des données dans des tableaux ou représenter des tableaux sous la forme de graphiques), l'élaboration d'explications et d'arguments fondés sur des données, la modélisation et l'utilisation des mathématiques.

L'accent mis dans le cycle PISA 2006 sur les *compétences scientifiques* présentées à la figure 1.3 se justifie par leur importance dans la démarche d'investigation scientifique. Ces compétences se fondent sur la logique, le raisonnement et l'analyse critique. Les compétences retenues sont décrites de manière plus approfondie ci-après.



Figure 1.3 ■ Compétences scientifiques évaluées lors du cycle PISA 2006

Identifier des questions d'ordre scientifique

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

Expliquer des phénomènes de manière scientifique

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

Utiliser des faits scientifiques

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

Identifier des questions d'ordre scientifique

Il est essentiel de distinguer les questions et les contenus d'ordre scientifique des autres types de contenus. L'aspect primordial est que les questions d'ordre scientifique doivent conduire à des réponses fondées sur des faits scientifiques. La compétence d'identification des questions d'ordre scientifique suppose une capacité à reconnaître les questions qui peuvent faire l'objet de recherches scientifiques dans une situation donnée et à identifier les mots clés permettant de rechercher des informations scientifiques sur un sujet précis. Il faut aussi pouvoir déterminer les caractéristiques essentielles d'une démarche d'investigation scientifique, par exemple quelles sont les données qui doivent être comparées, les paramètres qu'on doit faire varier ou contrôler, les informations supplémentaires qui sont requises ou encore les procédures à utiliser pour recueillir les données pertinentes.

Pour être à même d'*identifier des questions d'ordre scientifique*, les élèves doivent posséder des *connaissances à propos des sciences*, mais ils doivent aussi s'appuyer à des degrés divers sur leurs *connaissances en sciences*. Dans la question n° 2 de l'unité *ATTRAPER L'ASSASSIN* (exemple n° 1 d'items de sciences), les élèves doivent identifier une question à laquelle la science *ne peut pas* apporter de réponse. Cet item sert principalement à déterminer si les élèves connaissent les types de questions auxquelles la science peut apporter une réponse (*Connaissances à propos de la science*, catégorie : « Démarche scientifique »), mais nécessite des *connaissances en sciences* (catégorie : « Systèmes vivants ») que l'on peut attendre des élèves de 15 ans.



Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Les élèves manifestent leur compétence dans ce domaine en appliquant des *connaissances en sciences* qui conviennent à une situation donnée. Ils doivent pouvoir décrire ou interpréter des phénomènes, prévoir des changements et, dans certains cas, reconnaître ou identifier les descriptions, explications ou prévisions qui sont pertinentes. Dans la question n° 1 de l'unité *ATTRAPER L'ASSASSIN* (Sciences-Exemple n° 1), les élèves doivent s'appuyer sur leurs connaissances en sciences (catégorie : « Systèmes vivants ») pour choisir la définition correcte de l'ADN.

Utiliser des faits scientifiques

Les élèves doivent donner du sens aux résultats scientifiques pour étayer des thèses ou des conclusions en se servant de leurs *connaissances en sciences* et/ou de leurs *connaissances à propos de la science*. Pour répondre à l'un des items de l'unité *LE PALUDISME* (Sciences-Exemple n° 2), les élèves doivent tirer des conclusions en se basant sur les données dont ils disposent concernant le cycle de vie du moustique. Cette question sert essentiellement à déterminer si les élèves sont capables d'interpréter la représentation standard (modèle) d'un cycle de vie. Elle fait intervenir des *connaissances à propos de la science* (catégorie : « Explications scientifiques », voir la figure 1.5).

Pour pouvoir *utiliser des faits scientifiques*, les élèves doivent être capables d'accéder à des informations scientifiques et de produire des conclusions et des arguments fondés sur des faits scientifiques (Kuhn, 1992 ; Osborne, Erduran, Simon et Monk, 2001). Ils peuvent également avoir à choisir une conclusion parmi différentes options en se fondant sur les éléments de preuve disponibles, à expliquer les raisons pour lesquelles une conclusion donnée est valide ou non en fonction de la démarche mise en œuvre pour tirer cette conclusion à partir des données fournies ou encore à identifier les hypothèses qui sont à la base de telle ou telle conclusion scientifique. Réfléchir aux implications que peuvent avoir pour la société des progrès scientifiques ou technologiques relève également de cette compétence.

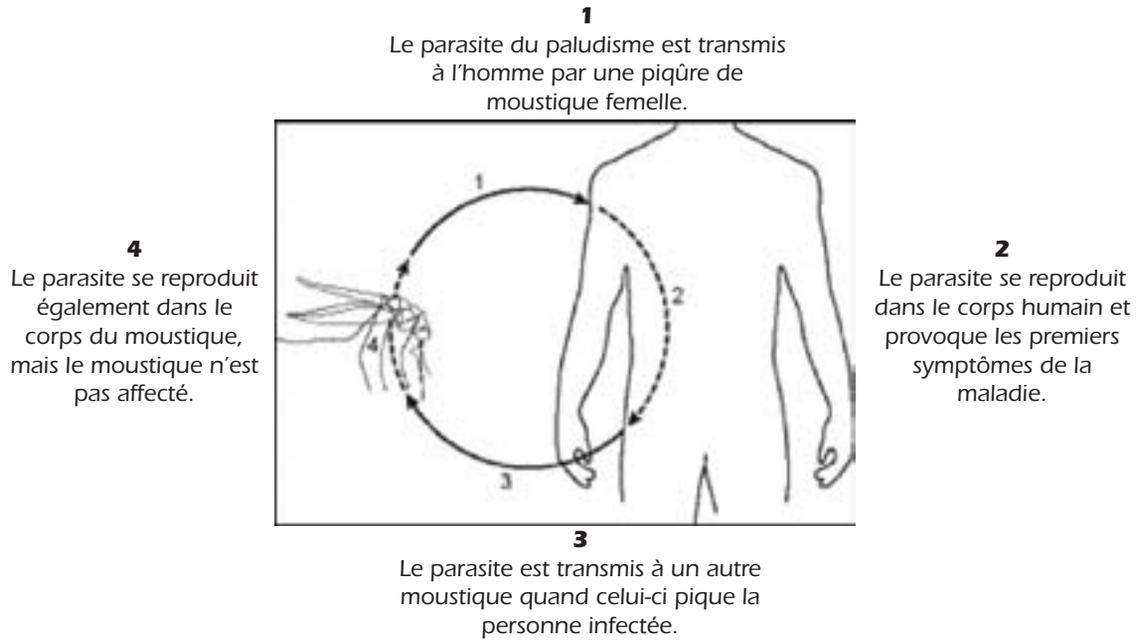
Les élèves doivent également être capables de communiquer à un public déterminé leurs observations et leurs décisions, en s'exprimant dans leurs propres termes et en utilisant les moyens appropriés : texte, schéma ou autre forme de représentation. En résumé, ils doivent pouvoir présenter de manière claire et logique les liens qui existent entre les faits et les conclusions ou décisions.

Sciences - Exemple n° 2 : LE PALUDISME

Le paludisme cause la mort de plus d'un million de personnes chaque année. La lutte contre le paludisme connaît une crise de nos jours. C'est un moustique qui transmet le parasite du paludisme d'une personne à une autre. Ce moustique porteur du paludisme a développé une résistance à de nombreux insecticides. De plus, les médicaments contre le parasite du paludisme deviennent de moins en moins efficaces.



Cycle de vie du parasite du paludisme



Question 1 : LE PALUDISME

Trois méthodes visant à empêcher la propagation du paludisme sont présentées ci-dessous.

Parmi les étapes (1, 2, 3 et 4) du cycle de vie du parasite du paludisme, lesquelles sont directement affectées par chacune des méthodes ? Entourez l'étape ou les étapes qui convient (conviennent) pour chaque méthode (chaque méthode peut affecter plus d'une étape).

Méthode visant à empêcher la propagation du paludisme	Étapes du cycle de vie du parasite qui sont affectées			
Dormir sous une moustiquaire.	1	2	3	4
Prendre des médicaments contre le paludisme.	1	2	3	4
Utiliser des insecticides contre les moustiques.	1	2	3	4

CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

Comme indiqué ci-dessus, l'expression « connaissances scientifiques » désigne à la fois les *connaissances en sciences* (connaissances à propos du monde naturel) et les *connaissances à propos de la science* elle-même.

Connaissances en sciences

Étant donné que le cycle PISA 2006 ne peut évaluer qu'un échantillon des connaissances *en sciences* des élèves, il importe de définir des critères clairs pour guider la sélection des connaissances à évaluer. Par ailleurs, l'objectif de l'enquête PISA est de déterminer dans quelle mesure les élèves sont capables d'appliquer ces connaissances dans des contextes qui sont pertinents dans leur vie. Les connaissances à évaluer sont donc choisies dans les grandes disciplines scientifiques (physique, chimie, biologie, sciences de la Terre et de l'univers et technologie²) selon les critères suivants :



- Tout d'abord, la pertinence par rapport à des situations de la vie réelle : les connaissances scientifiques n'ont pas toutes le même degré d'utilité dans la vie des individus.
- En second lieu, les connaissances retenues doivent représenter des concepts scientifiques fondamentaux, d'une utilité durable.
- Enfin, les connaissances choisies doivent être en adéquation avec le niveau de développement des jeunes de 15 ans.

La figure 1.4 présente les *connaissances en sciences* retenues sur la base de ces critères et les illustre par des catégories de contenu. Les élèves doivent posséder ces connaissances pour comprendre le

Figure 1.4 ■ Catégories de connaissances en sciences dans l'évaluation PISA 2006

Systèmes physiques

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

Systèmes vivants

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

Systèmes de la Terre et de l'univers

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

Systèmes technologiques

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



milieu naturel et donner du sens à des expériences qui se situent dans un contexte *personnel*, *social* ou *global*. C'est la raison pour laquelle on parle dans ce cadre d'évaluation de « systèmes » et non de « sciences » pour désigner les principales disciplines scientifiques. Le choix de ce terme traduit l'idée que les citoyens doivent comprendre des concepts relevant des sciences de la matière et de la vie, des sciences de la Terre et de l'Univers et de la technologie dans des contextes différents.

Les exemples fournis dans la figure 1.4 ont pour but d'illustrer ces diverses catégories ; on n'a pas tenté de proposer une liste exhaustive de toutes les connaissances *en sciences* susceptibles d'être mises en relation avec chacune des catégories. La question n° 1 de l'unité *ATTRAPER L'ASSASSIN* (Sciences-Exemple n° 1) permet d'évaluer les *connaissances en sciences* des élèves, dans la catégorie « Systèmes vivants ».

Connaissances à propos des sciences

La figure 1.5 montre les catégories de *connaissances à propos de la science* et les illustre par des exemples. La première catégorie, « Démarche scientifique », porte sur le processus qui est au centre de l'investigation scientifique et sur ses différentes composantes. Vient ensuite la catégorie « Explications scientifiques », très proche de la première, puisque les explications scientifiques sont le résultat d'une démarche scientifique. On peut considérer la démarche scientifique comme l'ensemble des moyens utilisés par la science (comment les chercheurs obtiennent leurs données) et les explications comme ses objectifs (comment les chercheurs utilisent leurs données). Les exemples donnés à la figure 1.5

Figure 1.5 ■ Catégories de *connaissances à propos de la science* dans l'évaluation PISA 2006

Démarche scientifique

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

Explications scientifiques

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



illustrent le contenu de chaque catégorie, sans toutefois tenter de fournir une liste exhaustive de toutes les connaissances susceptibles d'être mises en relation avec ces catégories.

Le troisième exemple d'items de sciences est tiré de l'unité *LE LAIT À L'ÉCOLE*. Cette unité s'inscrit dans un contexte « Historique » et dans le champ d'application « Santé ». Les deux questions de cette unité servent à évaluer les connaissances des élèves à propos de la science, dans la catégorie « Démarche scientifique ». Dans la première question, les élèves doivent identifier les objectifs possibles de l'étude (compétence : « Identifier des questions d'ordre scientifique »). La compétence dont relève la deuxième question est également « Identifier des questions d'ordre scientifique » (plutôt que « Utiliser des faits scientifiques »), car l'hypothèse la plus évidente (à savoir que les trois groupes d'élèves ne sont pas significativement différents à l'un ou l'autre égard) a trait à la conception de l'étude.

Sciences - Exemple n° 3 : LE LAIT À L'ÉCOLE

En 1930, une étude à grande échelle a été menée dans les écoles d'une région d'Écosse. Pendant quatre mois, certains élèves ont reçu gratuitement du lait, d'autres pas. Ce sont les enseignants qui avaient désigné quels élèves recevraient du lait. Voilà comment cela s'est passé :

- 5 000 élèves ont reçu, chaque jour d'école, une certaine quantité de lait non pasteurisé ;
- 5 000 autres élèves ont reçu la même quantité de lait pasteurisé ;
- 10 000 élèves n'ont pas reçu de lait du tout.

Les 20 000 élèves ont tous été pesés et mesurés au commencement et à la fin de l'étude.

Question 1 : LE LAIT À L'ÉCOLE

Est-ce que les questions suivantes faisaient vraisemblablement l'objet de cette étude ?
Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des questions.

Est-ce que cette question faisait vraisemblablement l'objet de cette étude ?	Oui ou Non ?
Que faut-il faire pour pasteuriser du lait ?	Oui / Non
Quel effet cela a-t-il sur les élèves de boire une ration supplémentaire de lait ?	Oui / Non
Quel effet la pasteurisation du lait a-t-elle sur la croissance des enfants ?	Oui / Non
Quel effet cela a-t-il sur la santé des élèves de vivre dans différentes régions d'Écosse ?	Oui / Non

Question 2 : LE LAIT À L'ÉCOLE

En moyenne, les enfants qui ont reçu du lait pendant l'étude ont davantage grandi et ont pris plus de poids que les enfants qui n'ont pas reçu de lait.

Une des conclusions possibles de cette étude est donc que les enfants qui boivent beaucoup de lait grandissent plus vite que ceux qui ne boivent pas beaucoup de lait.

Pour qu'on puisse avoir confiance dans cette conclusion, citez une condition qui devait être remplie par les deux groupes d'élèves étudiés.



ATTITUDES ENVERS LA SCIENCE

Les attitudes des individus jouent un rôle important dans l'intérêt et l'attention qu'ils accordent à la science et à la technologie, en général, et à des questions qui les touchent personnellement, en particulier, ainsi que dans leurs réactions à leur propos. L'enseignement des sciences vise notamment à développer chez les élèves des attitudes qui les incitent à s'intéresser aux questions scientifiques et ensuite à acquérir des connaissances scientifiques et technologiques et à les appliquer à leur bénéfice personnel et au bénéfice de la société et du monde.

Le cycle PISA 2006 a adopté une approche novatrice pour évaluer les attitudes des élèves dans le cadre de l'évaluation de la *culture scientifique*. D'une part, le questionnaire « Élève » amène les élèves à exprimer ce qu'ils pensent de la science et, d'autre part, des items intégrés dans les épreuves cognitives de sciences sondent leurs attitudes envers les questions soulevées.

La priorité accordée aux attitudes à l'égard de la science repose sur l'hypothèse selon laquelle la *culture scientifique* d'une personne dépend aussi de ses attitudes, de ses convictions, de ses inclinations, de sa perception de son efficacité, de ses valeurs et, en définitive, de son comportement. L'inclusion des attitudes et les dimensions retenues dans le cycle PISA 2006 se fondent sur la structure conceptuelle proposée par Klopfer (1976) pour la définition du domaine affectif dans l'éducation scientifique ainsi que sur une revue de la littérature sur les attitudes (par exemple, Gardner, 1975 et 1984 ; Gauld et Hukins, 1980 ; Blosser, 1984 ; Laforgia, 1988 ; Schibeci, 1984).

Le cycle PISA 2006 évalue les attitudes des élèves sous trois aspects : *l'intérêt pour la science, la valeur accordée à la démarche scientifique et le sens des responsabilités à l'égard des ressources et de l'environnement* (voir la figure 1.6). Ces dimensions ont été retenues parce qu'elles permettent d'établir un profil international de l'attitude générale des élèves vis-à-vis de la science, de leurs attitudes et de leurs valeurs scientifiques spécifiques, ainsi que de leur sentiment de responsabilité à l'égard de questions d'ordre scientifique qui sont susceptibles d'avoir des répercussions tant nationales qu'internationales. Signalons qu'il ne s'agit pas ici d'une évaluation des attitudes des élèves à l'égard des programmes de sciences qu'ils suivent à l'école ou de leurs professeurs de sciences. Les résultats sont destinés à fournir des informations sur un problème émergeant : la diminution des proportions des jeunes qui optent pour des études scientifiques.

La dimension *intérêt pour la science* a été retenue en raison de la relation bien établie entre intérêt et rendement scolaire, décisions prises en matière de choix de programmes d'études ou de carrières professionnelles et apprentissage tout au long de la vie. La relation entre l'intérêt de l'individu pour les sciences et son rendement fait l'objet de recherches depuis plus de 40 ans, bien que le débat sur le lien de cause à effet soit encore en cours (voir par exemple Baumert et Köller, 1998 ; Osborne, Simon et Collins, 2003). L'évaluation PISA de la *culture scientifique* se penche sur l'intérêt des élèves pour les sciences à divers égards : leur engagement dans des problèmes de société relatifs aux sciences, leur volonté d'acquérir des connaissances et des compétences scientifiques et le fait qu'ils envisagent ou non une carrière professionnelle dans un secteur lié aux sciences.

La dimension *valeur accordée à la démarche scientifique* peut être considérée comme un objectif fondamental de l'enseignement des sciences et mérite à ce titre d'être étudiée comme telle. Il s'agit d'une dimension proche de celle identifiée par Klopfer (1971) sous le nom d'« Adoption d'attitudes scientifiques ». Accorder de la valeur à la démarche scientifique implique que l'élève estime



important, dans des situations de la vie impliquant les sciences, que les moyens utilisés pour recueillir des données soient scientifiques, qu'il valorise la pensée créative, les raisonnements rationnels, l'esprit critique et la communication des conclusions que l'on a tirées. Parmi les aspects couverts par le cycle PISA 2006, citons l'utilisation de données (de connaissances) pour guider les décisions, la confiance dans le raisonnement logique et la rationalité lors de la formulation de conclusions.

Enfin, la dimension *responsabilité à l'égard des ressources et de l'environnement* fait partie des préoccupations contemporaines au niveau international et s'avère pertinente pour l'économie. Un corps important de recherches existe dans ce domaine depuis les années 1970 (voir par exemple Bogner et Wiseman, 1999 ; Eagles et Demare, 1999 ; Weaver, 2002 ; Rickinson, 2001). En décembre 2002, les Nations unies ont approuvé la résolution 57/254 déclarant que la période de dix ans commençant le 1^{er} janvier 2005 sera la « Décennie des Nations unies pour l'éducation en vue du développement durable » (UNESCO, 2003). Le Plan international de mise en œuvre de la Décennie (UNESCO, septembre 2005) identifie l'environnement comme l'une des trois sphères du développement durable, aux côtés de la société (et de la culture) et de l'économie, à inclure dans tous les programmes d'éducation relatifs au développement durable.

Dans le cycle PISA 2006, des informations sur les attitudes des élèves sont recueillies à la fois dans le questionnaire « Élève » et dans des items contextualisés inclus dans les épreuves cognitives (des questions à propos des attitudes sont posées immédiatement après les items cognitifs sur le même thème) (voir l'encadré 1.2). Le questionnaire « Élève » est conçu pour recueillir, hors contexte, des informations sur les attitudes des élèves dans les trois dimensions décrites ci-dessus, à savoir *l'intérêt pour les sciences, la valeur accordée à la démarche scientifique et la responsabilité à l'égard des ressources et de l'environnement*. Ce questionnaire comporte aussi des questions sur l'engagement des élèves à l'égard de la science (perception de l'efficacité personnelle, plaisir pour les sciences et fréquence des activités scientifiques en dehors du milieu scolaire) ainsi que sur la valeur que les élèves accordent à la science dans leur vie personnelle (poursuite des études et choix de carrière) et dans la vie de la société (par exemple les avantages sociaux et économiques).

Les items « contextualisés » portent sur l'intérêt de l'apprentissage en sciences et sur la valeur accordée à la démarche scientifique. Ils constituent une « valeur ajoutée » dans le dispositif d'évaluation, puisqu'ils fournissent des données permettant de déterminer, pour chacune des dimensions, si les attitudes des élèves diffèrent selon qu'elles sont évaluées en contexte ou hors contexte, si elles varient en fonction des contextes et si elles présentent une corrélation avec la performance par unité. L'un des aspects de la dimension *intérêt pour la science*, en l'occurrence *l'intérêt pour l'apprentissage à propos de la science*, et la dimension *valeur accordée à la démarche scientifique* sont évalués par le biais d'items intégrés dans les épreuves cognitives qui s'inscrivent dans des contextes *personnels, sociaux et globaux*.

Le cycle PISA 2006 donnera aux décideurs des pays participants des informations importantes pour la politique de l'éducation. Le fait de combiner les données obtenues au travers du questionnaire « Élève » et des items d'attitude incorporés dans les épreuves cognitives devrait ouvrir des pistes nouvelles pour l'étude des facteurs susceptibles de déterminer chez les élèves des comportements caractéristiques d'individus scientifiquement cultivés. Comme la littérature portant sur la corrélation entre attitudes et performances en sciences fait état de résultats contradictoires, il reste à étudier la corrélation entre les attitudes des élèves recueillies grâce au questionnaire et aux items



d'attitude inclus dans les épreuves cognitives (*intérêt pour la science, valeur accordée à la démarche scientifique et responsabilité à l'égard des ressources et de l'environnement*) et leurs performances. D'autres données recueillies à l'aide du questionnaire « Élève » (en particulier sur l'engagement des élèves dans l'étude des sciences et leurs comportements relatifs aux sciences) seront également incluses et mises en relation avec leurs performances.

ÉVALUATION DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE

Caractéristiques du test

En accord avec la définition de la *culture scientifique* adoptée par l'enquête PISA, les questions (items) demandent aux élèves de mettre en œuvre des compétences scientifiques (voir la figure 1.3) et d'appliquer des connaissances scientifiques (voir les figures 1.4 et 1.5) dans divers contextes (voir la figure 1.2). Cela reflète certains aspects des attitudes des élèves à l'égard des matières scientifiques (voir la figure 1.6).

Figure 1.6 ■ Dimensions des attitudes dans l'évaluation PISA 2006

Intérêt pour la science

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

Valeur accordée à la démarche scientifique

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

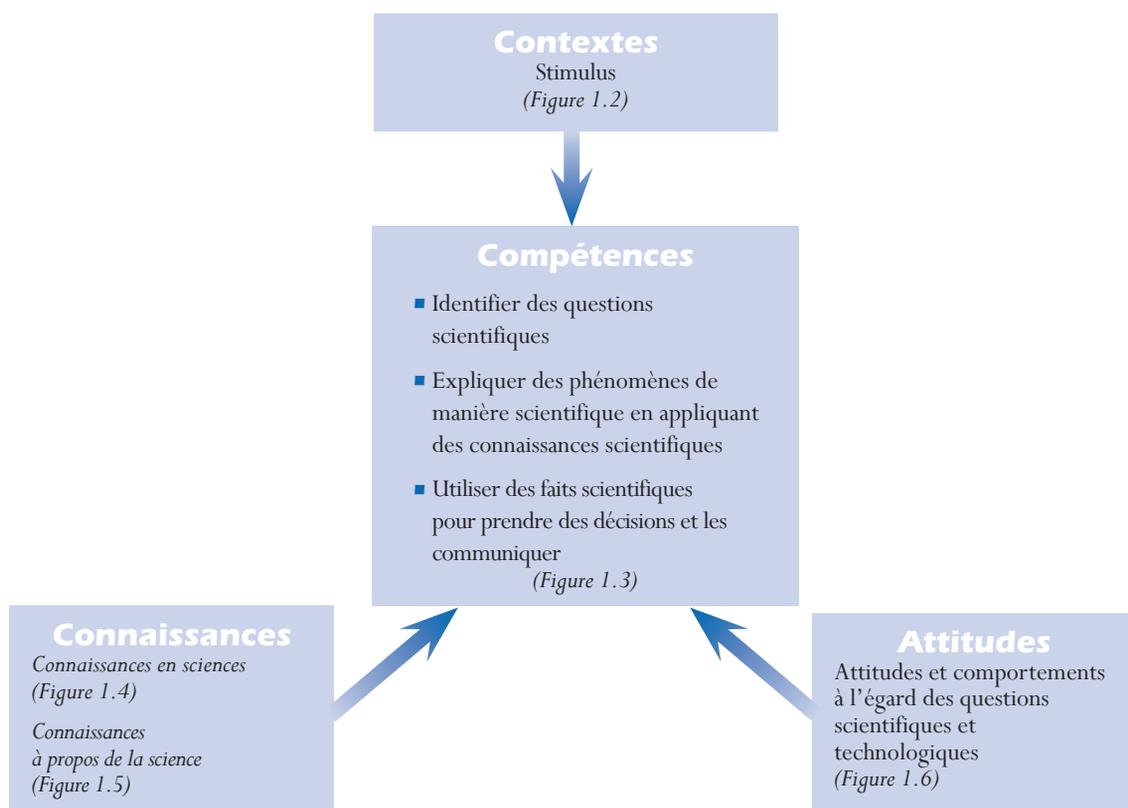
Responsabilité vis-à-vis des ressources et de l'environnement

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

Variante de la figure 1.1, la figure 1.7 présente les composantes fondamentales du cadre d'évaluation de la *culture scientifique* PISA 2006 d'une manière qui facilite la mise en relation de ce cadre d'évaluation avec la structure et le contenu des unités de test. Ce schéma peut être utilisé comme outil de synthèse, pour planifier les exercices d'évaluation, et comme outil d'analyse, pour étudier les résultats des exercices d'évaluation standard. L'élaboration des unités d'évaluation peut se baser sur les contextes qui servent de stimulus, les compétences requises pour pouvoir répondre aux questions ou les connaissances et attitudes qui sont au cœur de l'exercice.



Figure 1.7 ■ Outil d'élaboration et d'analyse des unités et des items d'évaluation



Les unités comportent chacune un stimulus particulier, qui peut se présenter sous la forme d'un texte court, éventuellement accompagné d'un tableau, d'un graphique ou d'un diagramme. Chaque unité comprend une série d'items qui sont indépendants les uns des autres en termes de correction et qui se présentent sous divers formats, comme le montrent les trois exemples d'unité (*ATTRAPER L'ASSASSIN*, *LE PALUDISME* et *LE LAIT À L'ÉCOLE*) évoqués ci-dessus et les exemples supplémentaires proposés dans l'annexe A.

La structure des tests PISA a été choisie parce qu'elle permet de placer les unités dans des contextes qui sont aussi réalistes que possible et qui reflètent la complexité des situations de la vie réelle, tout en exploitant au mieux le temps de passation. Poser plusieurs questions différentes dans la même situation au lieu de poser des questions isolées à propos d'un grand nombre de situations présente l'avantage de réduire le temps nécessaire aux élèves pour comprendre le sujet. Toutefois, il faut veiller à ce que les scores attribués aux divers items d'une même unité soient indépendants les uns des autres. De surcroît, comme cette approche réduit le nombre de contextes différents, il importe de proposer un éventail approprié de situations pour minimiser le biais résultant de leur sélection.

Les unités de test du cycle PISA 2006 comptent jusqu'à quatre items cognitifs conçus pour évaluer les compétences scientifiques des élèves. Chaque item met en jeu une des compétences scientifiques et fait appel soit à des *connaissances en sciences*, soit à des *connaissances à propos de la science*. Dans la plupart des cas, les unités évaluent plus d'une catégorie de compétence et plus d'une catégorie de connaissances (dans des items différents).



Quatre formats d'items sont utilisés pour évaluer les compétences et les connaissances scientifiques identifiées dans le cadre d'évaluation. Un tiers environ des items sont des items à choix multiple (simple) qui demandent aux élèves de choisir leur réponse parmi les quatre options proposées. Un autre tiers des items sont des items à réponse construite courte, comme la question n° 1 de l'unité *LE PALUDISME* (Sciences-Exemple n° 2), ou des items à choix multiple complexe. La question n° 1 de l'unité *LE LAIT À L'ÉCOLE* (Sciences-Exemple n° 3) est un exemple typique d'item à choix multiple complexe : les élèves doivent répondre par « OUI » ou « NON » à une série de questions associées les unes aux autres. Le dernier tiers d'items sont des items à réponse construite ouverte, comme la question n° 2 de l'unité *LE LAIT À L'ÉCOLE* (Sciences-Exemple n° 3), qui demandent aux élèves de développer leur réponse.

Les items à choix multiple et à réponse construite courte permettent d'évaluer d'une manière valide la plupart des processus cognitifs relevant des trois catégories de compétence scientifique, tandis que les items à réponse ouverte servent plutôt à évaluer la capacité des élèves à communiquer.

La majorité des items sont codés de manière dichotomique (réponse correcte ou non), mais certains items à choix multiple complexe et à réponse ouverte peuvent faire l'objet d'un crédit partiel, si les élèves ont répondu en partie correctement à la question. Des consignes de codage détaillées sont fournies pour définir les codes « Crédit complet », « Crédit partiel » et « Pas de crédit » attribués aux réponses à ces items. Ces catégories servent à classer les réponses des élèves en trois groupes en fonction de la compétence manifestée par les élèves dans leur manière de répondre à l'item. Le code « Crédit complet » est attribué aux réponses qui, même si elles ne sont pas « absolument » correctes d'un point de vue scientifique, témoignent d'un niveau de compréhension de la matière évaluée qui peut être considéré comme adéquat pour un jeune de 15 ans doté d'une *culture scientifique* solide. Le code « Crédit partiel » s'applique aux réponses moins sophistiquées ou moins correctes. Enfin, le code « Pas de crédit » est attribué aux réponses totalement erronées, hors sujet ou manquantes. La question n° 1 de l'unité *LE PALUDISME* (Sciences-Exemple n° 2) est un item à crédit partiel, dont les consignes de codage sont reprises dans Sciences-Exemple n° 4.

Sciences - Exemple n° 4 : LE PALUDISME (consignes de correction de la question n° 1)

Crédit complet

Code 2 : Les trois réponses sont correctes. Dans l'ordre : [1 et 3] ; [2] ; [1, 3 et 4].

Crédit partiel

Code 1 : Deux rangées correctes sur trois

OU

Une (ou plusieurs) réponse(s) correcte(s) par rangée, mais sans aucune réponse incorrecte

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission



La plupart des nouvelles unités des épreuves de sciences du cycle PISA 2006 comprennent également un ou deux items permettant d'évaluer les attitudes des élèves dans une des deux ou dans les deux dimensions décrites ci-dessus : *l'intérêt pour l'apprentissage à propos de la science* et *la valeur accordée à la démarche scientifique*. La question n° 3 de l'unité *ATTRAPER L'ASSASSIN*, proposée dans Sciences-Exemple n° 5, illustre ce type d'item. Pour y répondre, les élèves doivent indiquer à quel point ils s'intéressent à trois tâches, ce qui permet d'évaluer s'ils souhaitent en apprendre davantage à propos des applications scientifiques en criminologie. Le format des catégories de réponses est unipolaire (« Cela m'intéresserait beaucoup », « Cela m'intéresserait moyennement », « Cela m'intéresserait peu » et « Cela ne m'intéresserait pas »). Ce format a été retenu au détriment du format bipolaire habituel (« Tout à fait d'accord », « D'accord », « Pas d'accord » et « Pas du tout d'accord ») en vue de réduire l'impact de la désirabilité sociale des réponses.

Sciences - Exemple n° 5 : ATTRAPER L'ASSASSIN (item d'attitude)

Question 3 : ATTRAPER L'ASSASSIN

Dans quelle mesure seriez-vous intéressé(e) par les compléments d'information suivants ?

Ne cochez qu'une seule case par rangée

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
a) En savoir plus sur l'utilisation de l'ADN pour résoudre les crimes.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Apprendre davantage de détails sur l'établissement des profils d'ADN.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Mieux comprendre comment des crimes peuvent être résolus en utilisant la science.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Dans les épreuves PISA soumises aux élèves, les items qui portent sur les attitudes se présentent sous un format distinct, en l'occurrence dans des cadres sur fond gris, pour rappeler aux élèves qu'ils doivent cocher la case correspondant à leur opinion. De plus, les explications suivantes sont données aux élèves dans les consignes générales, au début des carnets de test :

Certaines des questions portent sur votre attitude ou votre point de vue sur certains sujets. Ces questions ne se présentent pas de la même façon que les autres : elles apparaissent dans un cadre sur fond gris. IL N'Y A PAS DE « BONNE » OU DE « MAUVAISE » RÉPONSE à ces questions et ces réponses n'interviendront pas dans le calcul de votre score. L'important, c'est que vous y répondiez sincèrement.

Pour comprendre les items des épreuves de *culture scientifique* et y répondre, les élèves doivent faire appel à leur *compétence en lecture*, ce qui pose la question du niveau d'exigence des items en termes de lecture. Le stimulus et les questions doivent être aussi clairs, simples et brefs que possible, tout en traduisant de manière appropriée les informations nécessaires. Le nombre de concepts introduits dans chacun des paragraphes est limité et les questions qui évaluent davantage la *compréhension de l'écrit* ou la *culture mathématique* que la *culture scientifique* sont écartées.



Structure de l'évaluation de la culture scientifique

Il est important de veiller à une bonne répartition des items selon les diverses compétences du cadre de *culture scientifique* qu'ils servent à évaluer. La figure 1.8 montre la répartition des items entre les deux composantes, soit les *connaissances en sciences* et les *connaissances à propos de la science*, et la répartition souhaitable des pourcentages de points de score par catégorie.

Figure 1.8 ■ Répartition souhaitable des points de scores entre les catégories de connaissances

<i>Connaissances en sciences</i>	Pourcentage de points de score
Systèmes physiques	15-20
Systèmes vivants	20-25
Systèmes de la Terre et de l'univers	10-25
Systèmes technologiques	5-10
<i>Sous-total</i>	60-65
<i>Connaissances à propos de la science</i>	
Démarche scientifique	15-20
Explication scientifique	15-20
<i>Sous-total</i>	35-40
Total	100

La figure 1.9 montre la répartition souhaitable des items entre les compétences scientifiques.

Figure 1.9 ■ Répartition souhaitable des points de scores entre les compétences scientifiques

<i>Compétences scientifiques</i>	Pourcentage de points de score
Identifier des questions d'ordre scientifique	25-30
Expliquer des phénomènes de manière scientifique	35-40
Utiliser des faits scientifiques	35-40
Total	100

Les items sont répartis par contexte personnel, social et global selon un rapport approximatif de 1:2:1. Un large éventail d'applications ont été utilisées dans les unités compte tenu des diverses contraintes évoquées dans les deux paragraphes ci-dessus.

Quelque 60 % des unités contiennent un ou deux items d'attitude conçus pour évaluer *l'intérêt des élèves pour l'apprentissage à propos de la science et la valeur qu'ils accordent à la démarche scientifique*. Ces items d'attitude représentent environ 11 % du temps de passation. Pour faciliter la comparaison des performances dans le temps, les items d'ancrage tirés des deux évaluations PISA précédentes ne contiennent pas d'items d'attitude.



Échelles de culture scientifique

L'élaboration d'échelles de compétence constitue un objectif essentiel de l'enquête PISA. La mise au point d'une échelle est un processus itératif : les descriptions initiales (fondées sur les résultats des essais de terrain et des cycles PISA 2000 et 2003 et s'appuyant en outre sur l'expérience accumulée aux cours d'enquêtes antérieures sur le rendement de l'enseignement des sciences et sur les résultats d'autres recherches sur l'apprentissage et le développement cognitif en sciences) sont donc susceptibles d'être modifiées à la lumière des données recueillies lors de ce cycle et des cycles ultérieurs.

L'élaboration des échelles est facilitée par l'inclusion d'items d'un degré très variable de difficulté. Les facteurs qui déterminent le degré de difficulté des items des épreuves de sciences sont les suivants :

- La complexité générale du contexte
- La mesure dans laquelle la terminologie, les idées et les processus scientifiques sont familiers
- La longueur du cheminement logique pour répondre aux questions, c'est-à-dire le nombre d'étapes à franchir pour parvenir à une réponse adéquate et le degré d'interdépendance de chaque étape par rapport aux étapes précédentes
- La mesure dans laquelle des idées ou des concepts scientifiques abstraits sont requis dans la réponse
- Le niveau de raisonnement, de compréhension et de généralisation requis pour poser des jugements, tirer des conclusions et donner des explications

Les résultats du cycle PISA 2000 (où l'information recueillie a été relativement limitée, puisque les sciences étaient un domaine mineur) ont été rapportés sur une échelle de compétence dont la moyenne a été fixée à 500 points et l'écart type, à 100 points. Il n'a pas été possible de distinguer des niveaux de compétence proprement dits, mais bien de décrire ce que sont capables de faire les élèves dont le score se situe à trois niveaux différents de l'échelle (OCDE, 2001) :

- Au sommet de l'échelle de *culture scientifique* (soit un résultat de l'ordre de 690 points), les élèves sont généralement capables de créer ou d'utiliser des modèles conceptuels pour faire des prévisions ou donner des explications ; d'analyser des recherches scientifiques, par exemple, pour comprendre la manière dont une expérience est conçue ou identifier la nature de ce qui est testé ; de comparer des données pour évaluer des points de vue alternatifs ou des perspectives différentes ; et, enfin, de communiquer des arguments et/ou des descriptions scientifiques de manière précise et détaillée.
- Les élèves qui obtiennent un résultat de l'ordre de 550 points sont capables d'utiliser des concepts scientifiques pour faire des prévisions ou fournir des explications ; de reconnaître des questions qui peuvent être résolues par des recherches scientifiques et/ou de repérer des détails impliqués par une recherche scientifique ; et de sélectionner les informations pertinentes parmi des données pour en tirer ou évaluer des conclusions.
- Le bas de l'échelle de *culture scientifique* correspond à un résultat de l'ordre de 400 points. À ce niveau, les élèves sont capables de se remémorer des connaissances factuelles scientifiques simples (par exemple, des noms, des faits, de la terminologie et des règles simples) et d'utiliser des connaissances scientifiques courantes pour tirer ou évaluer des conclusions.

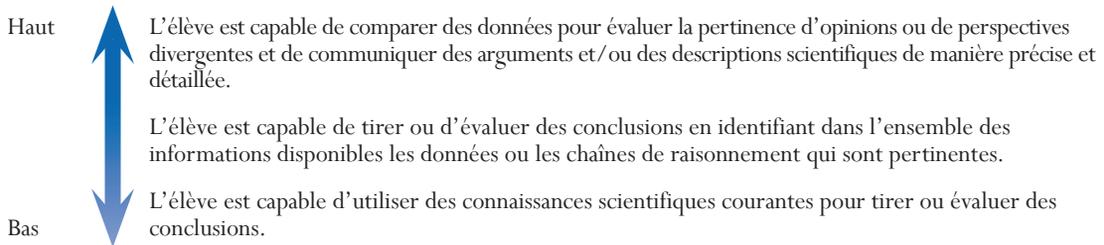
Les résultats de l'évaluation PISA 2003 de la *culture scientifique* ont été présentés de la même façon qu'en 2000 (OCDE, 2004). En revanche, comme la science est le domaine majeur d'évaluation du



cycle PISA 2006, l'accroissement du temps de passation disponible devrait permettre l'élaboration d'échelles distinctes concernant les deux catégories de connaissances ou les compétences scientifiques.

Les performances des élèves lors des cycles PISA 2000 et 2003 ont été rapportées sur une échelle de *culture scientifique* construite sur la base des compétences scientifiques présentées dans la figure 1.3. L'examen de ces descriptions donne une idée du « squelette » de chacune des échelles de compétence du cycle PISA 2006. À titre d'exemple, l'échelle de compétence obtenue dans la catégorie *utiliser des faits scientifiques* est représentée dans la figure 1.10.

Figure 1.10 ■ Exemple d'échelle portant sur une compétence



Par ailleurs, il sera probablement possible de mettre au point des sous-échelles distinctes portant sur les *connaissances en sciences* et sur les *connaissances à propos de la science*. Dans cette hypothèse, les compétences seraient au cœur de la description des niveaux de ces sous-échelles. Les décisions concernant les échelles de compétence et le nombre de niveaux à identifier seront prises au terme de l'analyse des résultats du cycle PISA 2006.

Enfin, il devrait être possible également d'élaborer des échelles fidèles sur la base des dimensions *intérêt pour les sciences* et *valeur accordée à la démarche scientifique* évaluées au travers des items d'attitude intégrés dans les épreuves cognitives et du questionnaire « Élève ». Une échelle de *responsabilité à l'égard des ressources et de l'environnement* sera construite sur la base des données recueillies par le biais du questionnaire « Élève ».

Les « scores » des items d'attitude ne seront pas inclus dans un indice (ou score global) de *culture scientifique*, mais seront une composante du profil de *culture scientifique* des élèves.

SYNTHÈSE

Les sciences sont élevées pour la première fois au rang de domaine majeur d'évaluation d'un cycle PISA. La notion de *culture scientifique* est décrite de manière plus approfondie par rapport aux deux cycles précédents et une innovation importante a été introduite dans l'approche d'évaluation : les réactions des élèves face à des questions scientifiques sont évaluées, non seulement dans un questionnaire annexe, mais aussi dans des items d'attitude qui sont joints aux items cognitifs portant sur ces questions scientifiques. Par ailleurs, l'accent est mis sur la compréhension de la nature de la science et sur sa méthodologie (les *connaissances à propos de la science*) et sur le rôle des applications technologiques.



La définition de la *culture scientifique* retenue lors du cycle PISA 2006 se fonde sur cette question : quels sont les savoirs, les valeurs et les savoir-faire que les jeunes de 15 ans doivent posséder pour être prêts à vivre dans la société contemporaine ? Au cœur de cette définition et de l'évaluation de la *culture scientifique* se trouvent les compétences caractéristiques de la science et de la démarche scientifique. La capacité des élèves à mettre ces compétences en œuvre dépend de leurs connaissances scientifiques (c'est-à-dire les connaissances à propos du monde naturel et les connaissances à propos de la science elle-même) et de leurs attitudes à l'égard des questions scientifiques.

Ce cadre décrit et illustre les attitudes, les compétences et les connaissances scientifiques évaluées lors du cycle PISA 2006 (voir la figure 1.11) ainsi que les contextes des items. Les items sont regroupés dans des unités qui commencent toutes par un stimulus définissant leur contexte. Les items se présentent sous plusieurs formats et certains d'entre eux peuvent faire l'objet d'un crédit partiel. Des items d'attitude, qui représentent 11 % environ du temps de passation, sont prévus dans plus de la moitié des unités.

Figure 1.11 ■ Composantes majeures de l'évaluation de la culture scientifique lors du cycle PISA 2006

Compétences	Connaissances	Attitudes
Identifier des questions d'ordre scientifique	<i>Connaissances en sciences:</i> Systèmes physiques Systèmes vivants Systèmes de la Terre et de l'univers Systèmes technologiques <i>Connaissances à propos de la science:</i> Démarche scientifique Explications scientifiques	Intérêt pour la science ¹
Expliquer des phénomènes de manière scientifique		Valeur accordée à la démarche scientifique
Utiliser des faits scientifiques		Responsabilité à l'égard des ressources et de l'environnement ²

1. Des items intégrés dans les épreuves cognitives évaluent l'intérêt pour l'apprentissage à propos de la science.
2. Cette composante n'est pas évaluée via des items intégrés dans les épreuves cognitives.

Le rapport entre les items sur les connaissances *en sciences* et les items sur les connaissances *à propos de la science* est d'environ 3:2. Chacune des trois compétences scientifiques est évaluée dans 25 % au moins des items. Cette approche devrait permettre d'élaborer des échelles sur la base de chaque compétence ou de chacune des deux catégories de connaissances et d'identifier des niveaux de compétence. Il devrait également être possible de construire des échelles sur la base des attitudes faisant l'objet des items intégrés dans les épreuves cognitives.

L'annexe A propose d'autres exemples pour illustrer le cadre d'évaluation de la *culture scientifique*.



Notes

1. Dans le présent cadre d'évaluation, l'expression « monde naturel » renvoie aussi aux changements induits par l'activité de l'homme, dont le « monde matériel » conçu et façonné par les technologies.
2. Le concept de « culture scientifique » retenu dans l'enquête PISA peut être comparé à la définition du terme « compétence » dans l'ouvrage *Definition and Selection of Competencies* (DeSeCo) (OCDE, 2003 b) : tous deux incluent non seulement les savoirs et les savoir-faire, mais aussi les attitudes et les valeurs.
3. On ne part pas de l'hypothèse que les élèves connaissent le mode de conception ou le fonctionnement interne d'applications technologiques (par exemple, les avions, les moteurs ou les ordinateurs).

Compréhension de l'écrit



DÉFINITION DU DOMAINE

La définition de la lecture et de la *compréhension de l'écrit* a évolué au fil du temps, parallèlement aux évolutions sociétales, économiques et culturelles. Le concept d'apprentissage, et plus particulièrement celui d'apprentissage tout au long de la vie, a élargi la notion de *compréhension de l'écrit* et a multiplié les exigences qui y sont associées. La littératie n'est plus considérée comme une faculté acquise uniquement pendant l'enfance et les premières années de scolarisation. Elle est désormais définie comme un ensemble dynamique de connaissances, de compétences et de stratégies que les individus étoffent tout au long de leur vie dans les diverses situations qui se présentent à eux et par les interactions avec leurs semblables et les communautés dans lesquelles ils vivent.

Au cours d'un processus de recherche de consensus auquel ont participé le groupe d'experts chargé de la lecture et les groupes de conseillers de l'enquête PISA, la définition suivante de la *compréhension de l'écrit* a été adoptée :

Comprendre l'écrit, c'est non seulement comprendre et utiliser des textes écrits, mais aussi réfléchir à leur propos. Cette capacité devrait permettre à chacun de réaliser ses objectifs, de développer ses connaissances et son potentiel et de prendre une part active dans la société.

Cette définition va au-delà du simple décodage et de la compréhension littérale. Elle implique la compréhension et l'utilisation de l'écrit, mais aussi la réflexion à son propos à différentes fins. Elle prend donc en considération le rôle actif et interactif que joue le lecteur lorsqu'il dégage du sens de textes écrits. Elle reconnaît par ailleurs le large éventail de situations dans lesquelles la *compréhension de l'écrit* intervient pour les jeunes adultes : de la vie privée à la vie publique, de l'école au travail, au cours de toute une vie d'apprentissage et de citoyenneté active. Elle exprime l'idée que la *compréhension de l'écrit* permet l'accomplissement des aspirations individuelles, qu'il s'agisse d'aspirations bien définies – obtenir un diplôme ou trouver un emploi, par exemple – ou d'aspirations moins immédiates, qui concernent l'épanouissement personnel de l'individu. La *compréhension de l'écrit* fournit également au lecteur un ensemble d'outils linguistiques dont il a de plus en plus besoin pour répondre aux exigences de nos sociétés modernes avec leurs institutions officielles, leurs grandes administrations et leurs systèmes juridiques complexes.

Les lecteurs réagissent de différentes manières à un texte donné à mesure qu'ils cherchent à utiliser et comprendre ce qu'ils lisent. Ce processus dynamique met en jeu de multiples facteurs, dont certains peuvent être opérationnalisés dans des évaluations à grande échelle telles que l'enquête PISA : la situation de lecture, la structure du texte et les caractéristiques des questions qui sont posées à son sujet. Ces facteurs sont tous considérés comme des éléments importants du processus de compréhension de l'écrit et ont été pris en compte lors de la conception des items utilisés lors des épreuves.

Pour utiliser les formats de texte, les situations et les caractéristiques des items de test lors de la conception des tâches d'évaluation et, plus tard, lors de l'interprétation des résultats, il a fallu opérationnaliser ces éléments. En d'autres termes, il a fallu spécifier la valeur et le champ d'application de chacune des composantes, ce qui a permis de classer les tâches par catégorie, de sorte que la pondération de chaque composante puisse être prise en considération lors de l'assemblage définitif de l'épreuve d'évaluation.

FORMAT DE TEXTE

La distinction entre les textes continus et non continus est l'une des dimensions essentielles sur lesquelles se fonde l'organisation de l'enquête PISA.

- Les *textes continus* sont constitués de phrases, elles-mêmes organisées en paragraphes. Ils peuvent s'inscrire dans des structures plus vastes, telles que des sections, des chapitres et des livres. La classification principale des textes continus se fonde sur leur objectif rhétorique, c'est-à-dire sur le type de texte.
- Les *textes non continus* (ou documents, ainsi qu'on les désigne parfois) peuvent être classés de deux manières. La première est l'approche par la structure formelle qu'ont utilisée Kirsch et Mosenthal (1989-1991) dans leurs travaux. Ces auteurs distinguent les textes non continus selon la manière dont sont agencées les listes sous-jacentes. Leur approche est utile pour comprendre les similitudes et les différences entre les types de textes non continus. L'autre approche classe les textes en fonction d'une description des formats rencontrés habituellement. C'est celle-ci qu'a adoptée l'enquête PISA pour classer les textes non continus.

Textes continus

Les types de texte correspondent à des façons standardisées de classer des textes continus, en fonction de leur contenu et de l'objectif de leur auteur.

- Le texte *narratif* est un type de texte où l'information concerne les propriétés des objets dans le temps. La narration répond généralement à la question « quand... ? » ou à la question « dans quel ordre... ? ».
- Le texte *informatif* est un type de texte dans lequel l'information se présente sous la forme d'un ensemble de concepts ou de *constructs*¹ mentaux, ou encore sous la forme d'éléments constitutifs de ces concepts et *constructs*. Le texte fournit une explication sur la façon dont ces composantes s'organisent pour former un tout significatif et répondent souvent à la question « comment... ? ».
- Le texte *descriptif* est un type de texte où l'information porte sur les propriétés des objets dans l'espace. La question typique à laquelle les textes descriptifs apportent une réponse est « qu'est-ce que... ? ».
- Le texte *argumentatif* est un type de texte qui présente des propositions relatives aux rapports entre des concepts ou d'autres propositions. Les textes argumentatifs répondent souvent à la question « pourquoi... ? ». Une autre sous-catégorie importante des textes argumentatifs est celle des textes persuasifs.
- Le texte de *directives* (appelé parfois texte injonctif) est un type de texte qui fournit des directives sur ce qu'il faut faire. Parmi ces textes figurent les procédures, les règles, les règlements et les statuts qui spécifient les exigences concernant certains comportements.
- Le *document*, ou *fiche*, est un texte conçu pour standardiser et conserver l'information. Il se distingue souvent par des caractéristiques textuelles et structurelles extrêmement formalisées.



- L'*hypertexte* est un ensemble de fragments de textes reliés les uns aux autres de sorte que les unités peuvent être lues dans des ordres séquentiels différents, ce qui permet au lecteur d'emprunter différentes voies pour prendre connaissance de l'information.

Textes non continus

Les *textes non continus* sont organisés d'une autre manière que les textes continus et font dès lors appel à des démarches de lecture différentes. La classification des textes non continus en fonction de leur format, comme ci-dessous, permet de déterminer assez facilement le type de textes non continus qui peuvent être inclus dans l'évaluation.

- Les *diagrammes* et *graphiques* constituent des représentations iconiques de données. Ils sont utilisés dans les exposés scientifiques ainsi que dans des revues et des journaux pour présenter au public des informations chiffrées dans un format visuel.
- Les *tableaux* sont des matrices de colonnes et de lignes. Les entrées de chaque colonne et de chaque ligne ont généralement toutes des propriétés communes, ce qui fait que les titres des colonnes et des lignes font partie intégrante de la structure informative du texte. Parmi les tableaux les plus courants, citons les horaires, les feuilles de calcul, les formulaires de commande et les index.
- Les *schémas* accompagnent souvent les descriptions techniques (par exemple, pour illustrer les éléments d'un appareil électroménager), les textes informatifs et injonctifs (par exemple, pour présenter la façon d'installer un appareil électroménager). Il est souvent utile de faire la distinction entre les schémas décrivant une procédure (« comment faire ? ») et ceux décrivant un processus (« comment cela fonctionne-t-il ? »).
- Les *cartes* sont des textes non continus qui indiquent les relations géographiques entre des lieux. Il existe de nombreuses sortes de cartes. Les cartes routières indiquent les distances et les itinéraires entre des lieux donnés. Les cartes thématiques indiquent les rapports entre des endroits et des caractéristiques sociales ou physiques.
- Les *formulaires* sont des textes structurés et formatés qui demandent au lecteur de répondre de manière spécifique à des questions spécifiques. Ils sont utilisés par un grand nombre d'institutions pour recueillir des données. Ils comportent souvent des formats de réponse structurés ou pré-codés. Les déclarations d'impôt, les dossiers d'immigration, les demandes de visa, les fiches d'inscription, les questionnaires statistiques, etc. sont autant d'exemples de formulaires.
- Les *feuilles d'information* diffèrent des formulaires dans le sens où elles proposent une information au lieu de la demander. Elles résument l'information d'une façon structurée et dans un format tel que le lecteur peut facilement et rapidement localiser des données particulières. Les feuilles d'information peuvent contenir diverses formes de textes ainsi que des listes, des tableaux et des schémas et présenter une typographie sophistiquée (titres, polices, retraits, encadrements, etc.) pour résumer ou mettre en évidence l'information. Les horaires, les tarifs, les catalogues et les programmes sont des exemples de ce type de texte non continu.
- Les *affiches* et les *publicités* sont des documents destinés à inviter le lecteur à faire quelque chose, par exemple acheter des marchandises ou des services, participer à des réunions ou à des rassemblements, élire une personne à une fonction officielle, etc. Le but de ces documents est de persuader le lecteur. Ils offrent quelque chose et, en même temps, requièrent de l'attention

et appellent à une action. Les réclames, les invitations, les assignations, les avertissements et les notices sont des exemples de ce type de format.

- Les *coupons* servent à certifier que leur titulaire est autorisé à bénéficier de tel ou tel service. L'information que contient le coupon doit être suffisante pour déterminer s'il est valide ou non. Les tickets, les factures, etc. sont des exemples typiques de coupons.
- Les *certificats* sont des écrits reconnaissant la validité d'un accord ou d'un contrat. C'est leur contenu qui est formalisé plutôt que leur format. Pour garantir la véracité de la déclaration contenue dans le document, ils requièrent en général la signature d'une ou de plusieurs personnes autorisées et qualifiées. Les garanties, les certificats scolaires, les diplômes, les contrats, etc., sont des documents qui présentent ces caractéristiques.

La répartition et la diversité des textes proposés aux élèves dans le cadre de l'enquête PISA constituent une caractéristique essentielle de cette évaluation. La figure 2.1 montre la répartition des tâches entre les textes continus et non continus qui a été adoptée lors du cycle PISA 2000, dont la *compréhension de l'écrit* est le domaine majeur d'évaluation, et lors des cycles PISA 2003 et 2006, dont elle est un domaine mineur d'évaluation. On voit que l'évaluation conçue pour ces trois cycles compte deux tiers environ d'items basés sur des textes continus. Dans cette catégorie, les textes les plus représentés, dans les trois cycles, sont des textes informatifs.

Figure 2.1 ■ Répartition des items de compréhension de l'écrit en fonction du format et du type de texte

Format et type de texte	Domaine majeur d'évaluation (PISA 2000)		Domaine mineur d'évaluation (PISA 2003 et 2006)	
	Pourcentage d'items par format et type de texte (%)		Pourcentage par format et type de texte dans l'ensemble des tests (%)	
Textes continus				
Narratifs	21	17	14	11
Informatifs	36	67	24	43
Descriptifs	14	17	9	11
Argumentatifs / persuasifs	20	-	13	-
Injonctifs	10	-	7	-
Total¹	100	100	68	64
Textes non continus				
Diagrammes et graphiques	37	20	12	7
Tableaux	29	40	9	14
Schémas	12	-	4	-
Cartes	10	10	3	4
Formulaires	10	30	3	11
Publicités	2	-	1	-
Total¹	100	100	34	37

1. En raison des arrondis, la somme des chiffres ne correspond pas systématiquement au total indiqué.



CARACTÉRISTIQUES DES ITEMS

Trois ensembles de variables sont concernés ici : les processus (ou aspects), qui décrivent la tâche à effectuer par les élèves ; les types d'items, qui indiquent comment les élèves sont appelés à exprimer leur réponse pour démontrer leur capacité à accomplir la tâche ; les consignes de correction, qui spécifient comment les réponses des élèves doivent être évaluées. Ces trois séries de variables sont présentées ci-dessous, mais c'est la première d'entre elles qui requiert le plus d'attention.

Cinq processus (aspects)

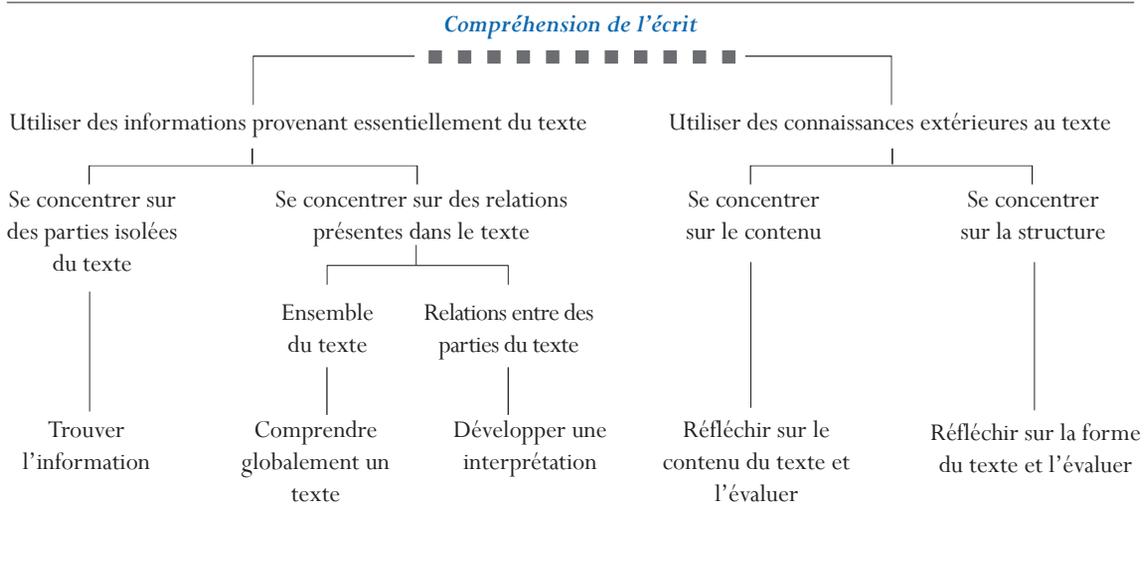
Pour tenter de simuler des situations authentiques de lecture, l'enquête PISA mesure les cinq processus suivants qui sont associés à la pleine compréhension d'un texte, qu'il soit de type continu ou non continu. Les élèves doivent montrer qu'ils sont capables d'appliquer chacun de ces processus :

- *Trouver de l'information*
- *Comprendre globalement un texte*
- *Développer une interprétation*
- *Réfléchir sur le contenu d'un texte et l'évaluer*
- *Réfléchir sur la forme d'un texte et l'évaluer*

La bonne compréhension d'un texte implique la mise en œuvre de tous ces processus. Quel que soit leur niveau global de compétence, tous les lecteurs doivent être capables de faire preuve d'un certain niveau de compétence pour chacun d'eux (Langer, 1995). Bien qu'il y ait des relations entre ces cinq aspects – chacun de ces aspects peut solliciter chez le lecteur plusieurs des mêmes savoir-faire sous-jacents –, la maîtrise de l'un n'entraîne pas nécessairement la maîtrise d'un autre. Certains considèrent ces aspects comme faisant partie du répertoire de tout lecteur à chaque étape de son développement, plutôt que comme un ensemble hiérarchisé ou séquentiel de compétences.

La figure 2.2 présente les caractéristiques fondamentales qui permettent de distinguer les cinq processus de la lecture mesurés dans l'enquête PISA. Bien que chaque processus y apparaisse de manière simplifiée, ce schéma fournit un cadre utile pour organiser et rappeler les rapports existant entre ces différents processus. Ainsi que le montre ce graphique, les cinq processus se distinguent en fonction de quatre caractéristiques différentes. La première est la mesure dans laquelle le lecteur doit utiliser des informations provenant essentiellement du texte ou doit aussi faire appel à des connaissances extérieures au texte. La seconde est la mesure dans laquelle le lecteur doit se concentrer sur des parties isolées du texte ou sur les relations qui existent entre les informations contenues dans le texte. En effet, le lecteur doit tantôt retrouver des informations isolées, tantôt montrer qu'il a compris les rapports unissant différentes parties de texte. La mesure dans laquelle le lecteur doit se concentrer sur l'ensemble du texte ou sur des relations entre certaines parties du texte constitue la troisième caractéristique distinctive. Enfin, la quatrième est la mesure dans laquelle il est demandé au lecteur de traiter le contenu ou la substance du texte ou de s'intéresser à sa forme, à sa structure. Les cinq processus de la lecture sont représentés à la dernière ligne de la figure 2.2, à l'extrémité des différentes branches. Il suffit de partir du haut du schéma et de suivre chaque branche pour voir quelles sont les caractéristiques qui sont associées à chacun des aspects.

Figure 2.2 ■ Caractéristiques distinctives des cinq processus (aspects) de la compréhension de l'écrit



Ci-dessous figure une ébauche de définition opérationnelle de ces processus de la compréhension d'un texte, visant notamment à les associer à des types d'items. Même si chacun des processus est présenté ci-après dans le cadre d'un texte unique, ils peuvent également concerner plusieurs textes lorsque ceux-ci constituent une seule unité dans l'évaluation. La description de chaque processus comprend deux parties. La première partie présente globalement le processus, tandis que la seconde décrit des manières spécifiques de l'évaluer.

Trouver l'information

Dans leur vie quotidienne, les lecteurs ont souvent besoin d'informations particulières. Ils peuvent avoir à trouver un numéro de téléphone, à vérifier l'heure de départ d'un autobus ou d'un train ou encore à découvrir un fait précis pour étayer ou réfuter une affirmation avancée par quelqu'un. Dans de telles situations, les lecteurs se mettent à la recherche d'informations isolées. À cet effet, ils doivent parcourir des documents pour chercher, localiser et sélectionner l'information qui leur sera utile. Le processus impliqué dans cet aspect de la lecture se situe le plus souvent au niveau de la phrase, bien que, dans certains cas, l'information puisse se situer dans plus d'une phrase ou être répartie dans différents paragraphes.

Dans les items de l'épreuve qui demandent de *trouver une information*, les élèves doivent établir une correspondance entre les informations fournies dans la question et celles qui figurent dans le texte, formulées de manière identique (correspondance littérale) ou non (correspondance par synonymie), puis utiliser cette correspondance pour découvrir la nouvelle information requise. Dans ce type de tâche, la localisation d'informations se fonde sur le texte lui-même et sur l'information explicite qu'il contient. Ces tâches de localisation demandent à l'élève de trouver des informations en se fondant sur les conditions ou les éléments spécifiés dans les questions ou les consignes. L'élève doit repérer ou identifier un ou plusieurs éléments essentiels (les personnages, le lieu, le moment, le décor, etc.) avant de rechercher un équivalent littéral ou synonyme.



Les items de localisation peuvent également impliquer différents niveaux d'ambiguïté. Ainsi, ils peuvent demander aux élèves de sélectionner dans un texte ou dans un tableau une information explicite, une indication de temps ou de lieu, par exemple. Une version plus difficile du même type d'item peut consister à trouver une information synonyme. Cette opération repose parfois sur une catégorisation ou sur une discrimination entre deux informations voisines. En faisant varier systématiquement les paramètres qui contribuent à la difficulté des items, nous pouvons mesurer les différents niveaux de compétence associés à ce processus de la compréhension.

Comprendre globalement un texte

Pour saisir globalement le texte qu'il a lu, le lecteur doit le considérer comme un tout, en avoir une vision d'ensemble. Divers types de tâches demandent une *compréhension globale* de la part du lecteur. Ainsi, les élèves peuvent faire preuve de leur compréhension initiale en identifiant le sujet traité ou le message principal ou en cernant l'objectif ou l'usage général du texte. Par exemple, ils doivent choisir ou imaginer le titre ou le thème du texte, expliquer l'ordre d'une série d'instructions simples ou identifier les dimensions principales d'un graphique ou d'un tableau. Les élèves peuvent également avoir à décrire le personnage principal, le décor ou le contexte d'une histoire, à identifier le thème ou le message d'un texte littéraire ou à expliquer l'objectif ou l'usage d'une carte ou d'un schéma.

Certaines des tâches relatives à ce processus peuvent demander aux élèves d'établir une correspondance entre un extrait donné du texte et la question. C'est notamment le cas lorsqu'une idée maîtresse ou un thème est formulé explicitement dans le texte. D'autres tâches peuvent requérir la concentration des élèves sur plus d'un passage spécifique du texte. C'est le cas, par exemple, lorsque le lecteur doit identifier le thème d'un texte à partir de la répétition d'une catégorie particulière d'informations. Sélectionner l'idée maîtresse d'un texte implique d'établir une hiérarchie parmi les idées et de choisir les plus générales et les plus dominantes. Une tâche de ce type permet de vérifier si les élèves sont capables d'établir une distinction entre les idées essentielles et les détails mineurs ou de reconnaître le thème principal résumé dans une phrase ou un titre.

Développer une interprétation

Cette opération demande aux lecteurs d'étendre leurs impressions initiales de façon à développer une compréhension plus spécifique ou plus complète de ce qu'ils ont lu. Les items de cette catégorie font appel à une compréhension logique. En effet, les lecteurs doivent se pencher sur l'organisation de l'information dans le texte. Pour ce faire, ils doivent montrer qu'ils ont compris la cohésion du texte, même s'ils sont incapables de la définir explicitement. Dans certains cas, *développer une interprétation* demande aux lecteurs de traiter une séquence de deux phrases seulement qui sont unies par une relation qui relève de la cohésion locale. Cette opération peut être facilitée par la présence de connecteurs textuels, tels que les expressions qui indiquent une séquence : « en premier lieu » et « en second lieu ». Dans des cas plus difficiles (par exemple, dans le cas d'une relation de cause à effet), il se peut qu'aucun indicateur explicite ne soit présent.

Parmi les tâches utilisées pour évaluer ce processus, citons celles qui demandent aux élèves de comparer et de confronter des informations, d'établir des inférences ou d'identifier et d'énumérer des éléments étayant l'information. Les tâches de comparaison et de confrontation d'informations requièrent de la part des élèves qu'ils intègrent deux ou plusieurs informations présentes dans le texte. Pour traiter des informations, explicites ou implicites, à partir d'une ou de plusieurs sources,

le lecteur doit souvent inférer les relations ou la catégorisation que l'auteur a voulu suggérer. Les tâches qui demandent à l'élève de faire des inférences sur les intentions de l'auteur et d'identifier les éléments lui permettant d'inférer ces intentions sont d'autres exemples de tâches qui évaluent ce processus de la compréhension.

Réfléchir sur le contenu d'un texte et l'évaluer

Réfléchir sur le contenu d'un texte et l'évaluer requièrent que le lecteur fasse le lien entre des informations qu'il a trouvées dans le texte et des connaissances qu'il détient d'autres sources et qu'il évalue des affirmations contenues dans le texte par rapport à sa propre connaissance du monde. Il est souvent demandé aux lecteurs de justifier et de défendre leurs propres points de vue. Pour ce faire, ils doivent être capables de développer une compréhension de ce qui est dit et sous-entendu dans un texte et de confronter cette représentation mentale à leurs propres connaissances et convictions, fondées sur des informations antérieures ou des informations provenant d'autres textes. Ils doivent faire appel à des éléments de preuve contenus dans le texte et les confronter à d'autres sources d'information, en utilisant des connaissances générales et spécifiques tout autant que leur capacité à raisonner de manière abstraite.

Parmi les tâches représentatives de ce processus de la *compréhension de l'écrit*, citons celles qui demandent de fournir des éléments probants ou des arguments ne provenant pas du texte, d'évaluer la pertinence de certaines informations ou données ou encore d'établir des comparaisons avec des règles morales ou esthétiques (normes). Les items de ce type peuvent demander à l'élève de proposer ou d'identifier une autre information susceptible de confirmer le point de vue de l'auteur ou de déterminer si les informations ou les faits fournis dans le texte sont des preuves suffisantes.

Les informations extérieures à mettre en rapport avec l'information contenue dans le texte peuvent provenir des connaissances des élèves, d'autres textes proposés dans l'épreuve ou encore d'idées explicitement fournies dans la question.

Réfléchir sur la forme du texte et l'évaluer

Les items de cette catégorie demandent au lecteur de prendre de la distance par rapport au texte, de le considérer avec objectivité et d'évaluer ses qualités et sa pertinence. Les connaissances relatives à des aspects comme la structure, le genre et le registre du texte revêtent une grande importance dans ces tâches. Ces caractéristiques, qui sont une partie essentielle du « métier » de l'auteur, jouent un rôle considérable dans la compréhension des normes inhérentes aux tâches de cette nature. Pour évaluer le talent d'un auteur à décrire certaines caractéristiques ou à persuader le lecteur, ce dernier doit non seulement comprendre le contenu du texte, mais aussi détecter les nuances de langage – comprendre par exemple en quoi le choix d'un adjectif peut nuancer l'interprétation.

Parmi les tâches qui imposent aux élèves de *réfléchir et d'émettre un jugement de valeur sur la forme d'un texte*, citons celles qui leur demandent de déterminer l'utilité d'un texte donné pour atteindre un objectif spécifique ou d'évaluer l'usage fait par l'auteur de certaines techniques d'écriture pour parvenir à un but précis. Dans d'autres cas, les élèves doivent décrire le style de l'auteur, commenter l'usage qu'il en fait et identifier l'objectif qu'il poursuit ou l'attitude qu'il a adoptée.



Répartition des tâches

La figure 2.3 montre la répartition des items de compréhension de l'écrit en fonction des trois sous-échelles générées à partir des cinq processus (aspects) de lecture décrits ci-dessus. La catégorie d'items la plus fournie, qui constitue environ 50 % de l'épreuve, est celle représentée par les deux branches de la figure 2.2, où il est demandé aux élèves d'identifier les relations existant dans un texte. Ces items imposent aux élèves soit de comprendre globalement un texte, soit de développer une interprétation à son propos. Ils ont été regroupés dans une catégorie unique appelée « interprétation de textes » lors de la présentation des résultats. Dans les cycles PISA 2000, 2003 et 2006, la deuxième catégorie, en termes de nombre d'items, regroupe les tâches demandant aux élèves de montrer leur capacité à trouver des informations isolées (29 % des items). Ces divers processus – comprendre globalement un texte, trouver l'information et développer une interprétation – portent tous sur la mesure dans laquelle le lecteur est capable de comprendre et d'utiliser des informations provenant essentiellement du texte. Les items de la dernière catégorie (20 % environ) demandent aux élèves de réfléchir au contenu du texte, à des informations fournies par le texte ou à la structure et à la forme du texte lui-même.

Figure 2.3 ■ Répartition des items en fonction des processus de la compréhension de l'écrit (aspects)

Processus de compréhension de l'écrit (aspects)	Pourcentage d'items (%)	
	Domaine majeur d'évaluation (PISA 2000)	Domaine mineur d'évaluation (PISA 2003 et 2006)
Localisation d'informations	29	29
Interprétation de textes	49	50
Réflexion et évaluation	22	21
Total¹	100	100

1. En raison des arrondis, la somme des chiffres ne correspond pas systématiquement au total indiqué.

Types d'items

L'évaluation PISA de compréhension de l'écrit est constituée d'items de différents formats, dont des items à choix multiple et des items appelant des réponses plus ou moins élaborées, c'est-à-dire qui demandent aux élèves de rédiger leur réponse plutôt que de sélectionner simplement une réponse parmi celles qui sont proposées. Le mode de correction varie selon le type d'item. La figure 2.4 montre que quelque 43 % des items de compréhension de l'écrit des cycles PISA 2000, 2003 et 2006 sont des items à réponse construite ouverte qui nécessitent un jugement de la part du correcteur. Les autres sont des items à réponse construite fermée, dont la correction ne demande guère de jugement subjectif de la part du correcteur, ainsi que des items à choix multiple classiques – dans lesquels les élèves choisissent une réponse parmi plusieurs propositions – ou complexes – dans lesquels les élèves ont à choisir plus d'une réponse.



Figure 2.4 ■ Répartition des items de compréhension de l'écrit en fonction du processus de compréhension de l'écrit (aspect) et du type d'item

Processus (aspects)	Types d'item de compréhension de l'écrit									
	Pourcentage d'items à choix multiple (classiques)		Pourcentage d'items à choix multiple (complexes)		Pourcentage d'items à réponse construite fermée		Pourcentage d'items à réponse construite ouverte ¹		Total ²	
Localisation d'informations	8	-	2	4	6	14	13	11	29	29
Interprétation de textes	32	29	2	4	2	7	13	11	49	50
Réflexion et évaluation	2	-	2	-	-	-	18	21	22	21
Total²	42	29	6	7	9	21	44	43	100	100

1. Cette catégorie inclut des items à réponse courte.

2. En raison des arrondis, la somme des chiffres ne correspond pas systématiquement au total indiqué.

Ce tableau montre également que, bien que les items à choix multiple et à réponse construite ouverte soient répartis entre les diverses catégories de processus de la compréhension de l'écrit, ils ne le sont pas de façon uniforme. En fait, comme l'indique la deuxième ligne de la figure 2.4., un nombre plus important d'items à choix multiple est associé aux deux processus qui portent sur l'interprétation des relations existant dans un texte. Par contraste, signalons qu'alors que 20 % des items des cycles PISA 2000, 2003 et 2006 sont des tâches de réflexion et d'évaluation, seulement 2 % d'entre eux étaient des items à choix multiple en 2000. Environ 20 % des items de réflexion et d'évaluation sont des items à réponse construite ouverte demandant un jugement de la part du correcteur.

Codage

Le codage est relativement simple pour les items à choix multiple qui sont corrigés de façon dichotomique : soit l'élève a choisi la bonne réponse, soit il ne l'a pas choisie. Des modèles de crédit partiel permettent un codage plus complexe des items à réponse construite. Dans ce cas, puisque certaines mauvaises réponses sont plus complètes que d'autres, les élèves qui fournissent une « réponse presque correcte » reçoivent un crédit partiel. Les modèles psychométriques permettant de traiter ce genre de codes polytomiques sont maintenant bien au point. Ces techniques de codage sont, à certains égards, préférables aux barèmes dichotomiques, dans la mesure où elles utilisent plus pleinement l'information contenue dans les réponses. L'interprétation est cependant plus complexe lorsqu'un codage polytomique est utilisé, car chaque tâche se situe simultanément à plusieurs niveaux sur l'échelle de difficulté : un pour le crédit complet et d'autres pour chacun des crédits partiels. Dans l'enquête PISA, le crédit partiel est utilisé pour le codage d'items à réponse construite plus complexes.

SITUATIONS

La définition de la notion de situation s'inspire des travaux sur le langage du Conseil de l'Europe (2001). Quatre variables de situation ont été identifiées : *lecture à des fins privées, publiques, éducatives* ou *professionnelles*. L'objectif de l'enquête PISA est d'étudier les types de lecture qui interviennent



tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du cadre scolaire ; cependant, la façon dont la situation est définie ne peut se borner à indiquer l'endroit où se déroule l'activité de lecture. Par exemple, les manuels scolaires sont lus aussi bien à l'école qu'à la maison, mais les processus mis en œuvre et les objectifs poursuivis lors de ce type de lecture varient très peu d'un endroit à l'autre. D'autres facteurs interviennent également dans le processus de lecture : l'intention de l'auteur, la diversité des types de contenu ainsi que la possibilité qu'un tiers (l'enseignant ou l'employeur, par exemple) impose au lecteur ce qu'il doit lire et dans quel but.

Dans le cadre de cette évaluation, la notion de situation peut donc être considérée comme un critère de classification des textes sur la base de l'intention de l'auteur du texte, de la relation avec d'autres personnes auxquelles le texte est explicitement ou implicitement associé et de son contenu général. Les exemples de textes s'inscrivent dans un éventail de situations différentes afin d'optimiser la diversité des contenus dans l'évaluation de la *compréhension de l'écrit*. L'origine des textes sélectionnés a aussi fait l'objet d'une attention toute particulière. En effet, il a fallu trouver un équilibre entre la définition étendue de la compréhension de l'écrit adoptée par l'enquête PISA et la diversité linguistique et culturelle des pays participants pour garantir qu'aucun groupe ne soit avantagé ou désavantagé par le contenu de l'évaluation.

Les quatre situations tirées des travaux du Conseil de l'Europe peuvent être décrites comme suit :

- *Lecture à des fins privées (personnelles)* : Le lecteur se livre à ce type de lecture pour satisfaire ses intérêts personnels, qu'ils soient d'ordre pratique ou intellectuel. Cette catégorie inclut également la lecture réalisée dans le but de maintenir ou de développer des liens personnels avec d'autres individus. Parmi les contenus typiques de ce genre de lecture figurent les lettres personnelles, les textes de fiction, les biographies et les textes informatifs lus par curiosité, dans le cadre d'activités récréatives ou de loisir.
- *Lecture à des fins publiques* : Ce type de lecture est pratiqué pour prendre part à des activités sociales au sens large. Il comprend la lecture de documents officiels ainsi que d'informations concernant des événements publics. Généralement, ces tâches sont associées à des contacts plus ou moins anonymes avec d'autres personnes.
- *Lecture à des fins professionnelles* : Bien que seuls quelques jeunes de 15 ans aient réellement à lire dans un cadre professionnel, il est important de déterminer s'ils sont prêts à entrer dans le monde du travail, sachant que dans la plupart des pays participants, plus de 50 % d'entre eux rejoindront la population active un ou deux ans après la réalisation de l'évaluation. À propos des activités de cette catégorie, on parle souvent de « lecture pour agir » (Sticht, 1975 ; Stiggins, 1982), dans la mesure où la lecture est directement liée à l'accomplissement d'une tâche bien définie.
- *Lecture à des fins éducatives* : Ce type de lecture a normalement pour finalité l'acquisition d'informations dans le cadre plus vaste d'une tâche d'apprentissage. Souvent, le texte n'a pas été choisi par le lecteur, sa lecture lui étant imposée par un enseignant. Son contenu est habituellement conçu à des fins spécifiques d'enseignement. Les tâches de cette catégorie sont typiquement celles que l'on peut nommer « lecture pour apprendre » (Sticht, 1975 ; Stiggins, 1982).

La figure 2.5 présente la répartition des items de compréhension de l'écrit en fonction de ces quatre situations, selon que la lecture est le domaine majeur d'évaluation (PISA 2000) ou un domaine mineur (PISA 2003 et 2006).

Figure 2.5 ■ Répartition des items de compréhension de l'écrit en fonction de la situation

Situation	Pourcentage d'items de compréhension de l'écrit	
	Domaine majeur d'évaluation (PISA 2000)	Domaine mineur d'évaluation (PISA 2003 et 2006)
Personnelle	20	21
Publique	38	25
Professionnelle	14	25
Scolaire	28	29
Total	100	100

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Établissement des échelles de compréhension de l'écrit

Les épreuves de compréhension de l'écrit ont été élaborées de manière à garantir que l'évaluation couvre aussi complètement que possible la *compréhension de l'écrit* telle qu'elle est définie ici et sont administrées à des échantillons représentatifs de la population des jeunes de 15 ans des pays participants. Toutefois, il est impossible de demander à chaque élève de passer la totalité de ces épreuves. On a donc conçu l'évaluation de manière à ce que chaque élève ne passe qu'un sous-ensemble d'épreuves de la batterie, tout en veillant à ce que chacun des items soit administré à des échantillons représentatifs des populations nationales d'élèves. Synthétiser les performances des élèves par rapport à la batterie d'items complète constitue donc un certain défi.

Il y a lieu de se représenter les items de compréhension de l'écrit comme situés le long d'un continuum défini par la difficulté que présente chacun d'eux pour les élèves et par le niveau de compétence requis pour y répondre correctement. L'approche adoptée par l'enquête PISA pour cerner ce continuum de difficulté et de compétence repose sur la théorie de la réponse aux items (IRT, *Item Response Theory*). Il s'agit d'un modèle mathématique qui permet d'évaluer la probabilité qu'un individu réponde correctement à un item donné, tiré d'une batterie particulière d'items. Cette probabilité est modélisée le long d'un continuum qui représente à la fois la compétence de l'individu en termes d'aptitude et la complexité d'un item en termes de difficulté. Ce continuum de difficulté et de compétence est désigné par le terme d'« échelle ».

Présentation des résultats

Les résultats du cycle PISA 2006 seront présentés selon la même approche que celle adoptée lors des cycles PISA 2000 et 2003. Cette approche consiste à rendre compte des résultats sur une échelle de compétence qui a un fondement théorique et qui est interprétable en termes de politique d'éducation. Les résultats de l'évaluation de la compréhension de l'écrit du cycle PISA 2000 ont en premier lieu été présentés sous forme d'une échelle composite unique, dont la moyenne a été fixée à 500 points et l'écart type, à 100 points. Par ailleurs, ces résultats ont également été rapportés sur cinq sous-échelles : trois sous-échelles liées aux processus (aspects) de la compréhension de l'écrit (« trouver l'information », « développer une interprétation », « réfléchir et évaluer », OCDE, 2001) et deux sous-échelles liées aux formats de texte (textes *continus* et *non continus*, OCDE, 2002). Ces cinq sous-

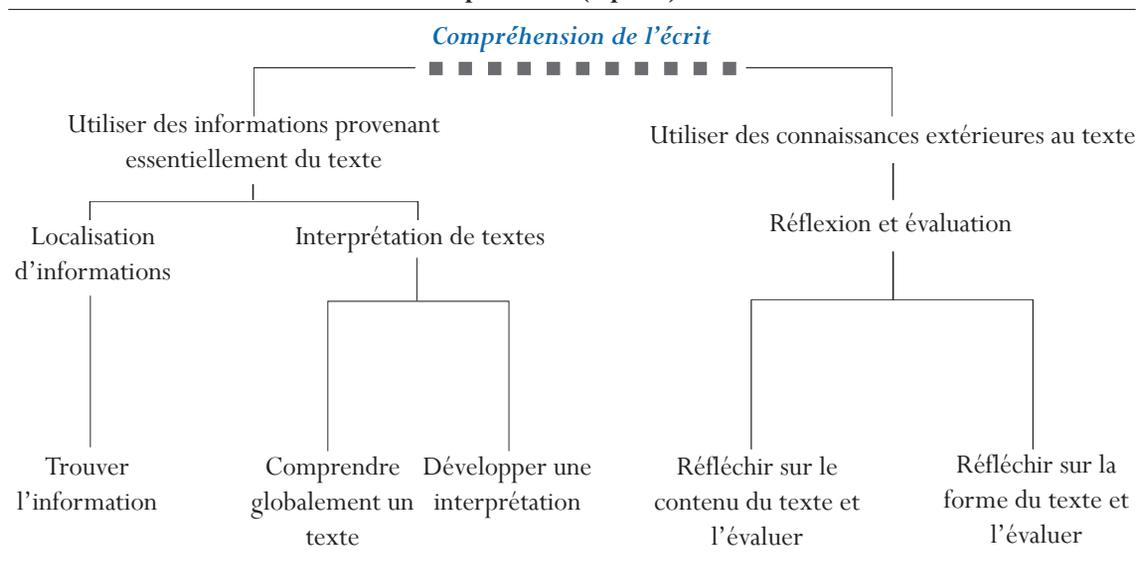


échelles permettent de comparer les scores moyens et leur distribution entre sous-groupes d'élèves ou entre pays selon différentes composantes du *construct* de *compréhension de l'écrit*. Bien qu'il existe une forte corrélation entre les cinq sous-échelles, rendre compte des résultats sur chacune d'entre elles permet de mettre en lumière d'intéressantes différences entre les pays participants. Lorsque des phénomènes de cet ordre apparaissent, ils peuvent être étudiés et mis en rapport avec les programmes de cours et les méthodes d'enseignement en vigueur. Les résultats obtenus peuvent indiquer à certains pays qu'il y a lieu de chercher des moyens de mieux enseigner le programme de cours existant et à d'autres qu'ils ne doivent pas seulement remettre en question la manière d'enseigner mais aussi les contenus d'enseignement.

Les sous-échelles de processus (aspects)

Le schéma de la figure 2.6 montre la structuration des items de compréhension de l'écrit en fonction de trois processus. Deux raisons ont conduit à réduire le nombre des sous-échelles de processus de cinq à trois. La première est pragmatique : la *compréhension de l'écrit* est un domaine mineur d'évaluation des cycles PISA 2003 et de 2006 et les tests se limitent à une trentaine d'items, au lieu des 141 utilisés lors du cycle PISA 2000, lorsque la *compréhension de l'écrit* était le domaine majeur d'évaluation. Le nombre d'items devient dès lors insuffisant pour permettre de décrire l'évolution des performances sur cinq sous-échelles de processus. La seconde raison est d'ordre conceptuel. Les trois sous-échelles sont fondées sur les cinq processus de la compréhension de l'écrit décrits dans la figure 2.2. Les catégories *Comprendre globalement un texte* et *Développer une interprétation* ont été fusionnées en une sous-échelle « Interprétation de textes », car elles impliquent toutes deux une opération de traitement des informations contenues dans le texte par le lecteur : le traitement porte sur l'ensemble du texte dans le cas de la première catégorie et sur une partie du texte par rapport à une autre dans le cas de la seconde catégorie. Les catégories *Réfléchir sur le contenu du texte et l'évaluer* et *Réfléchir sur la forme du texte et l'évaluer* ont également été réunies en une seule sous-échelle « Réflexion et évaluation », car, en pratique, la distinction entre réflexion/évaluation sur le fond et réflexion/évaluation sur la forme s'est avérée quelque peu arbitraire.

Figure 2.6 ■ Relation entre le cadre d'évaluation de la compréhension de l'écrit et les sous-échelles de processus (aspects)

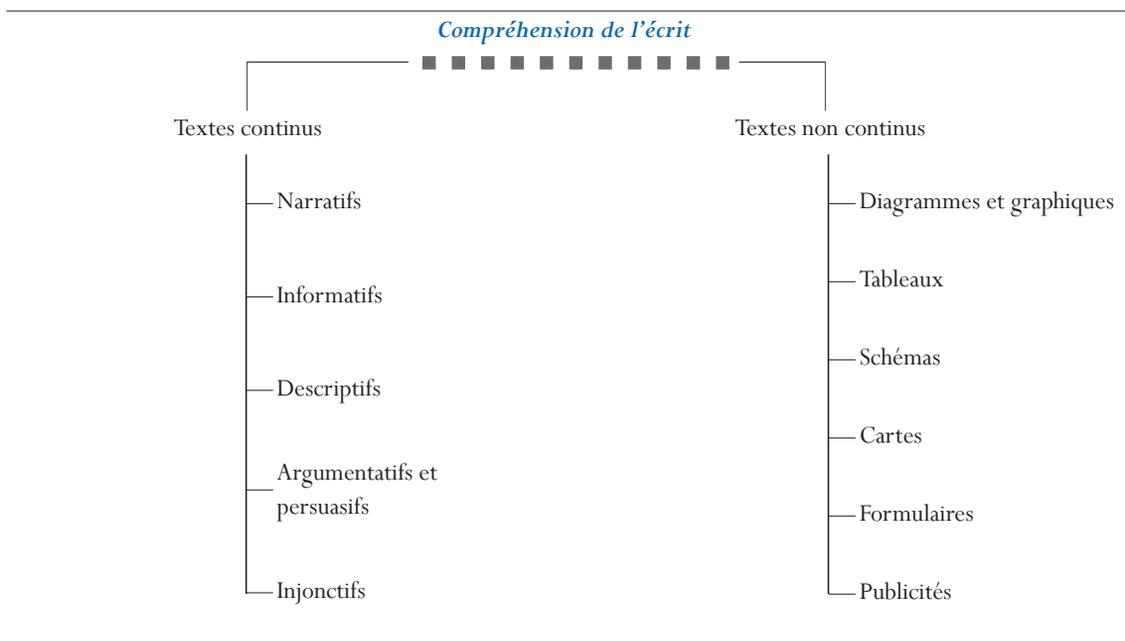




Les sous-échelles relatives au format des textes

Les cycles PISA 2003 et 2006 permettent aussi de rapporter les résultats sur deux sous-échelles relatives au format des textes, comme cela a été le cas dans *La lecture, moteur de changement – Performances et engagement d'un pays à l'autre* (OCDE, 2002). La figure 2.7 présente les divers types de textes correspondant aux deux sous-échelles de format et aux tâches qui y sont associées. Ce mode d'organisation des données permet d'étudier les différences entre pays dans les performances des élèves lorsqu'ils sont confrontés à des textes de différents formats. Lors du cycle PISA 2000, deux tiers des items ont été utilisés pour créer la sous-échelle relative aux textes continus et le tiers restant pour créer celle relative aux textes non continus. La répartition est semblable dans les cycles PISA 2003 et 2006.

Figure 2.7 ■ Relation entre le cadre d'évaluation de la compréhension de l'écrit et les sous-échelles relatives au format des textes



Les scores rapportés sur l'échelle composite de compréhension de l'écrit ainsi que sur les cinq sous-échelles traduisent divers niveaux de performance. Un score peu élevé indique que les savoirs et savoir-faire de l'élève sont très limités, et un score très élevé, qu'ils se situent à un niveau plutôt avancé. L'application de la théorie de réponse à l'item (IRT) permet non seulement de synthétiser les résultats de diverses sous-populations d'élèves, mais également de déterminer la difficulté relative des items de compréhension de l'écrit utilisés dans l'épreuve. En d'autres termes, le modèle attribue à chaque élève une valeur spécifique sur l'échelle, en fonction de la compétence dont témoignent ses réponses aux items de l'épreuve ; de même, il attribue à chaque item une valeur spécifique sur cette même échelle, en fonction de son degré de difficulté : ce dernier est déterminé par la performance des élèves des divers pays participant à l'évaluation.

Élaboration d'une « carte » des items

La batterie d'items de compréhension de l'écrit utilisée dans l'enquête PISA représente un large éventail de types de textes, de situations, d'exigences et de degrés de difficulté. Ce continuum peut



se représenter sous la forme d'un répertoire, appelé « carte » des items, qui permet de visualiser le niveau de compétence en compréhension de l'écrit d'élèves dont les scores se situent à divers points de chacune des échelles. La « carte » doit contenir une brève description d'un certain nombre d'items rendus publics, accompagnée de leur indice de difficulté sur l'échelle. Les descriptions portent sur les savoir-faire spécifiques que les items sont destinés à mesurer et, dans le cas des items à réponse ouverte, sur les critères appliqués pour déterminer si la réponse est correcte. L'examen de ces descriptions permet de mieux cerner les divers processus que les élèves doivent appliquer et les compétences dont ils doivent faire preuve aux différents niveaux des échelles de compréhension de l'écrit.

La figure 2.8 présente un exemple de carte d'items du cycle PISA 2000. Son interprétation mérite quelques mots d'explication. Le score attribué à chaque item se fonde sur le présupposé théorique qu'un individu situé à un niveau donné de l'échelle affichera le même degré de compétence dans ses réponses à tous les items situés à ce point de l'échelle. Dans le cadre de l'enquête PISA, le « niveau de compétence » est défini comme suit : les élèves situés à un point donné de l'échelle de compétence doivent avoir 62 % de chances de répondre correctement aux items de ce niveau. Prenons à titre d'exemple un item de la figure 2.8, en l'occurrence celui dont l'indice de difficulté est égal à 421 points sur l'échelle composite de compréhension de l'écrit. Les élèves dont le score est de 421 points sur cette même échelle ont 62 % de chances de répondre correctement aux items de l'échelle dont l'indice de difficulté est de 421 points. Cela ne signifie pas pour autant que les élèves ayant obtenu un score inférieur à 421 points répondront systématiquement de manière erronée à ces items. En fait, les élèves qui ont obtenu un score inférieur à 421 points ont moins de 62 % de chances de répondre correctement à des items de ce niveau de difficulté, tandis que ceux dont le score est supérieur à 421 points ont plus de 62 % de chances d'y parvenir. Il y a lieu de souligner, par ailleurs, que cet item n'apparaît pas seulement sur l'échelle composite de compréhension de l'écrit, mais aussi sur l'une des sous-échelles de processus et sur l'une des sous-échelles de format de textes. Dans le cas présent, l'item dont l'indice de difficulté est de 421 points sur l'échelle composite demande aux élèves d'identifier l'objectif que deux textes courts ont en commun en comparant les idées maîtresses qu'ils contiennent. Cet item figure sur l'échelle d'interprétation et sur l'échelle relative aux textes continus.

Niveaux de compétence en compréhension de l'écrit

De la même manière que l'échantillon des élèves soumis à l'évaluation est représentatif de la population d'élèves de 15 ans d'un pays donné, chaque item de compréhension de l'écrit représente une catégorie donnée de tâches dans le domaine de la *compréhension de l'écrit*. Il illustre donc les compétences que les élèves de 15 ans devraient avoir acquises en référence à une catégorie de processus et un type de textes donnés. Deux questions s'imposent. D'une part, en quoi les items situés au bas de l'échelle de compétence se distinguent-ils de ceux situés au milieu ou au sommet de l'échelle ? Et, d'autre part, les items situés au même niveau de l'échelle ont-ils des caractéristiques en commun qui concourent à leur donner un niveau de difficulté similaire ? Il suffit d'un coup d'œil à la carte d'items pour constater que les items situés au bas de l'échelle diffèrent de ceux situés au sommet. Et si l'on analyse de manière plus approfondie la distribution des items le long des diverses échelles, on voit se dessiner un continuum hiérarchisé de stratégies et de savoir-faire en matière de traitement de l'information. Le groupe d'experts chargé de la lecture a étudié les items un à un pour identifier le jeu de variables paraissant influencer la difficulté des items. Ces experts en sont arrivés à la conclusion que la difficulté est en partie déterminée par la longueur, la structure et la

Figure 2.8 ■ Exemple d'une « carte » d'items du cycle PISA 2000

		Types de processus (aspect)			Format de texte	
		Localisation d'informations	Interprétation	Réflexion et évaluation	Textes continus	Textes non continus
Carte d'items (échelle composite)						
822	CONSTRUIRE UNE HYPOTHÈSE à propos d'un phénomène contraire aux attentes sur la base de connaissances extérieures au texte et de toutes les informations pertinentes figurant dans un TABLEAU COMPLEXE consacré à un thème relativement peu familier (score 2).			○		○
727	ANALYSER plusieurs cas décrits dans la question et les CLASSER dans les catégories définies par un DIAGRAMME EN ARBRE , accompagné d'une note de bas de page où figurent certaines des informations pertinentes (score 2).		○			○
705	CONSTRUIRE UNE HYPOTHÈSE à propos d'un phénomène contraire aux attentes sur la base de connaissances extérieures au texte et de certaines informations pertinentes figurant dans un TABLEAU COMPLEXE consacré à un thème relativement peu familier (score 1).			○		○
652	ÉVALUER la fin d'un LONG RÉCIT compte tenu de son thème implicite ou de son atmosphère (score 2).			○	○	
645	ÉTABLIR DES LIENS ENTRE DES NUANCES DE LANGAGE présentes dans un LONG RÉCIT et le thème principal de celui-ci, malgré la présence d'idées contradictoires (score 2).		○		○	
631	LOCALISER des informations dans un DIAGRAMME EN ARBRE en tenant compte des informations figurant en note de bas de page (score 2).	○				○
603	TROUVER le sens d'une phrase en la replaçant dans le contexte plus large d'un LONG RÉCIT .		○		○	
600	CONSTRUIRE UNE HYPOTHÈSE à propos d'une décision de l'auteur en établissant une relation entre des faits présentés dans un graphique et le thème principal d'un GROUPE DE REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES .			○		○
581	COMPARER ET ÉVALUER le style de deux LETTRES ouvertes.			○	○	
567	ÉVALUER la fin d'un LONG RÉCIT par rapport à son intrigue (score 1).			○	○	
542	ÉTABLIR UNE RELATION ANALOGIQUE entre deux phénomènes présentés dans une LETTRE ouverte.		○		○	
540	IDENTIFIER la date implicite à laquelle commence un GRAPHIQUE .	○				○
539	TROUVER LE SENS de brèves citations extraites d'un LONG RÉCIT à propos de l'atmosphère ou d'une situation immédiate (score 1).		○		○	
537	ÉTABLIR UNE RELATION entre des faits présentés dans un LONG RÉCIT et des concepts personnels pour justifier des points de vue contradictoires (score 2).			○	○	
529	EXPLIQUER la motivation d'un personnage en établissant des liens entre des événements relatés dans un LONG RÉCIT .		○		○	
508	ÉTABLIR UNE RELATION entre DEUX REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES basées sur des conventions différentes.		○			○
486	ÉVALUER l'adéquation d'un DIAGRAMME EN ARBRE à des fins particulières.			○		○
485	LOCALISER des informations numériques dans un DIAGRAMME EN ARBRE (score 1).	○				○
480	ÉTABLIR UNE RELATION entre des faits présentés dans un LONG RÉCIT et des concepts personnels pour justifier un point de vue unique (score 1).			○	○	
478	LOCALISER ET COMBINER des informations dans un GRAPHIQUE LINÉAIRE et dans son introduction pour trouver une valeur manquante.	○				○
477	COMPRENDRE la structure d'un DIAGRAMME EN ARBRE .		○			○
473	CLASSER dans des catégories décrites dans un DIAGRAMME EN ARBRE des cas présentés dans la question, alors que certaines des informations requises figurent en note de bas de page (score 1).		○			○
447	INTERPRÉTER les informations figurant dans un seul paragraphe pour comprendre le contexte d'un RÉCIT .		○		○	
445	ÉTABLIR UNE DISTINCTION entre des variables et des CARACTÉRISTIQUES STRUCTURELLES d'un DIAGRAMME EN ARBRE .			○		○
421	IDENTIFIER L'OBJECTIF commun de DEUX TEXTES COURTS .		○		○	
405	LOCALISER des fragments d'information explicites dans un TEXTE très structuré.	○			○	
397	TROUVER L'IDÉE PRINCIPALE d'un GRAPHIQUE EN BÂTONS sur la base de son titre.		○			○
392	LOCALISER un fragment d'information littéral dans un TEXTE bien structuré.	○			○	
367	LOCALISER des informations explicites dans un passage bref et bien spécifié d'un RÉCIT .	○			○	
363	LOCALISER un fragment d'information explicitement mentionné dans un TEXTE structuré par des sous-titres.	○			○	
356	RECONNAÎTRE LE THÈME d'un article bien structuré par des sous-titres et contenant de nombreuses redondances..		○		○	



complexité du texte lui-même, mais ils ont aussi constaté que dans la plupart des unités de lecture (qui sont constituées d'un texte et d'une série de questions), les questions se distribuent à divers points de l'échelle de compréhension de l'écrit. En d'autres termes, la structure du texte affecte la difficulté des items, mais ce que l'on demande au lecteur de faire (en lui posant telle question ou en lui donnant telle consigne) interagit avec le texte et affecte également la difficulté globale de l'item.

Les membres du groupe d'experts chargé de la compréhension de l'écrit et les concepteurs du test ont ainsi identifié un certain nombre de variables susceptibles d'influencer la difficulté des items de lecture. Le type de processus à mettre en œuvre pour trouver une information, interpréter un texte ou réfléchir sur ce que l'on vient de lire constitue manifestement un de ces facteurs de difficulté. La complexité des processus peut varier considérablement : des items où les élèves n'ont qu'à établir des liens simples entre des éléments d'information jusqu'aux items où ils doivent évaluer de manière critique le passage d'un texte et construire des hypothèses à son propos, en passant par les items où ils doivent classer des idées en fonction de critères donnés. Au-delà du processus mis en jeu, la difficulté des items de localisation d'informations dépend du nombre d'éléments d'information à inclure dans la réponse, du nombre de critères que ces informations doivent respecter et de la nécessité ou non de classer les informations dans un ordre particulier. Dans le cas des items d'interprétation et de réflexion/évaluation, un des principaux facteurs affectant la difficulté est le volume de texte qui doit être assimilé. Dans le cas des items de réflexion/évaluation, la difficulté est également conditionnée par le caractère familier ou spécifique des connaissances extérieures au texte auxquelles il faut faire appel. Enfin, quel que soit le processus de lecture mis en jeu, la difficulté des items dépend du caractère plus ou moins « visible » de l'information recherchée, du nombre d'informations « concurrentes » susceptibles de distraire l'attention de celles qui sont pertinentes et de la mesure dans laquelle la question posée oriente de manière explicite ou non le lecteur vers les idées ou les informations nécessaires pour trouver la réponse.

Pour tenter de mettre en évidence ce caractère progressif de la difficulté et de la complexité des items, l'échelle composite de compréhension de l'écrit et les cinq sous-échelles développées lors du cycle PISA 2000 ont été divisées en cinq niveaux :

Niveau	Scores sur l'échelle PISA
1	De 335 à 407 points
2	De 408 à 480 points
3	De 481 à 552 points
4	De 553 à 625 points
5	Plus de 625 points

Selon les panels d'experts, les items correspondant à chacun de ces niveaux de compétence ont en commun de nombreuses caractéristiques et présentent des différences systématiques par rapport aux items des niveaux supérieurs ou inférieurs. Les niveaux apparaissent dès lors comme une façon pertinente d'analyser la progression des compétences sur les diverses échelles de compréhension de l'écrit. La figure 2.9 présente ces niveaux. Le même processus est utilisé pour rendre compte des résultats du cycle PISA 2003 en *culture mathématique* et ceux du cycle PISA 2006 en *culture scientifique*.

Figure 2.9 ■ « Carte » décrivant les niveaux de compétence en lecture

	Localisation d'informations	Interprétation de textes	Réflexion et évaluation
Niveau 5	Localiser et, parfois, classer ou combiner de multiples éléments d'information noyés dans le texte, figurant parfois en dehors du corps principal du texte. Trouver, par inférence, quelles sont les informations pertinentes pour la tâche à accomplir. Écarter les informations parasites, même si elles sont nombreuses ou particulièrement plausibles.	Dégager le sens d'un passage contenant de nombreuses nuances linguistiques ou manifester une parfaite compréhension des détails du texte.	Procéder à une évaluation critique du texte ou construire des hypothèses à son propos, en se fondant sur des connaissances spécialisées. Gérer les cas où un concept est contraire aux attentes. Tirer parti d'une compréhension en profondeur de textes longs ou complexes.
	<p>Textes continus : Traiter des textes dont la structure discursive n'est pas évidente, ni explicitement indiquée, pour discerner les relations existant entre des passages spécifiques du texte et son thème ou intention implicite.</p> <p>Textes non continus : Identifier des récurrences parmi les nombreux éléments d'information figurant dans un document dont la présentation peut être longue et très détaillée, en se servant parfois d'informations externes au document. Le lecteur doit parfois se rendre compte par lui-même que, pour bien comprendre une partie du texte, il y a lieu de se référer à un passage séparé du même document, par exemple une note de bas de page.</p>		
Niveau 4	Localiser et, parfois, ordonner ou combiner, éventuellement sur la base de nombreux critères, de multiples éléments d'information noyés dans un texte qui est cependant familier en termes de contenu ou de forme. Trouver, par inférence, quelles sont les informations pertinentes pour la tâche à accomplir.	Effectuer des inférences complexes à partir du texte pour comprendre et appliquer des catégories dans un contexte peu familier et dégager le sens d'un passage en tenant compte de l'ensemble du texte. Faire face à des ambiguïtés, à des idées contraires aux attentes ou à des concepts exprimés sous une formulation négative.	Procéder à une évaluation critique du texte ou construire des hypothèses à son propos en se servant de connaissances formelles ou d'ordre public. Manifester une compréhension correcte de textes longs ou complexes.
	<p>Textes continus : Suivre des enchaînements linguistiques ou thématiques couvrant plusieurs paragraphes (souvent en l'absence de connecteurs aisément identifiables), afin de localiser, d'interpréter ou d'évaluer des informations noyées dans le texte ou de dégager par inférence le sens psychologique ou métaphysique du texte.</p> <p>Textes non continus : Parcourir un texte long et détaillé, qui, souvent, ne comporte pas ou peu de repères structurels (titres, présentation spéciale) pour trouver plusieurs informations pertinentes qu'il faut comparer ou combiner.</p>		
Niveau 3	Localiser des éléments d'information qui doivent dans certains cas satisfaire à des critères multiples, et, parfois, reconnaître la relation existant entre ces éléments, en présence d'informations parasites bien en vue, susceptibles de concurrencer les informations pertinentes.	Intégrer plusieurs parties d'un texte pour identifier l'idée principale, comprendre une relation ou trouver le sens d'un terme ou d'une phrase. Comparer, confronter ou classer des informations en tenant compte de critères multiples. Gérer les informations concurrentes.	Établir des relations ou des comparaisons, fournir des explications ou effectuer une évaluation à propos d'une caractéristique du texte. Manifester une compréhension détaillée du texte en le mettant en relation avec des connaissances externes d'ordre familier ou quotidien. Recourir parfois à des connaissances moins courantes.
	<p>Textes continus : Utiliser les conventions organisant le texte, s'il en contient, et suivre des enchaînements logiques explicites ou implicites chevauchant des phrases ou des paragraphes (par exemple des relations de cause à effet), pour localiser, interpréter ou évaluer des informations.</p> <p>Textes non continus : Consulter un document en s'aidant d'un autre document ou d'une présentation séparée, dont le format est éventuellement différent, ou bien combiner plusieurs éléments d'information de nature spatiale, verbale ou numérique fournis par un graphique ou une carte géographique, en vue de tirer des conclusions à propos des informations qui y sont représentées.</p>		
Niveau 2	Localiser l'élément d'information, ou les divers éléments, qui peuvent être nécessaires pour rencontrer plusieurs critères, en présence d'informations parasites.	Identifier l'idée principale d'un texte, comprendre des relations, constituer ou appliquer des catégories simples ou dégager le sens d'une partie donnée du texte, alors que les informations recherchées n'y sont pas très évidentes ou nécessitent des inférences simples.	Comparer ou relier les informations fournies par le texte avec des connaissances extérieures, ou expliquer une caractéristique du texte en se fondant sur des expériences ou des attitudes personnelles.
	<p>Textes continus : Suivre des enchaînements logiques et linguistiques à l'intérieur d'un paragraphe pour localiser ou interpréter des informations. Faire la synthèse entre des informations fournies par divers textes ou dans des parties différentes d'un texte pour inférer l'intention de l'auteur.</p> <p>Textes non continus : Montrer qu'on comprend la structure implicite d'une représentation visuelle (un diagramme en arbre simple ou un tableau) ou bien combiner deux éléments d'information figurant dans un graphique ou un tableau.</p>		
Niveau 1	Localiser un ou plusieurs éléments d'information isolés et définis de manière explicite, ne répondant en général qu'à un seul critère, dans un texte ne comportant que peu d'informations parasites, voire aucune.	Reconnaître le thème principal ou l'intention de l'auteur d'un texte consacré à un sujet qui est familier et dans lequel les informations requises sont clairement mises en évidence.	Établir une relation simple entre des informations figurant dans le texte et des connaissances courantes.
	<p>Textes continus : Utiliser les redondances, les titres de paragraphes ou des conventions typographiques courantes pour saisir l'idée maîtresse du texte ou pour localiser des informations explicitement mentionnées dans un passage court du texte.</p> <p>Textes non-continus : Cerner des éléments d'information isolés figurant généralement dans une représentation simple (une carte, un graphique linéaire ou un diagramme en bâtons), qui présente un nombre limité d'informations de manière directe, et où l'essentiel du texte est constitué de mots ou de phrases en nombre limité.</p>		



Interprétation des niveaux de compétence

Chaque niveau constitue à la fois un groupe ordonné d'items (et les savoirs et savoir-faire qu'ils mettent en jeu) et un ensemble ordonné de compétences mobilisées par les élèves. Comme nous l'avons dit précédemment, les niveaux de compétence en compréhension de l'écrit ont été définis au départ par le groupe d'experts chargé de la lecture en fonction des caractéristiques communes de certains ensembles d'items. Ces niveaux ont également des propriétés statistiques communes. Ainsi, l'élève moyen situé à un niveau de compétence donné est censé pouvoir répondre correctement dans 62 % des cas à une question de difficulté moyenne correspondant à ce niveau. Par ailleurs, les bornes de chaque niveau ont été en partie définies de manière à ce que les élèves situés au bas d'un niveau aient un taux attendu de réussite de 50 % à tout test virtuel qui serait composé d'une sélection aléatoire d'items de ce niveau.

Comme chaque échelle de compréhension de l'écrit représente un continuum de connaissances et de compétences, les élèves ayant atteint un certain niveau de l'échelle manifestent la maîtrise non seulement des savoirs et savoir-faire associés à ce niveau, mais également de ceux correspondant aux niveaux inférieurs. Les compétences attendues à un niveau donné s'appuient sur celles des niveaux inférieurs et les intègrent. Ainsi, un élève situé au niveau 3 d'une échelle de compréhension de l'écrit est capable de mener à bien les tâches de ce niveau ainsi que celles correspondant aux niveaux 1 et 2. On estime que les élèves situés aux niveaux 1 et 2 ne répondront correctement aux items typiques du niveau 3 que dans moins de 50 % des cas. En d'autres termes, ces derniers obtiendraient moins de 50 % des points à un test constitué d'items correspondant au niveau 3.

La figure 2.10 chiffre la probabilité que les élèves situés à des niveaux donnés de l'échelle composite de compréhension de l'écrit répondent correctement à des items de divers niveaux de difficulté : les deux premiers items correspondent respectivement aux niveaux 1 et 3 et le troisième permet d'attribuer deux scores, un de niveau 4, l'autre de niveau 5. Le tableau montre qu'un élève situé en deçà du niveau 1 avec un score de 298 points n'a que 43 % de chances de répondre correctement à la tâche de niveau 1 dont l'indice est de 367 points sur l'échelle de compréhension de l'écrit, à peine 14 % de chances de réussir à répondre à l'item de niveau 3 et pratiquement aucune chance

Figure 2.10 ■ Probabilité de répondre correctement à une sélection d'items de difficulté variable en fonction du niveau de compétence des élèves

Niveaux de compétence des élèves	Sélection d'items de difficulté variable			
	Item de niveau 1 (367 points)	Item de niveau 3 (508 points)	Item de niveau 4 (567 points)	Item de niveau 5 (652 points)
Sous le niveau 1 (298 points)	43	14	8	3
Niveau 1 (371 points)	63	27	16	7
Niveau 2 (444 points)	79	45	30	14
Niveau 3 (517 points)	89	64	48	27
Niveau 4 (589 points)	95	80	68	45
Niveau 5 (662 points)	98	90	82	65

de mener à bien l'item de niveau 5. Pour un élève situé au milieu du niveau 1 (soit un score de 371 points), la probabilité de réussite est de 63 % dans le cas de l'item de 367 points, d'un peu plus de 25 % dans le cas de l'item de 508 points et de 7 % seulement dans le cas de l'item de 652 points. Par contraste, un élève situé au niveau 3 doit en principe répondre correctement aux items de 367 points dans 89 % des cas et à des items de 508 points, c'est-à-dire proches du milieu du niveau 3, dans 64 % des cas. Cet élève n'a toutefois qu'une chance sur quatre environ (27 %) de répondre correctement à des items situés au milieu du niveau 5. Enfin, on s'attend à ce qu'un élève situé au niveau 5 soit, le plus souvent, capable de répondre correctement à pratiquement tous les items. Comme le montre la figure 2.10, un élève ayant obtenu un score de 662 points sur l'échelle composite de compréhension de l'écrit doit en principe répondre correctement à un item de 367 points (niveau 1) dans 98 % des cas, à un item de 508 points (niveau 3) dans 90 % des cas et à un item de 652 points (situé à peu près au milieu du niveau 5) dans 65 % des cas.

Par ailleurs, la figure 2.10 soulève indirectement la question des niveaux considérés comme maximum et minimum. L'échelle de compréhension de l'écrit n'a pas de limite supérieure, mais l'on peut affirmer avec une certitude raisonnable que les élèves extrêmement compétents sont capables de répondre correctement à des items associés au niveau le plus élevé de compétence. Le problème est plus délicat pour les élèves qui se situent à l'extrémité inférieure de l'échelle. Comme le niveau 1 commence à un score de 335 points, il y a dans tous les pays un certain pourcentage d'élèves situés, selon toute vraisemblance, en deçà de ce niveau. Même si aucun item de lecture de difficulté inférieure à 335 points n'a été inclus dans les tests, il serait faux de dire que ces élèves ne possèdent aucune compétence en compréhension de l'écrit ou qu'ils sont « totalement illettrés ». Toutefois, leurs résultats à la batterie d'épreuves utilisées dans l'évaluation permettent de supposer qu'ils auraient obtenu moins de 50 % à un test constitué d'items de niveau 1. Les performances de ces élèves sont donc considérées comme situées en dessous du niveau 1.

Le cadre d'évaluation de l'enquête PISA n'a pas prévu de déterminer si les élèves de 15 ans étaient capables de lire au sens technique du terme dans la mesure où, dans nos sociétés, les jeunes adultes totalement dénués de compétence en lecture sont relativement peu nombreux. L'enquête PISA ne cherche donc pas à déterminer si les élèves de 15 ans lisent à une vitesse suffisante, ni à évaluer leur taux de réussite à des items mesurant la reconnaissance de mots ou le décodage. En fait, il reflète les théories contemporaines sur la lecture qui considèrent que les élèves arrivant au terme de la scolarité obligatoire doivent être capables de dégager le sens de ce qu'ils ont lu, de le développer et d'y réfléchir, à partir du registre très diversifié de textes continus et non continus que l'on peut habituellement rencontrer dans de nombreux types de situations de lecture tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du cadre scolaire. Il n'est pas possible, dans ce cadre, de définir les savoirs et savoir-faire en lecture que les élèves situés en dessous du niveau 1 sont susceptibles de posséder, mais on peut affirmer, sur la base de leur niveau de compétence, qu'ils ne sont sans doute guère capables d'utiliser la lecture comme un outil autonome, permettant d'acquérir des connaissances et des compétences dans d'autres domaines.

EXEMPLES D'ITEMS DE COMPRÉHENSION DE L'ÉCRIT

Compréhension de l'écrit – Exemple n° 1 : BASKETS

Bien dans ses baskets

Le Centre médical de Médecine Sportive de Lyon (France) a mené pendant 14 ans des recherches sur les lésions affectant les jeunes qui font du sport et les sportifs professionnels. D'après les conclusions, le mieux à faire est de prévenir... et de porter de bonnes chaussures.



Chocs, chutes, usure...

Dix-huit pour cent des sportifs de 8 à 12 ans souffrent déjà de lésions au talon. Le cartilage de la cheville des footballeurs encaisse mal les chocs, et 25 % des professionnels se découvrent là un vrai point faible. Le cartilage de la délicate articulation du genou s'abîme lui aussi de façon irréversible et, s'il n'est pas soigné dès l'enfance (10-12 ans), cela peut provoquer une arthrose précoce. La hanche n'est pas épargnée et, la fatigue aidant, les joueurs risquent des fractures, résultat de chutes ou de collisions.

Selon l'étude, les footballeurs de plus de dix ans de pratique présentent l'une ou l'autre excroissance osseuse au tibia ou au talon. C'est ce qu'on appelle

« le pied du footballeur », une déformation provoquée par des chaussures aux semelles et tiges trop souples.

Protéger, soutenir, stabiliser, amortir

Trop rigide, la chaussure gêne les mouvements. Trop souple, elle augmente les risques de blessures et de foulures. Une bonne chaussure de sport doit répondre à quatre critères.

D'abord, **protéger de l'extérieur** : contre les chocs avec le ballon ou avec un autre joueur, résister aux inégalités du sol et garder le pied au chaud et au sec malgré le gel et la pluie.

Elle doit **soutenir le pied** et surtout l'articulation de la cheville, pour éviter les entorses, inflammations et autres maux, même au genou.

Elle assurera aussi une bonne **stabilité** aux joueurs, pour qu'ils ne glissent pas sur un sol mouillé ou ne dérapent pas sur un terrain trop sec.

Enfin, elle **amortira les chocs**, surtout ceux qu'encaissent les joueurs de volley et de basket, qui sautent sans arrêt.

À pieds secs

Pour éviter les ennuis de parcours mineurs, mais douloureux – cloques et ampoules, voire crevasses ou mycoses (champignons) – la chaussure doit permettre l'évaporation de la transpiration et empêcher l'humidité extérieure de pénétrer. La matière idéale pour cela est le cuir. Et il peut être imperméabilisé pour éviter que la chaussure ne soit détrempée par la première pluie

Source: Revue ID (16) 1-15 juin 1997.

Le texte ci-dessus, intitulé BIEN DANS SES BASKETS, est un texte continu de type informatif, en l'occurrence un article extrait d'un magazine belge en langue française destiné aux adolescents. Il est considéré comme s'inscrivant dans le contexte scolaire. L'une des raisons qui ont dicté son inclusion dans la batterie d'items de compréhension de l'écrit est son thème, jugé très intéressant pour les jeunes de 15 ans, la population cible de l'enquête PISA. L'article en question est illustré par un dessin amusant qui s'inspire de la bande dessinée et est structuré par des sous-titres accrocheurs. Il appartient à la catégorie des textes continus et constitue un exemple d'écrit informatif dans la mesure où il développe un concept mental en énumérant une série de critères qui permettent de juger de la qualité de chaussures de sport

du point de vue des jeunes sportifs.

Les quatre items basés sur ce stimulus concernent les trois aspects de la compréhension de l'écrit – soit trouver l'information, développer une interprétation et, enfin, réfléchir et évaluer –, mais ils sont tous relativement faciles puisqu'ils correspondent au niveau 1. L'un de ces items est repris ci-dessous.

Question 1 : BASKETS

D'après l'article, pourquoi les chaussures de sport ne doivent-elles pas être trop rigides ?

Score 1 (392 points)

Réponses faisant référence au fait que cela gêne les mouvements.

Cet item est classé dans la catégorie « Trouver l'information » en termes d'aspect. Il requiert du lecteur qu'il trouve une information explicitement exprimée qui répond à un seul critère.

La difficulté des items dépend notamment de la mesure dans laquelle la formulation de la question est proche de celle du texte. Dans cet exemple, le lecteur peut directement associer le terme « rigide » figurant dans l'énoncé de la question au passage adéquat du texte, ce qui rend l'information facile à trouver.

La difficulté des items dépend aussi de l'emplacement et de la visibilité de l'information dans le texte : les informations les plus faciles à localiser sont celles qui figurent au début du texte, par exemple. Bien que l'information requise pour cette tâche se trouve au milieu du texte, elle est relativement perceptible, car elle est proche du début de l'une des trois sections délimitées par un sous-titre.

Cet item est relativement facile également, car le crédit complet s'applique aux réponses qui citent directement le passage du texte : « ...la chaussure gêne les mouvements ». De nombreux élèves ont cependant choisi d'exprimer cette idée avec leurs propres mots, par exemple : « Elles vous empêchent de courir facilement. » ou « Vous pouvez bouger. »

La réponse ci-dessous est un exemple courant de réponse incorrecte.

« Parce qu'il faut soutenir le pied. »

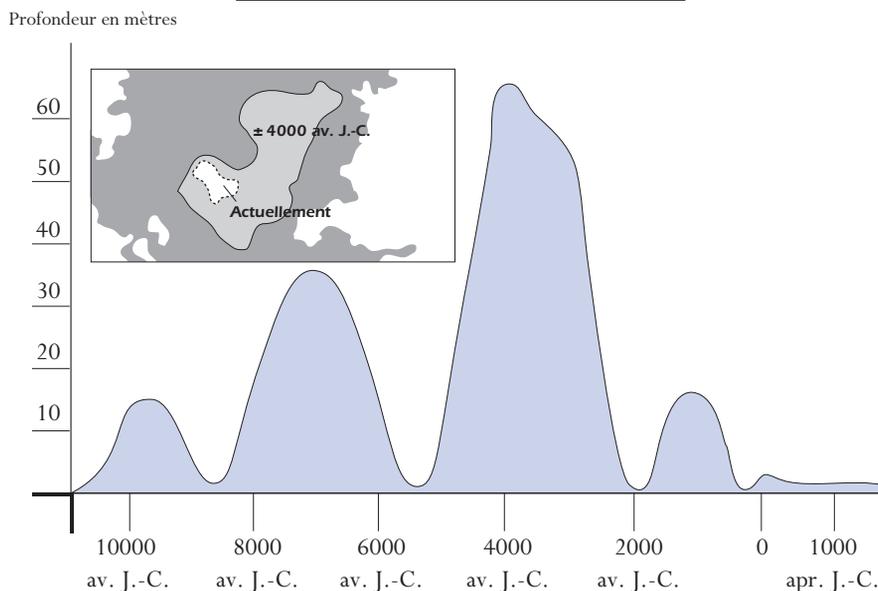
Cet exemple est à l'opposé de la réponse requise, bien qu'il s'agisse également d'une idée exprimée dans le texte. Les élèves qui ont répondu de la sorte ont probablement négligé la tournure négative de la question (« D'après l'article, pourquoi les chaussures ne doivent-elles pas être trop rigides ? ») ou ont associé les idées de « rigidité » et de « soutien », ce qui les a amenés à prendre en considération un passage du texte qui ne convient pas. Exception faite de cet élément, il n'y a guère d'informations parasites susceptibles de lancer le lecteur sur une mauvaise piste.

Compréhension de l'écrit – Exemple n° 2 : LE LAC TCHAD

La figure A présente les changements de niveau du lac Tchad, situé au Sahara, dans le nord de l'Afrique. Le lac Tchad a complètement disparu vers 20 000 av. J.-C., pendant la dernière ère glaciaire. Il a réapparu vers 11 000 av. J.-C. À présent, son niveau est à peu près le même que celui qu'il avait en 1 000 apr. J.-C.

Figure A

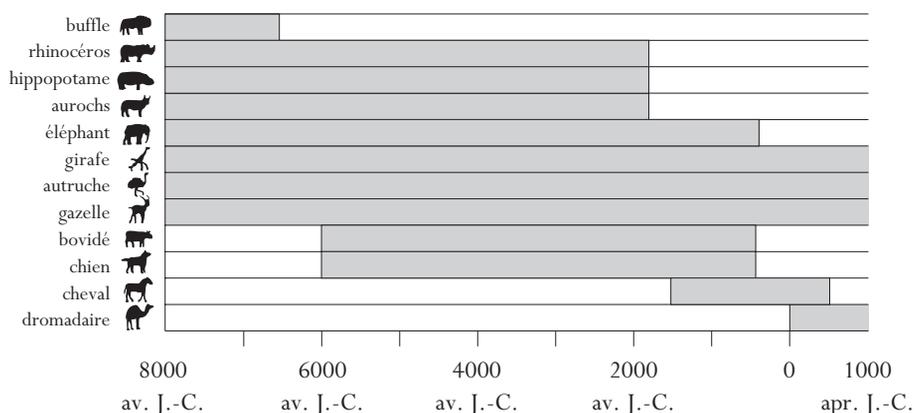
Lac Tchad : changements de niveau



La figure B présente l'art rupestre saharien (c'est-à-dire les dessins et les peintures préhistoriques trouvés sur les parois des cavernes) et l'évolution de la faune.

Figure B

Art rupestre saharien et évolution de la faune



Source: Copyright Bartholomew Ltd. 1988. Extrait de **The Times Atlas of Archaeology** et reproduit avec la permission de Harper Collins Publishers.

L'unité LE LAC TCHAD propose deux graphiques extraits d'un atlas archéologique. La figure A de cette unité est un graphique linéaire et la figure B, un histogramme horizontal. À ces deux éléments s'ajoute un autre type de texte non continu, à savoir une petite carte géographique insérée dans la figure A. Le stimulus contient également deux petits textes continus, mais il relève dans son ensemble de la catégorie des textes non continus car les items se réfèrent essentiellement à des parties de textes non continus.

En juxtaposant plusieurs éléments d'information, l'auteur invite le lecteur à inférer un lien entre l'évolution du niveau du lac Tchad au fil du temps et les périodes au cours desquelles certaines espèces d'animaux peuplaient les environs.

Ce genre de texte est typique de ceux que les élèves peuvent rencontrer dans le cadre scolaire. Toutefois, la situation des textes de cette unité est considérée comme publique au sens du cadre d'évaluation, car l'atlas dont sont tirés les textes est destiné au grand public. Les cinq questions de cette unité couvrent les trois aspects de la compréhension de l'écrit et présentent un degré de difficulté allant du niveau 1 au niveau 4. L'une de ces tâches, illustrant l'aspect « interprétation », figure en exemple ci-dessous.

Question n° 1 : LE LAC TCHAD

Pour répondre à cette question, vous devez utiliser des informations provenant à la fois de la figure A et de la figure B.

La disparition des rhinocéros, des hippopotames et des aurochs de l'art rupestre saharien s'est produite :

- A. Au début de la période glaciaire la plus récente
- B. Au milieu de la période où le niveau du lac Tchad était le plus élevé
- C. Après que le niveau du lac Tchad a progressivement baissé pendant plus de mille ans
- D. Au début d'une période ininterrompue de sécheresse

Score 1 (508 points)

La réponse correcte est l'option C.

Cet item d'interprétation demande aux élèves de relier entre elles plusieurs parties de textes non continus pour comprendre une relation et de comparer les informations données dans les deux graphiques.

La nécessité de combiner des informations provenant de deux sources explique le degré moyen de difficulté de cet item. Une autre caractéristique ajoute à la difficulté : cet item se base sur deux types de graphiques différents (un graphique linéaire et un histogramme), dont le lecteur doit interpréter les structures pour transposer les informations nécessaires de l'un à l'autre.

Parmi les élèves qui n'ont pas choisi la réponse correcte, les plus nombreux ont opté pour le distracteur D ; « au début d'une période ininterrompue de sécheresse ». Si on néglige les textes, cette option est la plus plausible des réponses incorrectes. Sa sélection fréquente indique que ces élèves ont probablement traité cet item comme une question de réflexion et d'évaluation de niveau 2 et se sont fondés sur des connaissances familières extérieures au texte, et non sur les informations soumises dans le stimulus.

**Compréhension de l'écrit – Exemple n° 3 : GRAFFITI**

Je bous de rage en voyant que le mur de l'école a été nettoyé et repeint pour la quatrième fois consécutive pour effacer des graffiti. La créativité est admirable, mais les gens devraient trouver le moyen de s'exprimer sans infliger des coûts supplémentaires à la société.

Pourquoi tenez-vous à ternir la réputation des jeunes en peignant des graffiti là où c'est interdit ? Les artistes professionnels n'accrochent pourtant pas leurs tableaux dans la rue ! Ils cherchent plutôt à obtenir des subventions et se font connaître à travers des expositions légales.

À mon sens, les bâtiments, les palissades et les bancs publics sont eux-mêmes déjà des œuvres d'art. C'est vraiment pitoyable de gâcher cette architecture par des graffiti et, de plus, la méthode utilisée détruit la couche d'ozone. Vraiment, je ne comprends pas pourquoi ces artistes criminels prennent tant de peine, alors que leurs « œuvres d'art » sont, chaque fois, simplement ôtées de la vue.

Helga

On n'a pas à rendre compte de ses goûts. Notre société est envahie par la communication et la publicité. Logos d'entreprises, noms de boutiques. Immenses affiches s'imposant partout dans les rues. Sont-elles acceptables ? Oui, pour la plupart. Les graffiti sont-ils acceptables ? Certains disent que oui, d'autres disent que non.

Qui paie le prix des graffiti ? Qui, en fin de compte, paie le prix de la publicité ? Bonne question. Le consommateur.

Les gens qui ont placé des panneaux publicitaires vous ont-ils demandé la permission ? Non. Les auteurs des graffiti devraient-ils le faire, dans ce cas ? N'est-ce pas simplement une question de communication – votre propre nom, les noms de bandes et de grandes œuvres d'art dans la rue ?

Pensez aux vêtements à rayures et à carreaux qui ont fait leur apparition dans les magasins il y a quelques années. Et aux équipements de ski. Les motifs et les tons ont souvent été empruntés tout droit à ces murs de béton fleuris. Il est assez amusant de constater que ces motifs et ces tons sont acceptés et admirés, mais que les graffiti du même style sont considérés comme abominables.

Les temps sont durs pour l'art.

Sophia

Source: Mari Hamkala.

Le stimulus de cette unité est constitué de deux lettres mises en lignes sur Internet à l'origine en Finlande. Les quatre tâches qui y sont associées simulent des activités typiques de compréhension de l'écrit, puisque les lecteurs sont souvent appelés à résumer, à comparer et à confronter des idées provenant de deux sources différentes, sinon davantage.

Comme ces lettres ont été publiées sur Internet, l'unité s'inscrit dans une situation dite « publique ». Ces textes appartiennent à la catégorie générale des textes continus et sont de type argumentatif dans la mesure où ils avancent des propositions et tentent de convaincre le lecteur de partager un point de vue.

Comme pour l'unité précédente BASKETS, on a estimé que le thème du GRAFFITI serait intéressant pour les jeunes de 15 ans. Le débat sous-jacent entre les auteurs des lettres, c'est-à-dire la question de savoir si les graffiteurs sont des artistes ou des vandales, doit en principe interpeller les élèves.

L'un des items, dont l'aspect est « Réflexion et évaluation », est repris ci-dessous.

Question 1: GRAFFITI

On peut parler de ce que dit une lettre (son contenu).

On peut parler de la façon dont une lettre est écrite (son style).

En faisant abstraction de votre propre opinion, qui a écrit la meilleure lettre, d'après vous ? Justifiez votre réponse en vous référant à la façon dont la lettre choisie est écrite (ou à la façon dont sont écrites les deux lettres).

Score 1 (581 points)

Réponses exprimant un point de vue en référence au style ou à la forme d'une lettre ou des deux lettres. Les élèves doivent faire référence à des critères tels que le style, la structure argumentative, le bien-fondé des arguments, le ton, le registre et les stratégies de persuasion du lecteur. Les formulations du type « meilleurs arguments » doivent être justifiées.

Cet item demande aux élèves d'exploiter des connaissances formelles pour évaluer le talent d'un auteur en comparant les deux lettres. Parmi les cinq catégories d'aspect, il se classe dans la réflexion à propos de la forme du texte, car les élèves doivent se baser sur leur propre conception de la qualité du style pour y répondre.

De nombreux types de réponses ont reçu un crédit complet, qu'elles aient évoqué le ton, la stratégie argumentative des deux auteurs ou bien la structure du texte. Les réponses suivantes sont des exemples de réponse donnant lieu à un crédit complet :

« La lettre d'Helga est efficace parce qu'elle s'adresse directement aux auteurs de graffiti. »

« À mon avis, la deuxième lettre est meilleure, car elle comprend des questions qui vous interpellent, ce qui donne l'impression de participer à un débat et non d'assister à une conférence. »

Les réponses qui ne donnent droit à aucun crédit sont celles qui sont vagues, dont le point de vue est général et n'est pas justifié par des références aux textes ou qui traitent du contenu et non du style (par exemple, « Celle de Sophie, parce que le graffiti est une forme d'art »).

SYNTHÈSE

Dans l'enquête PISA, la notion de *compréhension de l'écrit* implique d'aller au-delà de la simple évaluation de la capacité des élèves à décoder et à comprendre des informations littérales. Ce concept renvoie aussi à la *compréhension de l'écrit*, à l'utilisation de l'écrit et à la réflexion au sujet de l'écrit. Il reconnaît l'importance de cette capacité qui aide l'individu à atteindre ses objectifs et à participer à la vie de la société en tant que citoyen actif.

L'enquête PISA reconnaît que les élèves s'engagent dans la lecture de différentes façons. Elle établit donc une distinction entre les textes continus, tels que les romans et les articles que les élèves peuvent lire dans un journal ou une revue, et les textes non continus, par exemple des schémas, des tableaux, des cartes ou des diagrammes. Les épreuves d'évaluation soumises aux élèves sont constituées d'items de divers formats : des items à choix multiple et à réponse construite ouverte et fermée.

Les résultats des élèves aux épreuves PISA de *compréhension de l'écrit* sont rapportés sur trois sous-échelles : localisation d'informations, interprétation de textes et, enfin, réflexion et évaluation concernant des textes. À l'occasion du cycle PISA 2000, cinq niveaux de compétence ont été définis pour rendre compte des résultats des élèves en *compréhension de l'écrit*. Les élèves situés au niveau le plus élevé sont capables de mener à bien des tâches de niveau supérieur, par exemple localiser des informations complexes dans un texte qui ne leur est pas familier et qui contient des informations



parasites. À l'autre extrême, les élèves qui se situent aux niveaux de compétence les plus faibles sont uniquement capables de localiser des informations qui sont plus visibles dans un texte qui contient moins d'informations parasites. Au niveau de compétence le plus élevé, les élèves doivent pouvoir réfléchir à l'intention de l'auteur d'un texte, alors qu'aux niveaux les plus faibles, ils sont uniquement capables d'établir des liens entre des informations contenues dans un texte et la vie de tous les jours.

La *compréhension de l'écrit* a été le domaine majeur du premier cycle de l'enquête PISA et le sera à nouveau en 2009. Dans cette perspective, son cadre d'évaluation sera remanié en profondeur compte tenu de l'évolution récente dans ce domaine.



Notes

1. Le terme « construct » a volontairement été laissé en anglais, car il est d'usage courant dans la terminologie technique relative aux tests ; il renvoie à la dimension latente que cherche à mesurer une épreuve grâce aux données observables que constituent les réponses des élèves

Culture mathématique



DÉFINITION DU DOMAINE

L'évaluation PISA de la *culture mathématique* porte sur la capacité des élèves à analyser, à raisonner et à communiquer efficacement des idées lorsqu'ils posent, formulent et résolvent des problèmes mathématiques ou en interprètent les solutions, dans des contextes très variés. En mettant ainsi l'accent sur les problèmes du monde réel, l'évaluation PISA ne se limite donc pas aux types de situations et de problèmes qu'il est d'usage d'aborder en classe. Dans la vie courante, lorsqu'ils font les courses ou la cuisine, lorsqu'ils voyagent, gèrent leur budget, réfléchissent à des questions politiques, etc., les individus sont régulièrement placés dans des situations dans lesquelles l'exploitation des facultés de raisonnement quantitatif ou spatial ou d'autres compétences mathématiques contribue à clarifier, à énoncer ou à résoudre un problème. Ces divers usages des mathématiques se fondent sur les compétences apprises et exercées lors de la résolution des types de problèmes que l'on rencontre d'habitude dans les manuels scolaires et en classe. Ils exigent néanmoins la mise en œuvre de ces compétences dans un contexte moins structuré, où les consignes ne sont pas aussi claires et où l'élève doit prendre des décisions sur les connaissances qui pourraient être pertinentes et sur la manière de les appliquer à bon escient.

L'évaluation PISA de la *culture mathématique* a pour objectif de déterminer dans quelle mesure les élèves de 15 ans peuvent être considérés comme des citoyens informés et réfléchis et des consommateurs intelligents. Les citoyens de tous les pays sont de plus en plus souvent confrontés à des tâches qui impliquent des concepts mathématiques quantitatifs, spatiaux, statistiques ou autres. Les médias (journaux, magazines, télévision, Internet) par exemple foisonnent d'informations présentées sous la forme de tableaux, de graphiques et de schémas, dans des domaines comme l'économie, la météorologie, la médecine et le sport – pour n'en citer que quelques-uns. Les individus sont bombardés d'informations sur le réchauffement de la planète et l'effet de serre, la croissance démographique, les nappes d'hydrocarbures et la pollution des océans, la disparition des espaces verts, etc. Enfin et surtout, il leur faut être en mesure de lire des formulaires, d'interpréter des horaires d'autobus et de train, d'effectuer correctement des transactions financières, d'identifier, au marché, le produit qui présente le meilleur rapport qualité-prix, etc. Telle qu'elle est définie dans l'enquête PISA, la *culture mathématique* met l'accent sur la capacité des jeunes de 15 ans (l'âge auquel de nombreux élèves arrivent au terme des cours de mathématiques inscrits au programme pendant la scolarité obligatoire) à exploiter leurs acquis mathématiques pour comprendre ces problèmes et à mener à bien les tâches qui en découlent.

La définition de la *culture mathématique* retenue par l'enquête PISA est la suivante:

La culture mathématique est l'aptitude d'un individu à identifier et à comprendre le rôle joué par les mathématiques dans le monde, à porter des jugements fondés à leur propos et à s'engager dans des activités mathématiques, en fonction des exigences de sa vie en tant que citoyen constructif, impliqué et réfléchi.

Quelques explications s'imposent pour clarifier la définition de ce domaine:

- L'expression « culture mathématique » a été choisie pour mettre l'accent sur l'utilisation fonctionnelle de connaissances mathématiques dans un grand nombre de situations différentes et de manière variée et réfléchie, grâce à une compréhension en profondeur. Bien entendu, pour qu'une telle utilisation des mathématiques soit réellement possible et effective, quantité de savoirs et de savoir-faire mathématiques fondamentaux sont indispensables ; ces acquis font partie

intégrante de notre définition de la *culture mathématique*. Ainsi, la maîtrise de la langue présuppose un vocabulaire riche et une connaissance approfondie des règles grammaticales, de la phonétique, de l'orthographe, etc. – sans toutefois se limiter à ces aspects : pour communiquer, les individus combinent ces éléments de manière créative, en réponse aux diverses situations qu'ils rencontrent dans la vie courante. De même, la *culture mathématique* ne peut se réduire à la connaissance de la terminologie mathématique, de propriétés et de procédures, ni aux savoir-faire permettant d'effectuer certaines opérations ou d'appliquer certaines méthodes, tout en présupposant, bien sûr, l'existence de ces compétences. Ce qui caractérise la *culture mathématique*, c'est la mise en œuvre créative de ces compétences pour répondre aux exigences suscitées par les situations externes.

- Le terme « monde » signifie dans cette définition l'environnement physique, social et culturel dans lequel vit l'individu. Comme l'affirme Freudenthal (1983), « les concepts, les structures et les idées mathématiques ont été créés en tant qu'outils d'organisation des phénomènes du monde physique, social ou mental ».
- L'expression « s'engager dans des activités mathématiques » se rapporte au fait d'utiliser les mathématiques et de résoudre des problèmes mathématiques, mais fait référence aussi à des formes plus larges d'engagement personnel, comme le fait de communiquer, de prendre position d'établir des liens, d'évaluer et même d'apprécier les mathématiques et d'y prendre plaisir. La définition de la *culture mathématique* comprend donc l'usage fonctionnel des mathématiques au sens étroit, mais aussi la préparation à de futures études ainsi que les dimensions esthétique et récréative des mathématiques.
- Le terme « vie » comprend la vie privée et professionnelle de l'individu, sa vie sociale au contact de son entourage et de ses proches, ainsi que sa vie en tant que citoyen et membre d'une collectivité.

Au cœur même de la notion de *culture mathématique* se trouve la capacité de poser, de formuler, de résoudre et d'interpréter des problèmes à l'aide des mathématiques dans des situations et des contextes très divers, depuis des situations purement mathématiques jusqu'à celles qui ne présentent, au départ, aucune structure mathématique visible – celle-ci devant être introduite par la personne qui pose ou résout le problème. Il faut également insister sur le fait que cette définition n'inclut pas uniquement un niveau élémentaire de connaissances mathématiques, mais qu'elle s'applique à la mise en œuvre des mathématiques dans des situations présentant toutes sortes de problèmes, des plus quotidiens et simples jusqu'aux plus inhabituels et complexes.

Les attitudes et les affects liés aux mathématiques, tels que la confiance en soi, la curiosité, le sentiment que les mathématiques sont intéressantes ou importantes et l'envie d'agir et de comprendre, ne sont pas considérés comme des composantes proprement dites de la définition de la *culture mathématique*, tout en y contribuant, néanmoins, de manière importante. Il est possible, en principe, d'avoir une *culture mathématique* sans pour autant posséder les attitudes et affects mentionnés ci-dessus. En pratique, il est cependant peu probable qu'un individu fasse véritablement usage de sa *culture mathématique*, telle qu'elle est définie ici, s'il n'a pas un certain degré de confiance en lui et de curiosité, un intérêt et un désir d'accomplir ou de comprendre des choses possédant une dimension mathématique. L'importance des corrélations entre ces attitudes et affects et la *culture mathématique* est bien connue. Ces aspects ne sont pas à proprement parler des composantes de l'évaluation de la culture mathématique, mais seront abordés dans d'autres volets de l'enquête PISA.



FONDEMENTS THÉORIQUES DU CADRE D'ÉVALUATION DE LA CULTURE MATHÉMATIQUE DANS L'ENQUÊTE PISA

La définition de la *culture mathématique* adoptée par l'enquête PISA est en adéquation avec la théorie globale et intégrée de la structure et de l'usage du langage que décrivent des études récentes en matière de compétences socioculturelles. Dans l'ouvrage de James Gee, *Preamble to a Literacy Program* (1998), le terme anglais de « literacy »¹ (aptitude à lire et à écrire en général) renvoie à l'usage que les individus font du langage. En fait, la capacité de lire, d'écrire, de comprendre et de parler une langue est l'outil le plus important que nous ayons à notre disposition, c'est le vecteur de l'activité sociale humaine. Chaque langue et chaque usage de la langue se caractérisent par une structure élaborée reliée de manière complexe à une série de fonctions différentes. Savoir lire et écrire une langue implique la maîtrise d'une grande partie des ressources de la structure de cette langue ainsi que la faculté d'exploiter ces ressources dans différentes fonctions sociales. De même, si l'on considère les mathématiques comme un langage, les élèves doivent non seulement se familiariser avec les caractéristiques structurelles du discours mathématique (les termes, les faits, les signes et symboles, les procédures, la capacité à effectuer certaines opérations dans des sous-domaines mathématiques spécifiques et l'organisation de ces concepts dans chacun des sous-domaines), mais aussi apprendre à utiliser ces concepts pour résoudre des problèmes qui sortent de l'ordinaire, dans diverses situations définies en termes de fonctions sociales. Il y a lieu de souligner que les caractéristiques structurelles des mathématiques n'impliquent pas uniquement la maîtrise des concepts, procédures et termes fondamentaux qui sont généralement enseignés à l'école, mais également le fait de savoir comment ces caractéristiques sont structurées et utilisées. Malheureusement, force est de constater qu'une bonne connaissance des caractéristiques structurelles des mathématiques ne va pas forcément de pair avec la compréhension de leur structure ou de leur mode d'exploitation aux fins de résolution de problèmes. L'exemple suivant illustre cette notion théorique d'interaction entre caractéristiques structurelles et fonctions qui sous-tend le cadre d'évaluation PISA de la culture mathématique.

Mathématiques – Exemple n° 1 : BATTEMENTS DE CŒUR

Pour des raisons de santé, les gens devraient limiter leurs efforts, par exemple durant des activités sportives, afin de ne pas dépasser un certain rythme cardiaque.

Pendant longtemps, la relation entre la fréquence cardiaque maximum recommandée et l'âge de la personne a été décrite par la formule suivante :

Fréquence cardiaque maximum recommandée = $220 - \text{âge}$.

Des recherches récentes ont montré que cette formule devait être légèrement modifiée. La nouvelle formule est :

Fréquence cardiaque maximum recommandée = $208 - (0,7 \times \text{âge})$.

Les items de cette unité s'articulent autour de la différence entre les deux formules et de leur impact sur le calcul de la fréquence cardiaque maximum recommandée.

Ce problème peut être résolu par le biais de la stratégie généralement appliquée par les mathématiciens, que le cadre d'évaluation de la culture mathématique désignera sous le terme de « mathématisation ». On considère que la mathématisation comporte cinq aspects :

- *Le processus de mathématisation commence par un problème relevant de la réalité.*

Comme l'item le montre d'emblée, la réalité du contexte est la santé et la forme physique. « Un principe important de l'exercice physique est de veiller à ne pas aller au-delà de ses forces, car cela peut entraîner des problèmes de santé ». Cet item rappelle ce principe en établissant un lien

entre la santé et le rythme cardiaque et en faisant référence à la « fréquence cardiaque maximum recommandée ».

- En second lieu, il faut tenter d'identifier les concepts mathématiques pertinents et réorganiser le problème en conséquence.

Il apparaît d'emblée qu'il y a deux formules verbales à comprendre et à comparer. L'élève doit en comprendre la véritable signification mathématique. Les deux formules établissent une relation entre la fréquence cardiaque maximum recommandée et l'âge d'une personne.

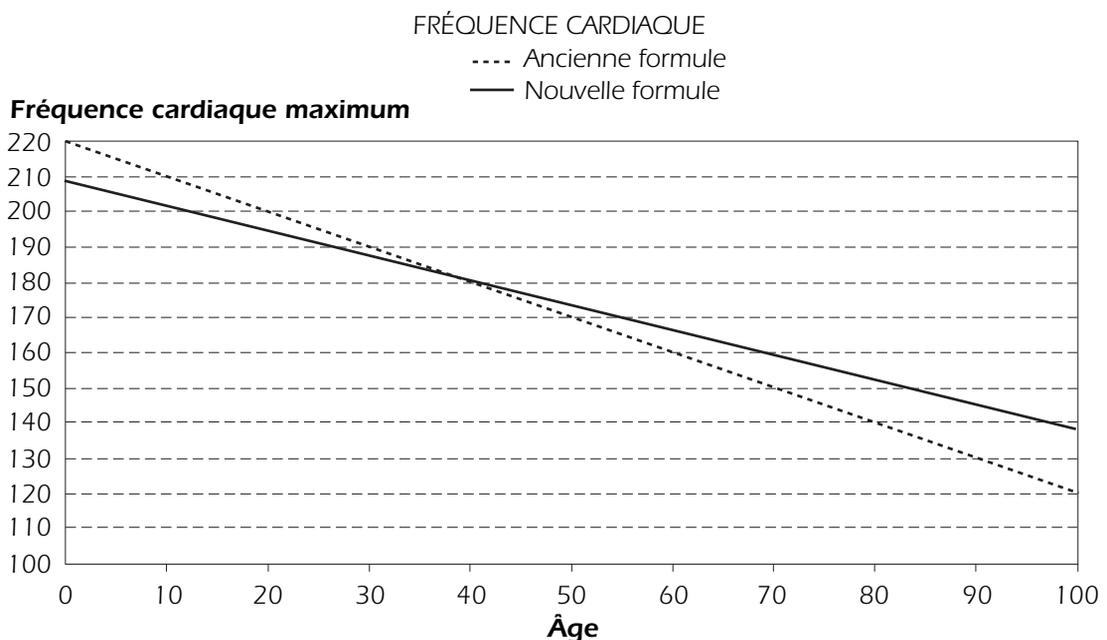
- La troisième étape consiste à effacer progressivement la réalité.

Il existe différentes manières de traduire le problème en un problème strictement mathématique. L'une d'entre elles consiste à traduire les formules verbales en expressions algébriques plus formalisées : $y = 220 - x$ ou $y = 208 - 0,7x$. L'élève ne doit pas oublier que y représente la fréquence cardiaque maximum par minute et x , l'âge en années. Une autre approche strictement mathématique consiste à transposer les deux formules verbales dans un graphique. Les deux tracés sont droits, puisque que les formules sont du premier degré. Les tracés des deux formules se coupent, car ils présentent une pente différente :

Ces trois étapes permettent de traduire un problème de la vie réelle en problème mathématique.

- La quatrième étape consiste à résoudre le problème mathématique.

Dans ce problème mathématique, il faut comparer les deux formules ou les deux tracés dans le graphique et expliquer les différences qui en découlent pour les personnes d'un certain âge. Trouver pour quel âge les deux formules donnent le même résultat ou identifier le point d'intersection entre les deux tracés du graphique est un bon point de départ pour résoudre ce problème. En termes mathématiques, il faut résoudre l'équation suivante : $220 - x = 208 - 0,7x$, soit $x = 40$ et $y = 180$. Dans le graphique ci-dessus, le point d'intersection des deux tracés est 40-180. Comme la pente de la première formule est -1 et que la seconde est -0,7, l'élève sait que la seconde est « moins forte » que la première. En d'autres termes, le tracé $y = 220 - x$ se situe « au-dessus » du tracé $y = 208 - 0,7x$ si x est inférieur à 40 et « en dessous » de ce tracé si x est supérieur à 40.





- La cinquième étape pose la question : que signifie cette solution strictement mathématique dans le monde réel ?

Cette solution n'est pas trop difficile à interpréter s'il est clair pour l'élève que x est l'âge de la personne considérée et que y est la fréquence cardiaque maximum. Les deux formules aboutissent au même résultat si la personne considérée est âgée de 40 ans : la fréquence cardiaque maximum est égale à 180. Selon l'ancienne formule, la fréquence cardiaque maximum est plus élevée pour les personnes plus jeunes : elle est égale à 220 à un extrême, si l'âge est égal à zéro, contre 208 seulement selon la nouvelle formule. Pour les personnes plus âgées en revanche, soit celles de plus de 40 ans, la fréquence cardiaque maximum est plus élevée. À un extrême, à l'âge de 100 ans, elle est de 120 selon l'ancienne formule et de 138 selon la nouvelle formule. Il faut naturellement tenir compte d'un certain nombre d'autres éléments : les formules manquent de précision mathématique et donnent l'impression de ne pas être véritablement scientifiques. En fait, ces formules ne fournissent qu'une règle générale, qu'il convient d'appliquer avec prudence. De surcroît, une plus grande prudence encore est de mise concernant les résultats des formules aux âges extrêmes.

Cet item montre que même les questions relativement « simples », dans le sens où elles peuvent être administrées dans le respect des contraintes d'une enquête internationale à grande échelle et peuvent être résolues assez vite, permettent d'identifier le cycle de la mathématisation et de la résolution de problèmes.

Ce sont ces processus qui définissent au sens large la manière dont les mathématiciens font des mathématiques, dont les gens utilisent les mathématiques dans une série d'activités, réelles ou potentielles, et dont les citoyens informés et réfléchis devraient appliquer les mathématiques pour s'engager pleinement et de manière compétente dans des activités du monde réel. En fait, l'apprentissage du processus de mathématisation devrait être le principal objectif éducatif pour tous les élèves.

Aujourd'hui ou dans un avenir proche, tous les pays doivent pouvoir s'appuyer sur des citoyens mathématiquement cultivés, à même d'affronter la grande complexité et le caractère très évolutif de la société. À l'heure où le volume d'informations disponibles augmente de manière exponentielle, les citoyens doivent être en mesure de décider comment traiter ces montagnes de données. Dans les débats de société, il est fait appel de plus en plus souvent à des informations quantitatives pour étayer des argumentations. Un exemple peut illustrer combien il est important que les citoyens possèdent une *culture mathématique* : le fait que nous soyons de plus en plus souvent amenés à poser des jugements et à évaluer l'exactitude des conclusions et des affirmations basées sur des informations tirées d'enquêtes et d'études. Pouvoir juger du bien-fondé des assertions découlant de ce type d'arguments est – et deviendra de plus en plus – une composante cruciale du profil de citoyen responsable. Les étapes du processus de mathématisation présentées dans ce cadre d'évaluation sont les éléments fondamentaux de l'utilisation des mathématiques dans des situations aussi complexes. Les conséquences d'une incapacité à mettre en œuvre des notions mathématiques peuvent être graves, en termes, notamment, de confusion dans la prise de décisions personnelles, de vulnérabilité accrue aux thèses pseudoscientifiques, voire la prise de décisions malencontreuses dans la vie professionnelle et publique.

Les citoyens mathématiquement cultivés sont à même de prendre conscience du rythme rapide des évolutions et, dès lors, de comprendre à quel point il est important d'être ouvert à l'apprentissage tout au long de la vie. Affronter ces changements de manière créative, souple et pratique est

indispensable pour garantir une citoyenneté réussie. Les compétences enseignées à l'école ne peuvent probablement pas suffire aux besoins des citoyens au cours de la plus grande partie de leur vie d'adulte.

Le monde du travail pose des exigences similaires. On attend de moins en moins des travailleurs qu'ils reproduisent de manière répétitive les mêmes tâches physiques. Désormais, ils participent activement au contrôle de la production générée par des machines à la pointe de la technologie, traitent un flot continu d'informations et prennent part à des processus de recherche de solutions en équipe. Les tendances actuelles montrent que de plus en plus de professions requerront la faculté de comprendre, de communiquer, d'utiliser et d'expliquer des concepts et des procédures faisant appel à la pensée mathématique – un type de pensée dont les diverses étapes du processus de mathématisation sont les fondements.

Enfin, les citoyens mathématiquement cultivés tendent à apprécier les mathématiques et à considérer qu'il s'agit d'une discipline dynamique, évolutive et utile, qu'ils peuvent souvent mettre à profit pour satisfaire leurs besoins.

Le défi opérationnel auquel est confrontée l'enquête PISA consiste à évaluer la culture mathématique des élèves de 15 ans en termes de capacité à mathématiser. Cela n'est guère aisé à réaliser dans le cadre d'un test minuté, car l'ensemble du processus à appliquer pour passer de la réalité au concept mathématique, puis revenir à la réalité implique souvent un travail en coopération avec d'autres et la mise en œuvre de ressources appropriées, ce qui prend beaucoup de temps.

Pour illustrer la mathématisation dans le cadre d'un exercice complexe de résolution de problèmes, considérons l'exemple suivant, en l'occurrence l'unité *VACANCES*, tirée de la batterie d'items de résolution de problèmes du cycle PISA 2003. Deux questions sont posées aux élèves : ils doivent, d'une part, préparer un itinéraire et, d'autre part, trouver où passer la nuit pendant les vacances. À leur disposition pour y répondre, une carte simplifiée et un graphique (représentations multiples) indiquant les distances entre les villes mentionnées sur la carte.



Mathématiques – Exemple n° 2 : VACANCES

Dans ce problème, il s'agit de déterminer le meilleur itinéraire de vacances.

Les figures A et B présentent une carte de la région et les distances entre les villes.

Figure A. Carte des routes d'une ville à l'autre.

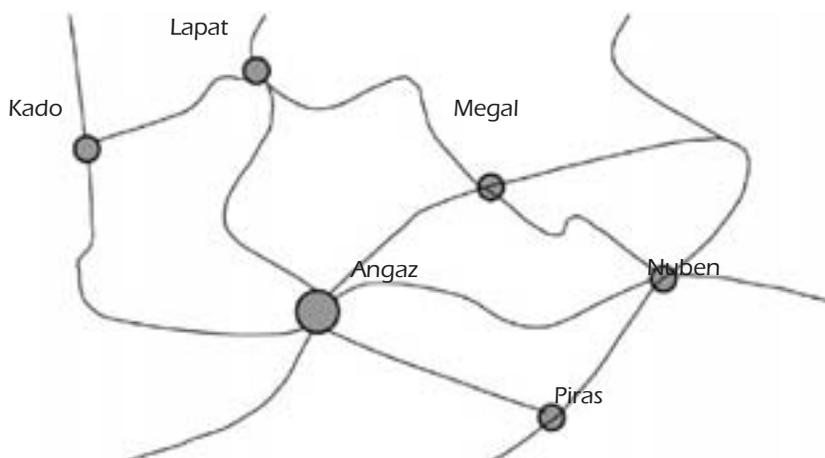


Figure B. Distances routières les plus courtes entre les villes, exprimées en kilomètres.

Angaz						
Kado	550					
Lapat	500	300				
Mergal	300	850	550			
Nuben	500		1300	450		
Piras	300	850	800	600	250	
	Angaz	Kado	Lapat	Megal	Nuben	Piras

Question n° 1 : VACANCES

Calculez la plus courte distance par route entre Nuben et Kado.

Distance : kilomètres.

Question n° 2 : VACANCES

Zoé habite à Angaz. Elle veut visiter Kaço et Lapat. Elle ne peut pas faire plus de 300 kilomètres par jour, mais elle peut couper ses trajets en camping, pour la nuit, n'importe où entre deux villes.

Zoé restera deux nuits dans chaque ville, de manière à pouvoir passer chaque fois une journée entière à les visiter.

Donnez l'itinéraire de Zoé en remplissant le tableau ci-dessous pour indiquer où elle passera chacune des nuits.

Jour	Logement pour la nuit
1	Camping entre Angaz et Kaço
2	
3	
4	
5	
6	
7	Angaz

Il convient de souligner à propos de cette unité qu'il n'existe pas de lien direct avec une matière du programme de cours, même si la relation avec les mathématiques discrètes apparaît d'emblée. La stratégie à adopter pour résoudre le problème n'est pas décrite au préalable. Il est fréquent que les élèves sachent exactement quelle stratégie appliquer lorsqu'ils ont à résoudre des problèmes dans le cadre scolaire. Il n'en va pas de même dans les problèmes du monde réel, car il n'existe pas de stratégie courante à adopter pour les résoudre.

Il apparaît clairement par ailleurs que les cinq aspects de la mathématisation sont tout à fait visibles : le problème se situe dans la réalité, il peut être structuré en fonction de concepts mathématiques (tableau de distances) et de cartes (des modèles de la réalité). Pour le résoudre, les élèves doivent ignorer les informations redondantes et se concentrer sur celles qui sont pertinentes et, en particulier, sur leurs aspects mathématiques. Une fois le problème résolu en termes mathématiques, ils doivent réfléchir à la solution en référence à la situation réelle.

Bien que les élèves aient relativement peu d'éléments à lire, le problème est assez complexe car ils doivent lire et interpréter les informations contenues dans la carte et le tableau des distances. Pour localiser certaines distances, ils doivent lire les données en commençant par le bas du tableau, et non par le coin supérieur gauche. Par exemple, pour trouver la distance entre Nuben et Piras, ils doivent trouver la distance de Piras à Nuben, puis convertir l'information (*Résoudre des problèmes, un atout pour réussir – Premières évaluations des compétences transdisciplinaires issues de PISA 2003 [OCDE, 2004]*).

La deuxième question présente une série de contraintes, dont les élèves doivent tenir compte en même temps : parcourir un maximum de 300 kilomètres par jour, prendre comme point de départ et d'arrivée la ville d'Angaz où habite Zoé, visiter Kado et Lapat et, enfin, loger deux nuits dans chacune de ces villes pour respecter l'objectif du voyage.

Il convient de souligner que cette unité est tirée des épreuves PISA de résolution de problèmes, qui laissent nettement plus de temps aux élèves pour répondre que les épreuves de mathématiques, dont les items sont généralement plus courts.



Idéalement, pour déterminer si des élèves de 15 ans sont en mesure d'exploiter leurs acquis mathématiques pour résoudre les problèmes mathématiques qu'ils rencontrent dans le monde qui les entoure, il faudrait pouvoir recueillir des informations sur leur capacité à mathématiser un certain nombre de situations complexes de ce genre. C'est de toute évidence impossible. L'approche retenue par l'enquête PISA a été, plutôt, d'élaborer des items qui permettent d'évaluer les différents aspects de ce processus. La section suivante décrit la stratégie choisie pour créer une batterie équilibrée d'items, conçue de manière à ce que l'échantillon d'items sélectionné couvre les cinq aspects de la mathématisation et que les réponses à ces items puissent être utilisées pour situer les élèves sur une échelle de compétence représentant l'indicateur du « *construct* » PISA de *culture mathématique*.

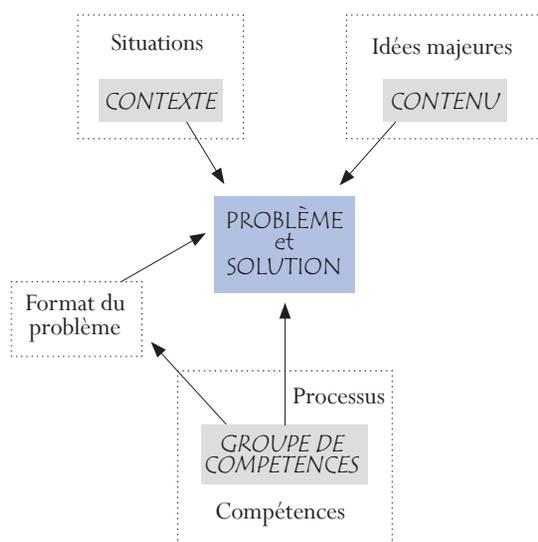
ORGANISATION DU DOMAINE

Le cadre d'évaluation PISA de la culture mathématique définit les fondements théoriques et la nature de l'évaluation mise en œuvre pour déterminer dans quelle mesure les élèves de 15 ans sont capables d'utiliser les mathématiques de manière pertinente lorsqu'ils doivent affronter des problèmes de la vie réelle. En termes plus généraux, l'objectif est de mesurer la *culture mathématique* des élèves de 15 ans. Pour décrire de manière précise le domaine évalué, il y a lieu de distinguer trois composantes :

- Les *situations et les contextes* où se placent les problèmes que les élèves doivent résoudre ;
- Le *contenu mathématique* qui doit être utilisé pour résoudre ces problèmes, organisé autour d'un certain nombre d'idées majeures ;
- Les *compétences* à activer au cours du processus de mise en relation entre le monde réel, qui donne naissance aux problèmes, et les mathématiques pour aboutir à leur résolution.

La figure 3.1 présente ces trois composantes, qui sont décrites de manière détaillée ci-dessous.

Figure 3.1 ■ Les composantes du domaine de la culture mathématique



L'étendue de la *culture mathématique* d'un individu se reflète dans la manière dont il utilise ses connaissances et compétences mathématiques pour résoudre des problèmes. Les problèmes (et leurs

solutions) peuvent se présenter dans des situations et des contextes très divers lors des expériences vécues par l'individu. Les problèmes utilisés dans les épreuves PISA s'inspirent du monde réel à deux égards. En premier lieu, les problèmes s'inscrivent dans des situations générales qui sont pertinentes par rapport à la vie des élèves. Ces situations, qui font partie du monde réel, sont représentées par le grand encadré situé dans le coin supérieur gauche de la figure. Dans chacune de ces situations, les problèmes ont un contexte plus spécifique. Ces contextes sont représentés par l'encadré grisé situé à l'intérieur de l'encadré « Situations ».

Dans les exemples ci-dessus (*BATTEMENTS DE CŒUR* et *VACANCES*), la situation fait référence à la vie personnelle et les contextes sont, d'une part, le sport et la santé des citoyens actifs et, d'autre part, la façon de planifier des vacances.

La seconde composante du monde réel à prendre en considération pour définir la *culture mathématique* est le contenu mathématique qu'un individu peut identifier et utiliser afin de résoudre un problème. Pour définir ce contenu, l'on s'est fondé sur la description de quatre grandes catégories qui recouvrent les types de problèmes apparaissant lors des interactions avec les phénomènes du monde réel et qui reposent sur une conception de la manière dont les contenus mathématiques se manifestent dans la vie des individus. Dans l'évaluation PISA, ces idées majeures sont : *quantité*, *espace et formes*, *variations et relations* et, enfin, *incertitude*. Cette approche du contenu est sensiblement différente de celle, plus familière, qui est propre au programme de mathématiques et aux matières généralement enseignées à l'école. Cependant, les idées majeures recouvrent largement les diverses matières mathématiques que les élèves de 15 ans sont censés avoir appris. Les idées majeures sont représentées par le grand cadre situé dans le coin supérieur droit de la figure 3.1. Le contenu utilisé dans la résolution d'un problème est tiré de ces idées majeures et est représenté par le petit encadré situé à l'intérieur de l'encadré « Idées majeures ».

Les flèches qui partent des encadrés contexte et contenu pour rejoindre l'encadré problème montrent comment le monde réel (y compris les mathématiques) donne lieu à un problème.

Le problème intitulé *BATTEMENTS DE CŒUR* porte sur des relations mathématiques et implique la comparaison de deux relations pour prendre des décisions. Il relève donc de l'idée majeure *variations et relations*. Le problème intitulé *VACANCES* demande aux élèves d'effectuer quelques calculs élémentaires, mais la deuxième question leur impose de se livrer à un certain raisonnement analytique. Il relève de l'idée majeure *quantité*.

Les compétences mathématiques désignent les processus mathématiques qu'appliquent les élèves lorsqu'ils tentent de résoudre des problèmes. Trois groupes de compétences résument les divers processus qui sont nécessaires pour la résolution de problèmes. Ils reflètent la manière dont les processus mathématiques sont généralement appliqués lors de la résolution de problèmes issus des interactions des élèves avec le monde où ils vivent. Ils sont détaillés dans des sections ultérieures de ce chapitre.

En conséquence, la composante processus de ce cadre d'évaluation est représentée dans la figure ci-dessus par le grand encadré, qui renvoie aux compétences mathématiques générales, et par l'encadré plus petit qui désigne les trois groupes de compétences. Les compétences particulières nécessaires à la résolution d'un problème sont en rapport avec la nature du problème et elles sont reflétées dans la solution trouvée. Cette relation est représentée par la flèche allant des groupes de compétences au problème et à sa solution.



La dernière flèche du schéma établit une relation entre les groupes de compétences et le format du problème. Les compétences employées dans la résolution d'un problème sont en rapport avec la forme de ce problème et ses exigences spécifiques.

Il convient de souligner ici que les trois composantes qui viennent d'être décrites sont de nature différente. En effet, les compétences sont au cœur même de la *culture mathématique*. C'est seulement lorsqu'ils possèdent certaines compétences que les élèves sont à même de s'attaquer avec succès à la résolution de tel ou tel problème. Évaluer la *culture mathématique* consiste notamment à déterminer dans quelle mesure les élèves possèdent ces compétences mathématiques et peuvent les appliquer efficacement dans des situations présentant un problème.

Ces trois composantes sont décrites de manière plus approfondie dans les sections qui suivent.

SITUATIONS ET CONTEXTES

Pouvoir utiliser les mathématiques ou « faire des mathématiques » dans des situations très diverses est une composante importante de la définition de la *culture mathématique*. Il est établi, en effet, que lorsqu'un individu a affaire à des thèmes qui se prêtent à un traitement mathématique, ses représentations mathématiques et les méthodes qu'il choisit dépendent souvent des situations dans lesquelles ces problèmes s'inscrivent.

On entend par situation le domaine spécifique de la réalité des élèves dans lequel les tâches qu'on leur demande d'effectuer ont été placées. La situation se trouve à une certaine distance des élèves. Dans l'évaluation PISA, les situations les plus proches des élèves sont celles qui relèvent de leur vie personnelle. Viennent ensuite les situations appartenant à la vie scolaire, puis au travail et aux loisirs et, enfin, à la collectivité locale et à la société, qui renvoient toutes à des aspects de la vie courante. Les situations les plus éloignées sont celles d'ordre scientifique. Quatre types de situations sont donc définis et utilisés pour les problèmes à résoudre : celles relevant des domaines *personnel*, *éducatif* / *professionnel*, *public* et *scientifique*.

Le contexte renvoie au mode particulier de présentation de l'item dans la situation. Il est constitué de l'ensemble des détails caractérisant l'énoncé du problème.

Considérons l'exemple suivant :

Mathématiques – Exemple n° 3 : COMPTE D'ÉPARGNE

Un montant de 1 000 zeds est déposé sur un compte d'épargne à la banque. Deux options sont proposées : SOIT un rendement à un taux annuel de 4 %, SOIT une prime immédiate de 10 zeds et un rendement à un taux annuel de 3 %.

Question 1 : COMPTE D'ÉPARGNE

Quelle est la meilleure option après un an ? Et après deux ans ?

Cet item est placé dans une situation finances et banque ; il s'agit d'une situation en rapport avec la collectivité locale et la société, classée au sens de l'enquête PISA dans la catégorie des situations publiques. L'argent (les zeds) et les taux d'intérêt pratiqués pour un compte bancaire constituent le contexte de cet item.

Notons que ce problème pourrait faire partie de l'expérience vécue par des jeunes dans leur vie courante. Il fournit un contexte authentique d'utilisation des mathématiques, puisque l'application des mathématiques dans ce contexte est en relation directe avec la résolution du problème, contrairement aux problèmes fréquemment rencontrés dans les manuels scolaires où l'objectif principal est d'exercer systématiquement les mathématiques plutôt que de les utiliser pour résoudre un problème réel. Cette authenticité dans l'utilisation des mathématiques est un aspect important de la conception et de l'analyse des items PISA, en rapport étroit avec la définition de *culture mathématique*.

L'adjectif « authentique » ne veut pas dire ici que les questions de mathématiques posées sont, en quelque sorte, authentiques ou réelles. L'évaluation PISA de la culture mathématique emploie ce terme pour indiquer que l'utilisation des mathématiques dans ces épreuves a véritablement pour but de résoudre le problème posé, par opposition aux cas où le problème n'est qu'un prétexte utilisé pour exercer l'élève à effectuer des opérations mathématiques.

Notons également que certains éléments du problème sont imaginaires – la monnaie utilisée est fictive. Le choix d'éléments fictifs est motivé par le souci de ne pas avantager injustement les élèves de certains pays.

La situation et le contexte d'un problème peuvent être définis en termes de distance entre le problème et les mathématiques impliquées. Si un exercice se réfère uniquement à des objets, des symboles ou des structures mathématiques et ne fait référence à aucun thème externe au monde mathématique, le contexte est considéré comme intra-mathématique et l'exercice est classé comme appartenant à une situation de type scientifique. Un petit nombre d'items de ce type est inclus dans l'évaluation PISA : le lien entre le problème et les mathématiques sous-jacentes est alors rendu explicite par le contexte. D'habitude, les problèmes rencontrés dans la vie courante ne se présentent pas en termes mathématiques explicites et se réfèrent à des objets du monde réel. Ces contextes sont considérés comme extra-mathématiques ; c'est l'élève qui doit traduire ces contextes en termes mathématiques. En général, l'évaluation PISA donne la préférence à des tâches qui peuvent être rencontrées dans des situations de la vie réelle, qui s'inscrivent dans un contexte authentique donnant lieu à un usage des mathématiques qui est susceptible d'influencer les solutions et leurs interprétations. Ceci n'exclut pas l'utilisation d'exercices dont le contexte est imaginaire, pour autant que certains éléments de ce contexte soient réels, que la situation ne soit pas trop éloignée de la vie courante et que l'utilisation des mathématiques pour résoudre le problème soit authentique. L'exemple n° 4 présente un problème où le contexte, imaginaire, est extra-mathématique.

Mathématiques – Exemple n° 4 : PIÈCES DE MONNAIE

Question 1 : PIÈCES DE MONNAIE

Serait-il concevable de mettre en place un système de pièces de monnaie en n'utilisant que les valeurs 3 et 5 ? Plus spécifiquement, quels sont les montants qui pourraient être obtenus sur cette base ? Un tel système serait-il souhaitable ?

La qualité de ce problème ne tient pas en premier lieu à sa ressemblance avec la vie courante, mais au fait que l'item est intéressant d'un point de vue mathématique et qu'il fait appel à des compétences liées à la *culture mathématique*. Un des atouts les plus puissants des mathématiques vient de ce qu'elles peuvent être utilisées pour expliquer des scénarios hypothétiques et pour explorer des situations ou des systèmes potentiels, même s'il est peu probable que ceux-ci soient effectivement mis en œuvre



dans le monde réel. Un tel problème est à classer dans la catégorie des situations de type scientifique.

En résumé, l'évaluation PISA privilégie les problèmes qui peuvent se rencontrer dans diverses situations de la vie réelle et qui s'inscrivent dans un contexte dans lequel l'application des mathématiques pour résoudre le problème est authentique. Les problèmes dont les contextes extra-mathématiques influencent les solutions et leur interprétation sont ceux qui servent le mieux les objectifs d'une évaluation de la *culture mathématique*, puisque ce sont ceux que l'on rencontre le plus couramment dans la vie de tous les jours.

CONTENU MATHÉMATIQUE : LES QUATRE IDÉES MAJEURES

Aujourd'hui, beaucoup considèrent les mathématiques comme la science des structures (au sens général du terme). Le présent cadre d'évaluation a par conséquent sélectionné des idées majeures reflétant ces nouveaux développements : les structures récurrentes dans les domaines *espace et formes*, *variations et relations* et *quantité* constituent les concepts clés de toute description des mathématiques et sont au cœur de tout programme scolaire, et ce à tous les niveaux. Cependant, la *culture mathématique* signifie plus encore. Savoir aborder l'incertitude dans une perspective mathématique et scientifique est essentiel. C'est pour cette raison que des éléments de la théorie des probabilités et des statistiques sont retenus à titre de quatrième idée majeure, à savoir l'*incertitude*.

La liste suivante d'idées majeures a donc été retenue en vue du cycle PISA 2006, afin de tenir compte du développement historique du domaine, d'en assurer une couverture aussi large que possible et de refléter au mieux les aspects principaux des programmes scolaires :

- *L'espace et les formes*
- *Les variations et les relations*
- *La quantité*
- *L'incertitude*

Ces quatre idées permettent d'organiser le contenu mathématique en un nombre suffisamment important d'aspects pour assurer une bonne répartition des items sur l'ensemble du programme de cours en mathématiques, mais suffisamment restreint pour éviter une division trop « fine » qui irait à l'encontre de l'élaboration de problèmes basés sur des situations réelles.

La notion d'idée majeure est, à la base, celle d'un ensemble de phénomènes et de concepts dont se dégage un sens commun et que l'on peut rencontrer dans une multitude de situations différentes. Par sa nature, chaque idée majeure peut être perçue comme une sorte de notion globale se rapportant à une dimension générale du contenu mathématique. Cela implique que les idées majeures ne peuvent être strictement isolées les unes des autres, pas plus que ne peuvent l'être les diverses branches mathématiques classiques. Chacune d'entre elles représente plutôt une perspective, un point de vue propre, dont on peut dire qu'il possède un noyau ou un centre de gravité et des contours flous autorisant le chevauchement avec d'autres idées majeures. Les quatre idées majeures sont brièvement décrites ci-dessous ; elles seront explorées plus loin de manière plus fouillée.

Espace et formes

Les régularités de structure sont omniprésentes autour de nous : dans le langage, la musique, les images vidéo, la circulation, les constructions d'immeubles ou l'art. Les formes peuvent être considérées comme des structures : maisons, immeubles de bureaux, ponts, étoiles de mer, flocons de neige, plans de ville, feuilles de trèfle, cristaux, ombres, etc. Les structures géométriques peuvent servir de modèles relativement simples pour quantité de phénomènes, et leur étude est possible et souhaitable à tous les niveaux (Grünbaum, 1985).

En outre, il est important d'être capable de comprendre les propriétés des objets et leurs positions relatives. Les élèves doivent être conscients de la manière dont ils voient les choses et savoir pourquoi ils les perçoivent de cette manière. Il s'agit pour cela d'apprendre à s'orienter dans l'espace, dans des constructions et des formes. Cela implique également de saisir la relation entre une forme et son image, ou sa représentation visuelle – par exemple, entre une ville réelle et le plan ou les photographies qui la représentent. Par ailleurs, il faut comprendre comment des objets en trois dimensions peuvent être représentés en deux dimensions, comment les ombres se forment et s'interprètent, ce qu'est la perspective et comment elle fonctionne.

Si la forme a des liens étroits avec la géométrie classique, elle va bien au-delà en termes de contenu, de sens et de méthode. Pour entrer en interaction avec des formes réelles, nous devons comprendre le monde visuel qui nous entoure ainsi que sa description et encoder et décoder des informations visuelles. Il nous faut aussi interpréter ces informations. Pour appréhender le concept de forme, les élèves doivent être capables de découvrir en quoi des objets sont semblables et en quoi ils sont différents, d'analyser les divers composants des objets et de reconnaître des formes sous des représentations et dans des dimensions différentes.

Il convient de rappeler que les formes peuvent être plus que des entités statiques. Celles-ci peuvent en effet se modifier comme toute autre entité. Dans certains cas, la technologie informatique permet une visualisation élégante de ces changements. Les élèves doivent être à même d'identifier les structures et les régularités au fur et à mesure que les formes changent. La figure 3.2 en donne un exemple dans la section suivante.

L'étude des formes et des constructions nécessite de rechercher les similitudes et les différences lorsque l'on analyse les composants de la forme. De même, il s'agit de reconnaître les formes dans différentes représentations et dimensions. L'étude des formes est ainsi étroitement liée à la compréhension de l'espace (Freudenthal, 1973).

On peut citer d'innombrables exemples de situations mettant en jeu cette forme de pensée : identifier et mettre en relation la photographie d'une ville et le plan de cette ville, en localisant l'endroit à partir duquel la photographie a été prise ; être capable de dessiner un plan ; comprendre pourquoi un immeuble proche paraît plus grand qu'un autre plus éloigné ou pourquoi les rails de chemin de fer semblent se rejoindre à l'horizon, etc. Toutes ces questions relèvent de cette idée majeure.

Comme les élèves vivent dans un espace en trois dimensions, les vues d'objets selon trois aspects orthogonaux (vue de face, de profil et du sommet, par exemple) devraient leur être familières. Ils devraient être conscients de la portée et des limites des différentes représentations de formes



tridimensionnelles, ainsi que le montre l'exemple présenté dans la figure 3.3 ci-dessous. Ils doivent non seulement comprendre la position relative des objets, mais également savoir comment s'orienter dans l'espace, parmi des constructions et des formes. À titre d'exemple, citons la lecture et l'interprétation d'une carte géographique et la rédaction d'instructions à suivre pour se rendre d'un point A à un point B en utilisant des coordonnées, une description en langue courante ou un croquis.

La compréhension du concept de formes inclut également la capacité à réaliser une représentation bidimensionnelle d'un objet en trois dimensions, et inversement, même lorsque l'objet tridimensionnel est présenté en deux dimensions. L'exemple proposé ci-dessous par la figure 3.4 en est une illustration.

Pour conclure, voici la liste des aspects clés du domaine :

- Reconnaissance des formes et des récurrences
- Description, encodage et décodage d'informations visuelles
- Compréhension des changements dynamiques des formes
- Similitudes et différences
- Positions relatives
- Représentations en deux et trois dimensions et relations qui existent entre elles
- Orientation dans l'espace

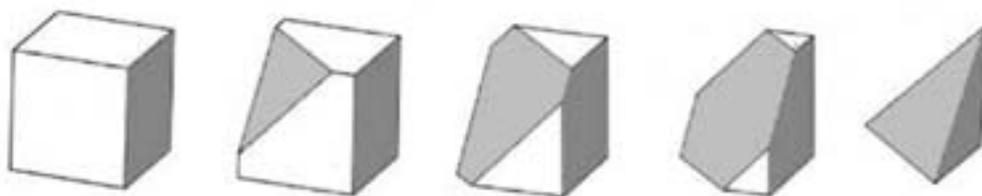
Exemples d'espace et formes

La figure 3.2 est un exemple simple montrant que la visualisation de formes qui évoluent exige une certaine souplesse d'esprit. L'exemple porte sur un cube qui fait l'objet de diverses coupes planes. De nombreuses questions pourraient être posées à propos de cette figure, dont les suivantes :

Figure 3.2 ■ Coupes planes d'un cube

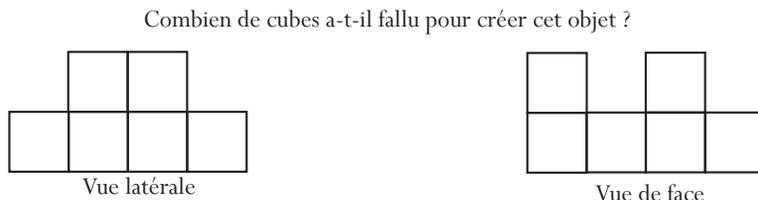
Quelles sont les formes qui peuvent être produites par une seule coupe plane ?

Combien de faces, arêtes et sommets obtient-on si le cube est ainsi sectionné ?



Ci-dessous figurent trois exemples qui illustrent la nécessité pour les élèves d'être familiarisés avec les représentations de formes tridimensionnelles. Le premier exemple présente la vue de face et la vue latérale d'un objet constitué de cubes (figure 3.3). La question posée est la suivante.

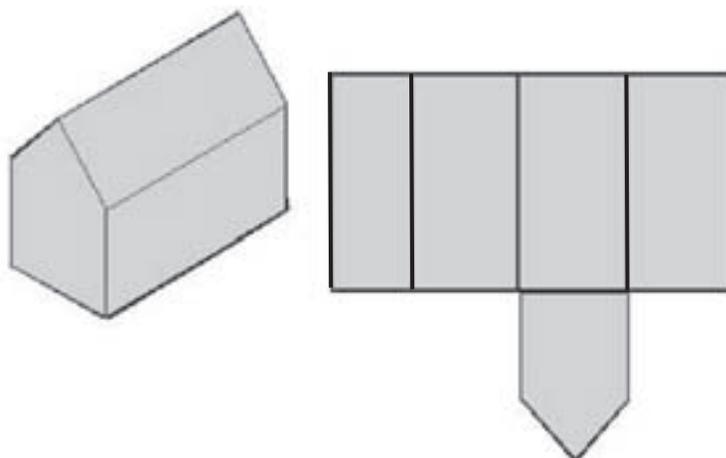
Figure 3.3 ■ Vue de face et vue latérale d'un objet constitué de cubes



Il peut être très surprenant – tant pour les élèves que pour les enseignants – de constater que le nombre maximum de cubes est 20 et le nombre minimum, six (de Lange, 1995).

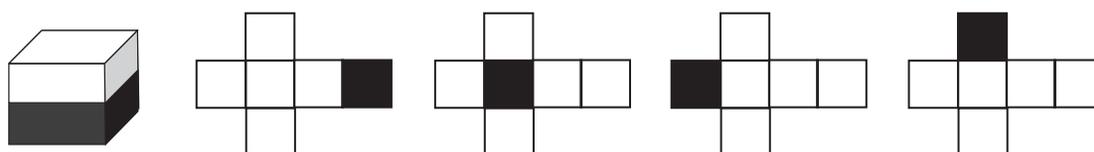
L'exemple suivant propose la représentation bidimensionnelle d'une grange ainsi que son développement incomplet. Le problème consiste à compléter le développement de la grange.

Figure 3.4 ■ Représentation bidimensionnelle d'une grange tridimensionnelle et son développement (incomplet)



Le dernier exemple, proche du précédent, est présenté par la figure 3.5 ci-dessous (adaptation de Hershkovitz *et al.*, 1996).

Figure 3.5 ■ Cube à fond noir





La moitié inférieure du cube a été peinte en noir. La face inférieure est déjà de couleur noire sur chacun des quatre développements. Les élèves peuvent être invités à terminer chaque développement en noircissant les carrés appropriés.

Variations et relations

Tout phénomène naturel est la manifestation d'une variation, et le monde autour de nous nous permet d'observer quantité de relations provisoires ou permanentes entre phénomènes. À titre d'exemple, citons les organismes qui changent en grandissant, le cycle des saisons, le flux et le reflux des marées, la fluctuation des taux de chômage, les changements météorologiques et l'évolution des indices boursiers. Certains de ces processus de variation peuvent être décrits ou modélisés par des fonctions mathématiques simples : fonctions linéaires, exponentielles, périodiques ou logistiques, qu'elles soient discrètes ou continues. Mais de nombreux processus relèvent de catégories différentes, et l'analyse des données est souvent essentielle pour identifier le type de relation. Les relations mathématiques se présentent souvent sous la forme d'équations ou d'inéquations, mais des relations d'une nature plus générale (l'équivalence, la divisibilité et l'inclusion, pour n'en citer que quelques-unes) sont également susceptibles d'apparaître.

Selon Stewart (1990), pour être sensibles aux régularités dans le domaine des variations, nous devons pouvoir :

- Représenter les variations sous une forme compréhensible
- Comprendre les types fondamentaux de variations
- Reconnaître des types particuliers de variation lorsqu'ils se rencontrent
- Appliquer ces techniques au monde extérieur
- Maîtriser les changements de l'univers au mieux de nos intérêts

Les *variations* et les *relations* peuvent être représentées visuellement de plusieurs façons : de manière numérique (par exemple sous forme de tableau), symbolique ou graphique. Pouvoir transposer une représentation d'une forme à une autre est d'une importance capitale, tout comme pouvoir identifier et comprendre des relations et des types de variation fondamentaux. Les élèves devraient maîtriser les notions de progression linéaire (processus additifs), de progression géométrique (processus multiplicatifs), ainsi que les notions de progression périodique et de progression logistique (ces dernières au moins de manière informelle, à titre de cas particuliers du phénomène de progression géométrique).

Les élèves devraient aussi pouvoir identifier les relations entre ces modèles, c'est-à-dire connaître les différences essentielles entre processus linéaire et processus géométrique, savoir que la progression en pourcentage est identique à la progression géométrique et savoir aussi comment et pourquoi la progression logistique se produit, que ce soit dans des situations continues ou discrètes.

Les variations interviennent dans un système où les phénomènes ou les objets sont interdépendants et dont chaque élément influence les autres. Les phénomènes évoqués dans les exemples de la synthèse ci-dessus concernent tous des changements qui interviennent au fil du temps. Mais la vie réelle fournit aussi beaucoup d'exemples dans lesquels les objets sont reliés entre eux sous de multiples autres formes. En voici deux :

Si la longueur de la corde d'une guitare est réduite de moitié, la nouvelle tonalité est inférieure d'une octave à la tonalité originale. La tonalité dépend donc de la longueur de la corde.

Lorsque nous déposons de l'argent sur un compte bancaire, nous savons que le solde du compte dépendra de l'importance, de la fréquence et du nombre de dépôts et de retraits ainsi que des taux d'intérêt.

Les relations conduisent à la notion de dépendance. Il y a dépendance lorsque les propriétés et les variations de certains objets mathématiques peuvent influencer (ou être influencées par) les propriétés et les variations d'autres objets mathématiques. Les relations mathématiques prennent souvent la forme d'équations ou d'inégalités, mais des relations d'ordre plus général peuvent également se rencontrer.

Le domaine de *variations* et de *relations* fait appel à la pensée fonctionnelle. L'acquisition de la pensée fonctionnelle – qui consiste à penser en termes de relations – est l'un des objectifs les plus fondamentaux de l'enseignement des mathématiques (MAA, 1923). Cela implique pour les élèves de 15 ans le fait de comprendre la notion de taux de variation, de gradient et de pente (même si cela ne doit pas nécessairement passer par une approche formelle), ainsi que la notion de dépendance d'une variable par rapport à une autre. Ils doivent être capables de poser des jugements sur la vitesse à laquelle les processus se déroulent, y compris en termes relatifs.

L'idée majeure de *variations* et de *relations* est étroitement liée à des aspects relevant d'autres idées majeures. L'étude des régularités dans le domaine des nombres peut mener à la découverte de relations surprenantes : les nombres de Fibonacci et le nombre d'or par exemple. La notion de nombre d'or joue également un rôle en géométrie. Beaucoup d'autres exemples de *variations* et de *relations* se rencontrent dans le domaine de l'*espace* et des *formes*, par exemple l'accroissement d'une surface en fonction de l'augmentation du périmètre ou diamètre. La géométrie euclidienne se prête également à l'étude des relations. La relation entre les trois côtés d'un triangle en est un exemple bien connu. Si la longueur de deux côtés est connue, la longueur du troisième n'est pas déterminée, mais l'intervalle dans lequel elle se situe est connu : les extrémités de l'intervalle correspondent respectivement à la valeur absolue de la différence entre les deux autres côtés et à leur somme. Plusieurs autres relations similaires existent pour les divers éléments d'un triangle.

De nombreux problèmes relevant du domaine de l'*incertitude* peuvent être considérés sous l'angle des *variations* et des *relations*. Si un joueur lance deux dés et obtient un quatre avec l'un des dés, quelle est la probabilité que la somme des deux dés excède sept ? La réponse (50 %) dépend de la proportion de résultats potentiellement favorables par rapport à l'ensemble des résultats possibles, ce qui constitue une dépendance fonctionnelle.

Exemples de variations et relations

Mathématiques – Exemple n°5 : EXCURSION SCOLAIRE

Une école souhaite louer un autocar pour organiser une excursion et demande des informations sur les tarifs à trois sociétés de transport.

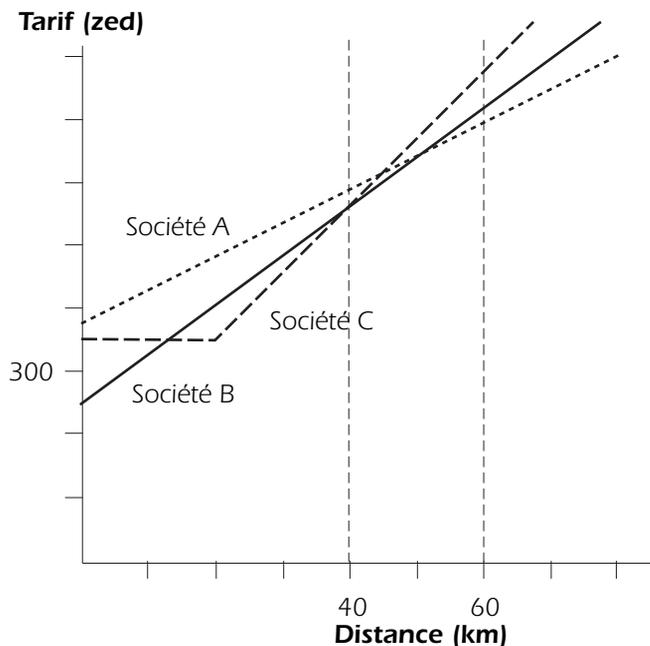
La société A propose un montant forfaitaire de 375 zeds, augmenté de 0,5 zed par kilomètre parcouru. La société B propose un tarif forfaitaire de 250 zeds, augmenté de 0,75 zed par kilomètre parcouru. La société C pratique un tarif unique de 350 zeds jusqu'à 200 kilomètres, plus un montant de 1,02 zed par kilomètre parcouru au-delà des premiers 200 kilomètres.

**Question 1: EXCURSION SCOLAIRE**

Quelle société l'école doit-elle choisir si la distance totale qui sera parcourue au cours de l'excursion est comprise entre 400 et 600 kilomètres ?

Mis à part les éléments fictifs du contexte, il s'agit ici d'un problème qui est susceptible de se présenter. Pour le résoudre, il faut formuler et appliquer plusieurs équations, inéquations et relations fonctionnelles. Il peut être abordé soit par des moyens graphiques, soit par des moyens algébriques, voire par la combinaison des deux. Le fait que la distance totale à parcourir lors de l'excursion ne soit pas précisément indiquée introduit en outre des liens avec l'idée majeure d'*incertitude*.

Figure 3.6 ■ Tarifs pratiqués par les trois sociétés de transport



L'exemple suivant a lui aussi trait aux *variations* et *relations*

Mathématiques – Exemple n°6 : PROLIFÉRATION CELLULAIRE

Des médecins surveillent la multiplication de cellules. Ils s'intéressent plus particulièrement au moment où leur nombre atteindra 60 000, car c'est à ce moment-là qu'ils devront entamer une expérience. Le tableau des résultats est le suivant.

Temps (jours)	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Cellules	597	893	1 339	1 995	2 976	2 976	14 719	21 956	32 763

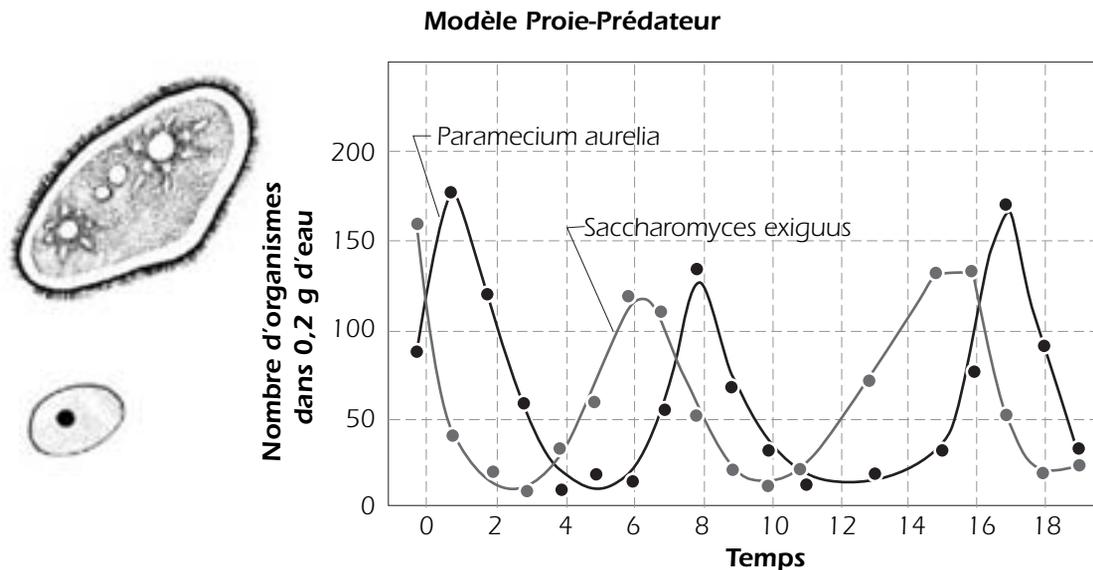
Question 1 : PROLIFÉRATION CELLULAIRE

À quel moment les cellules seront-elles au nombre de 60 000 ?

Mathématiques – Exemple n°7 : PROIE-PRÉDATEUR

Le graphique suivant montre la croissance de deux organismes vivants : le Paramecium et le Saccharomyces.

Question 1: PROIE-PRÉDATEUR



L'un des deux organismes (le prédateur) mange l'autre (la proie). Sur la base du graphique, pouvez-vous déterminer lequel est la proie et lequel est le prédateur ?

L'une des propriétés des phénomènes « proie-prédateur » s'énonce comme suit : le taux de croissance des prédateurs est proportionnel au nombre de proies disponibles. Cette propriété s'applique-t-elle au graphique ci-dessus ?

Quantité

Le thème de la *quantité* couvre divers aspects importants, en particulier : appréhender des grandeurs relatives, reconnaître des récurrences numériques et utiliser des nombres pour représenter les quantités et les attributs quantifiables des objets du monde réel (comptage et mesures). Font également partie de ce thème le traitement et la compréhension des nombres, sous les différentes formes qu'ils peuvent prendre lorsque nous les rencontrons.

Le raisonnement quantitatif est un autre aspect important lorsqu'on est confronté à la *quantité*. Parmi les composantes essentielles du raisonnement quantitatif, on peut citer : avoir le sens des nombres, pouvoir représenter des nombres sous diverses formes, comprendre la signification des opérations, « sentir » l'ordre de grandeur des nombres ou ce qu'est un calcul mathématiquement élégant et pouvoir effectuer des calculs mentaux et des estimations.

Lorsqu'on mesure des grandeurs, c'est une autre utilisation des nombres qui entre en jeu, cruciale dans la vie de tous les jours. La longueur, l'aire, le volume, la hauteur, la vitesse, la masse, la pression atmosphérique et les valeurs monétaires font l'objet de quantifications à l'aide de mesures.



Le raisonnement quantitatif est un aspect important du traitement des quantités. Il fait intervenir notamment :

- Le sens des nombres
- La compréhension du sens des opérations
- Le sens de la grandeur des nombres
- L'élégance des calculs
- Le calcul mental
- Les estimations

Par « comprendre le sens des opérations », on entend notamment la capacité à exécuter des opérations impliquant des comparaisons, des rapports proportionnels et des pourcentages. Le sens des nombres fait référence, quant à lui, aux grandeurs relatives, aux diverses représentations des nombres, aux formes équivalentes de nombres ainsi qu'au fait de pouvoir utiliser la compréhension qu'on a de ces aspects pour décrire des caractéristiques du monde.

La maîtrise de l'idée majeure de *quantité* implique aussi le fait d'avoir le « sens » des quantités et de l'estimation. Pour être à même de juger de la vraisemblance de résultats numériques, l'individu doit posséder des connaissances étendues sur toutes sortes de quantités (ou mesures) du monde réel. La vitesse moyenne d'un véhicule est-elle de 5, 50 ou 500 km/h ? La planète compte-t-elle 6 millions, 600 millions, 6 milliards ou 60 milliards d'êtres humains ? Quelle est la hauteur d'une tour ? Quelle est la largeur d'une rivière ? Pouvoir donner rapidement un ordre de grandeur est particulièrement important, d'autant plus que l'utilisation d'instruments électroniques de calcul se généralise. Il faut pouvoir estimer que le résultat de l'opération « 33×613 » est à peu près 20 000. Pour acquérir ce type de compétence, il n'est pas nécessaire de s'entraîner de manière intensive à exécuter mentalement des algorithmes de calcul que l'on effectue ordinairement par écrit ; cela tient plutôt à l'application souple et intelligente de connaissances sur les valeurs de position des nombres et de calculs arithmétiques à un seul chiffre (Fey, 1990).

En se servant à bon escient de leur sens des nombres, les élèves peuvent résoudre des problèmes qui nécessitent un raisonnement direct, inverse ou proportionnel. Ils sont capables d'estimer des taux de variation ou d'établir un critère permettant de choisir les données à prendre en compte ou le niveau de précision requis par les opérations et les modèles qu'ils appliquent. Ils peuvent étudier plusieurs algorithmes possibles et montrer pourquoi ils fonctionnent correctement et dans quels cas ils échouent. Ils peuvent élaborer des modèles impliquant des opérations et des relations entre opérations pour résoudre des problèmes comportant des données issues du monde réel et établir des relations numériques requérant des opérations et des comparaisons (Dossey, 1997).

L'idée majeure de *quantité* fait également une certaine place à l'« élégance » du raisonnement quantitatif, comme celui utilisé par Gauss dans l'exemple suivant. La créativité, associée à une vraie compréhension des concepts en jeu, devrait être valorisée dans les programmes d'enseignement destinés aux élèves de 15 ans.

Exemples de quantité

Mathématiques – Exemple n°8 : GAUSS

Un jour, l'instituteur de Karl Friedrich Gauss (1777-1855) demanda à ses élèves d'additionner tous les nombres de 1 à 100, probablement dans l'intention de les occuper pendant un certain temps. Mais Gauss, qui excellait dans l'art du raisonnement quantitatif, découvrit un raccourci. Voici son raisonnement.

Vous écrivez la somme à deux reprises, la première dans l'ordre ascendant et la seconde dans l'ordre descendant, comme ceci.

$$1 + 2 + 3 + \dots + 98 + 99 + 100$$

$$100 + 99 + 98 + \dots + 3 + 2 + 1$$

Vous additionnez ensuite les deux sommes, colonne par colonne, pour obtenir :

$$101 + 101 + \dots + 101 + 101$$

Comme il y a exactement 100 répétitions du nombre 101 dans cette somme, sa valeur est :
 $100 \times 101 = 10\,100$.

Puisque ce produit est égal au double de la somme originale, il vous suffit de le diviser par deux pour obtenir le résultat : 5 050.

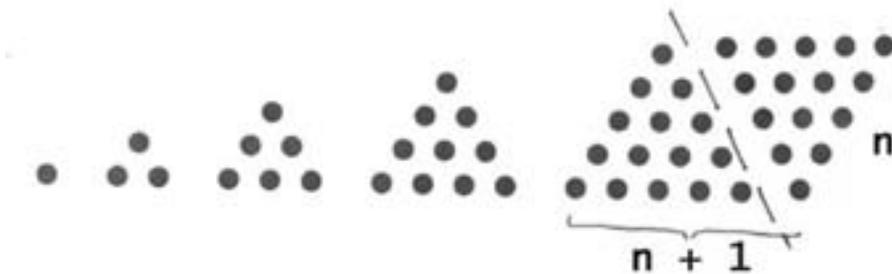
NOMBRES TRIANGULAIRES

Nous pouvons étendre cet exemple de pensée quantitative impliquant des récurrences de nombres afin de montrer le lien avec la représentation géométrique de cette récurrence. On utilisera la formule qui décrit la situation générale du problème de Gauss.

$$1 + 2 + 3 + \dots + n = n(n + 1)/2$$

Cette formule décrit également une récurrence géométrique bien connue : les nombres de forme $n(n + 1)/2$ sont dits triangulaires, car ce sont précisément les nombres qui peuvent être obtenus lorsque des boules sont disposées dans un triangle équilatéral. Les cinq premiers nombres triangulaires 1, 3, 6, 10 et 15 sont présentés dans la figure 3.7 ci-dessous.

Figure 3.7 ■ Les cinq premiers nombres triangulaires

**RAISONNEMENT PROPORTIONNEL**

Il sera intéressant d'observer la manière dont les élèves des divers pays s'y prennent pour résoudre des problèmes qui se prêtent à l'utilisation de stratégies variées. Des différences sont à prévoir, particulièrement dans le domaine du raisonnement proportionnel. Il se pourrait qu'une seule stratégie soit majoritairement observée dans certains pays pour chacun des items, alors que les élèves d'autres pays auraient recours à plusieurs stratégies. Il se pourrait aussi que l'on observe



des similitudes de raisonnement pour résoudre des problèmes qui ne paraissent pourtant pas très voisins. Ceci est en accord avec les résultats obtenus dans le cadre de recherches récentes sur les données TIMSS (Mitchell, J. *et al.*, 2000). Les différentes stratégies et les relations existant entre elles sont illustrées dans les trois items suivants :

1. Vous avez décidé d'organiser une fête ce soir. Vous voulez acheter 100 canettes de limonade. Combien de paquets de six canettes allez-vous acheter ?
2. Une jeune femme s'envole en delta-plane d'une falaise de 120 mètres de haut. Le coefficient de descente en vol plané du deltaplane est de 1 pour 22. La pilote compte atteindre un endroit situé à une distance de 1 400 mètres. Réussira-t-elle à atteindre cet endroit (en l'absence de vent) ?
3. Une école souhaite louer des minibus (avec des sièges pour huit passagers) pour emmener 98 élèves sur le lieu d'un camp. Combien de minibus l'école doit-elle louer ?

Le premier item peut être considéré comme un problème de division ($100 \div 6 = \dots$), qui laisse ensuite les élèves devant une difficulté d'interprétation nécessitant un retour au contexte (que signifie le reste ?). Le second item peut être résolu par un raisonnement proportionnel (la pilote peut parcourir une distance de 22 mètres par mètre de hauteur, donc, en s'élançant à 120 mètres de haut...). De nombreux élèves résoudront le troisième item comme s'il s'agissait d'un problème de division. Pourtant, ces trois items peuvent être résolus à l'aide de la méthode proportionnelle.

Canettes :	1	10	5	15	2	17
	6	60	30	90	12	102
Deltaplane :	1	100	20	120		
	22	2200	440	2640		
Minibus :	1	10	2	13		
	8	80	16	104		

Identifier cette similitude relève d'une compétence appartenant à la *culture mathématique*. En effet, les élèves mathématiquement « cultivés » n'ont pas besoin de rechercher l'outil ou l'algorithme particulier qui convient à chacun des cas ; ils ont à leur disposition un éventail de stratégies parmi lesquelles ils peuvent choisir.

Mathématiques – Exemple n°9 : POURCENTAGES

Charles s'est rendu dans un magasin pour acheter une veste dont le prix normal est de 50 zeds, mais qui est soldée avec une réduction de 20 %. La Zedlande applique une taxe de 5 % sur les ventes. Le vendeur a d'abord ajouté les 5 % de taxe au prix de la veste, puis a déduit les 20 % de réduction. Charles a protesté : il aurait voulu que le vendeur déduise les 20 % avant d'ajouter les 5 % de taxe.

Question 1 : POURCENTAGES

Est-ce que cela entraîne une différence ?

Les problèmes impliquant ce type de réflexion quantitative et nécessitant l'exécution des calculs mentaux surgissent fréquemment lorsque l'on fait des achats. La capacité à traiter correctement ce genre de problèmes est un aspect fondamental de la *culture mathématique*.

Incertitude

Science et technologie ont rarement à faire avec des certitudes. Or, les connaissances scientifiques sont rarement, voire jamais, absolues ; il arrive même qu'elles soient erronées. En conséquence, même les prévisions les mieux fondées d'un point de vue scientifique contiennent toujours une part d'incertitude. De même, l'incertitude est présente dans notre vie quotidienne ; nous sommes confrontés à des résultats d'élection incertains, des ponts qui s'effondrent, des krachs boursiers, des prévisions météorologiques peu fiables, des projections erronées en matière de croissance démographique ou encore des modèles économiques qui fonctionnent mal.

L'idée majeure d'*incertitude* fait référence à deux aspects liés entre eux, les données et le hasard, deux sujets d'études mathématiques qui appartiennent respectivement aux statistiques et aux probabilités. Des recommandations récentes suggèrent de faire une plus large place aux statistiques et aux probabilités dans les programmes scolaires (Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools, 1982 ; LOGSE, 1990 ; MSEB, 1990 ; NCTM, 1989 ; NCTM, 2000). La collecte, l'analyse et la visualisation/représentation des données, les probabilités et les inférences sont des activités et des concepts mathématiques importants de ce domaine.

Les recommandations concernant la place à réserver aux données, à la statistique et aux probabilités dans les programmes d'enseignement mettent surtout l'accent sur l'analyse des données. Il en découle que la statistique, en particulier, est souvent considérée comme une collection de compétences spécifiques. David S. Moore a bien mis en évidence la vraie nature de l'idée d'*incertitude*. La définition adoptée dans le cadre de l'enquête PISA s'inspire des idées qu'il a exposées dans *On the Shoulders of Giants* (Steen, 1990) ainsi que de celles développées par F. James Rutherford dans *Why Numbers Count* (Steen, 1997).

Les statistiques apportent une contribution unique et importante à l'enseignement des mathématiques : le fait de raisonner sur la base de données empiriques incertaines. Cette forme de pensée statistique devrait faire partie de l'arsenal mental de tous les citoyens réfléchis. Les éléments principaux sont les suivants :

- L'omniprésence de la variation dans les processus
- La nécessité de disposer de données à propos des processus
- La prise en considération des variations lorsqu'on établit un plan de collecte de données
- La quantification des variations
- L'explication des variations

Les données ne sont pas uniquement des nombres : ce sont des nombres placés dans un contexte. On obtient des données en mesurant certaines caractéristiques, c'est-à-dire en les représentant par un nombre. Réfléchir au concept de mesure conduit à une vision adulte des raisons pour lesquelles certains nombres sont porteurs d'information et d'autres sont dénués de sens ou de pertinence.



La conception d'enquêtes sur échantillon est un des thèmes centraux de la statistique. Par l'analyse des données, on s'efforce de comprendre les données spécifiques qui sont disponibles, en supposant que ces données représentent une population plus large. Le concept d'échantillon aléatoire simple est essentiel pour amener les élèves de 15 ans à comprendre les problèmes relevant de l'incertitude.

Les phénomènes se manifestent par des résultats qui, pris individuellement, sont incertains, et la séquence de résultats répétés est souvent aléatoire. Dans l'enquête PISA, le concept de probabilité est généralement abordé à partir de situations concernant des instruments du hasard (pièces de monnaie, dés, roues de la fortune) ainsi que de situations de la vie courante d'une complexité limitée pouvant être analysées de manière intuitive ou modélisées à l'aide de ces instruments.

L'incertitude a aussi d'autres sources, comme dans le cas des variations naturelles de la taille des élèves, des scores en lecture, des revenus d'un groupe de personnes, etc. Une étape très importante à franchir, même pour les jeunes de 15 ans, consiste à considérer l'étude des données et du hasard comme un ensemble cohérent. La progression consistant à partir de la simple analyse des données et à passer par le recueil de données pour aboutir aux probabilités et aux inférences peut constituer un principe intégrateur de ce type.

Les activités et les concepts mathématiques spécifiques qui sont importants pour ce domaine sont les suivants :

- La production de données
- L'analyse et la visualisation/représentation des données
- Les probabilités
- L'inférence

Exemples d'incertitude

Les exemples suivants illustrent l'idée majeure d'*incertitude*.

Mathématiques – Exemple n°10 : ÂGE MOYEN

Question 1 : ÂGE MOYEN

Si 40 % des habitants d'un pays ont au moins 60 ans, est-il possible que l'âge moyen de la population soit de 30 ans ?

Mathématiques – Exemple n°11 : AUGMENTATION DES REVENUS ?

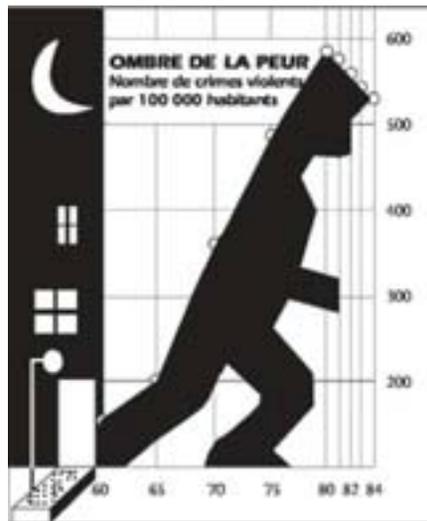
Question 1 : AUGMENTATION DES REVENUS ?

Le revenu des habitants de la Zedlande a-t-il augmenté ou diminué au cours de ces dernières décennies ? Le revenu moyen par ménage a chuté : en 1970 il était de 34 200 zeds, en 1980 il était de 30 500 zeds et en 1990 de 31 200 zeds. En revanche, le revenu moyen par personne a augmenté : il est passé de 13 500 zeds en 1970, à 13 850 zeds en 1980 et à 15 777 zeds en 1990.

Un ménage est constitué de toutes les personnes habitant à la même adresse. Expliquez pourquoi il est possible que le revenu des ménages diminue et qu'au même moment le revenu par personne augmente en Zedlande.

Mathématiques – Exemple n°12 : ACCROISSEMENT DE LA CRIMINALITÉ

Le graphique suivant est extrait de l'hebdomadaire zedlandais « Les Nouvelles » :

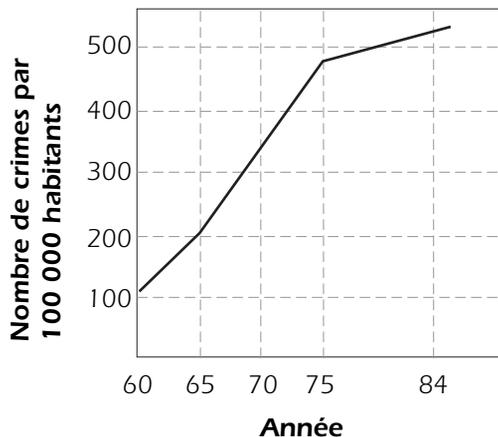


Il présente l'évolution du nombre de crimes déclarés par 100 000 habitants, pour des intervalles de temps qui sont au début de cinq ans, puis passent à un an.

Question 1 : ACCROISSEMENT DE LA CRIMINALITÉ

Combien y a-t-il eu de crimes déclarés par 100 000 habitants en 1960 ?

Les fabricants de systèmes d'alarme ont utilisé les mêmes données pour établir le graphique suivant :



**Le nombre de crimes a triplé !!!
STOPPEZ
cet accroissement !**

▪ **ACHETEZ UN SYSTÈME D'ALARME** ▪

Question 2 : ACCROISSEMENT DE LA CRIMINALITÉ

Comment les graphistes s'y sont-ils pris pour établir ce graphique ? Et pourquoi ?

La police n'a guère apprécié le graphique préparé par les fabricants de systèmes d'alarme, car elle souhaite montrer que sa lutte contre la criminalité a eu du succès.

Dessinez un graphique que la police pourrait utiliser pour démontrer que le taux de criminalité a récemment diminué.



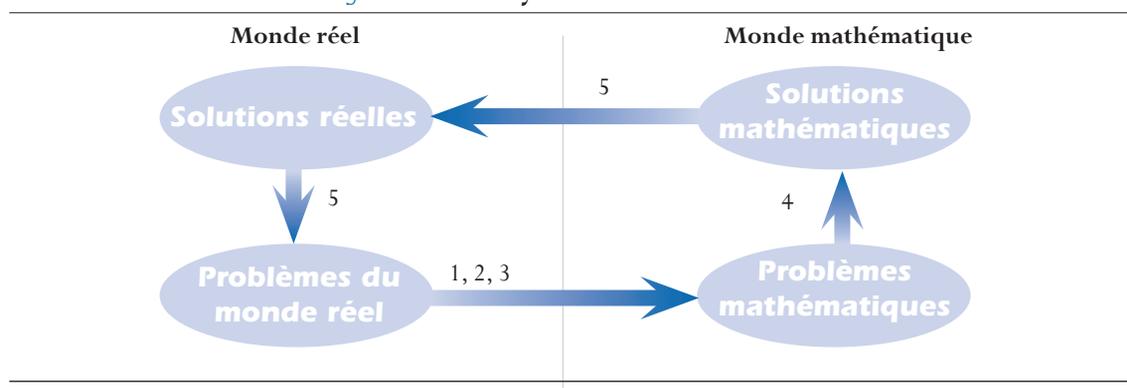
PROCESSUS MATHÉMATIQUES

Mathématisation

L'enquête PISA étudie les capacités des élèves à analyser des idées mathématiques, à raisonner à leur propos et à les communiquer à autrui, au moment où ils posent, formulent, résolvent et interprètent des problèmes mathématiques relevant de diverses situations. Pour résoudre ces problèmes, les élèves doivent exploiter les savoir-faire et les compétences qu'ils ont acquis tout au long de leur scolarité et de leurs expériences de vie. Dans l'enquête PISA, le terme de mathématisation désigne le processus fondamental appliqué par les élèves pour résoudre des problèmes de la vie courante.

Lors de la présentation des fondements théoriques du cadre d'évaluation PISA de la culture mathématique, il a été question d'un processus de mathématisation impliquant cinq étapes. Elles sont représentées dans la figure 3.8 et font l'objet d'une liste ci-après :

Figure 3.8 ■ Le cycle de mathématisation



- Commencer par un problème relevant de la réalité
- Organiser le problème en fonction de concepts mathématiques
- Effacer progressivement la réalité au travers de divers processus, tels que la formulation d'hypothèses concernant l'identification des principales caractéristiques du problème, la généralisation et la formalisation, dont l'objectif est de faire ressortir les caractéristiques mathématiques de la situation et de transformer le problème réel en un problème mathématique qui soit le reflet fidèle de la situation
- Résoudre le problème mathématique
- Comprendre la solution mathématique et l'appliquer à la situation réelle, ce qui implique aussi d'identifier les limites de la solution

La mathématisation implique en premier lieu de transposer le problème de la réalité dans les mathématiques. Ce processus comprend notamment les activités suivantes :

- Identifier les éléments mathématiques pertinents se rapportant à un problème situé dans la réalité
- Représenter le problème sous une forme différente, en particulier, l'organiser en fonction de concepts mathématiques, et élaborer les hypothèses appropriées

- Comprendre les relations entre le langage employé pour décrire le problème et le langage symbolique et formel indispensable à sa compréhension mathématique
- Identifier des régularités, des relations et des récurrences
- Identifier les aspects qui sont isomorphes par rapport à des problèmes connus
- Traduire le problème en termes mathématiques, c'est-à-dire en un modèle mathématique (de Lange, 1987)

Une fois le problème transposé sous une forme mathématique, le processus de mathématisation peut se poursuivre dans le monde des mathématiques. Les élèves se posent des questions du type : « Y a-t-il... ? », « Si oui, combien... ? », « Comment puis-je trouver... ? » en utilisant des savoir-faire et des compétences mathématiques connus. Ils tentent d'élaborer et d'ajuster leur modèle du problème, d'établir des régularités, d'identifier des relations et de créer un raisonnement mathématique pertinent. Cette étape du processus de mathématisation est souvent appelée « étape déductive du cycle de modélisation » (Schupp, 1988 ; Blum, 1996). Cependant, des processus autres que strictement déductifs peuvent jouer un rôle à ce stade. Cet aspect du processus de mathématisation comporte les activités suivantes :

- Utiliser différentes représentations et passer des unes aux autres
- Utiliser un langage et des opérations de nature symbolique, formelle et technique
- Définir et ajuster des modèles mathématiques, les combiner et les intégrer les uns avec les autres
- Argumenter
- Généraliser

La dernière ou l'une des dernières étapes de la résolution d'un problème consiste à réfléchir à l'ensemble du processus de mathématisation et au résultat obtenu. À ce stade, les élèves doivent interpréter les résultats en adoptant une attitude critique, puis valider l'ensemble du processus. Ce genre de réflexion accompagne toutes les phases du processus, mais elle est particulièrement importante lors de l'étape finale du problème. Ce processus de réflexion et de validation comporte les aspects suivants :

- Comprendre la portée et les limites de concepts mathématiques
- Réfléchir aux arguments mathématiques mis en œuvre et expliquer et justifier les résultats obtenus
- Communiquer le processus et la solution
- Critiquer le modèle et ses limites

Dans la figure 3.8, cette étape est représentée à deux reprises par le chiffre « 5 » : une première fois lors du passage de la solution mathématique à une solution réelle et une seconde fois, lorsque cette solution est mise à son tour en relation avec le problème original appartenant au monde réel.

Les compétences

La section précédente a examiné les principaux concepts et processus impliqués dans la mathématisation. Pour réussir le processus de mathématisation dans un grand nombre de situations différentes, impliquant divers contextes extra-mathématiques et intra-mathématiques et diverses



idées majeures, l'individu a besoin d'un certain nombre de compétences mathématiques qui, réunies, peuvent être considérées comme constituant une compétence mathématique étendue. Pour chacune de ces compétences, l'individu peut avoir atteint divers niveaux de maîtrise. Les multiples aspects de la mathématisation font appel à ces compétences à des degrés divers, tant en ce qui concerne la nature spécifique des compétences requises qu'en ce qui concerne le niveau de maîtrise nécessaire. Pour identifier et examiner ces compétences, l'enquête PISA a décidé d'utiliser une classification en huit catégories, s'appuyant, dans leur forme actuelle, sur les travaux de Niss (1999) et de ses collègues danois. Des formulations voisines peuvent être trouvées dans les travaux de beaucoup d'autres spécialistes (comme le signalent les travaux de Neubrand *et al.*, 2001). Notons que certains des termes employés sont utilisés dans des acceptions différentes selon les auteurs.

- **Pensée et raisonnement** : Savoir poser des questions à caractère mathématique, comme : « Y a-t-il... ? », « Si oui, combien... ? » ou « Comment puis-je trouver... ? » ; connaître le genre de réponses que les mathématiques donnent à de telles questions ; faire la distinction entre différentes sortes d'énoncés (définitions, théorèmes, conjectures, hypothèses, exemples, assertions conditionnelles, etc.) ; et comprendre la portée et les limites de concepts mathématiques donnés et pouvoir en tenir compte.
- **Argumentation** : Savoir ce que sont des démonstrations mathématiques et en quoi elles diffèrent des autres types de raisonnements mathématiques ; suivre et évaluer des enchaînements d'arguments mathématiques de nature diverse ; posséder un sens heuristique (« Qu'est-ce qui peut – ou ne peut pas – se passer ? » et « Pourquoi ? ») ; et savoir développer et exprimer des arguments mathématiques.
- **Communication** : Savoir s'exprimer de diverses manières sur des sujets à contenu mathématique, aussi bien oralement que par écrit, et comprendre les énoncés écrits ou oraux produits par d'autres sur de tels sujets.
- **Modélisation** : Savoir structurer le champ ou la situation à modéliser ; traduire la « réalité » en structures mathématiques ; interpréter des modèles mathématiques en termes de « réalité » ; travailler en se fondant sur un modèle mathématique ; valider le modèle ; réfléchir, analyser et proposer une critique du modèle et de ses résultats ; pouvoir communiquer avec autrui à propos du modèle et de ses résultats (y compris des limites de ces résultats) ; et gérer et contrôler le processus de modélisation.
- **Formulation et résolution de problèmes** : Savoir poser, formuler et définir différentes sortes de problèmes mathématiques (par exemple des problèmes de type « pur », « appliqué », « ouvert » ou « fermé ») ; et résoudre différentes sortes de problèmes mathématiques en utilisant divers moyens.
- **Représentation** : Savoir décoder et encoder, transposer, interpréter et distinguer les différentes formes de représentations d'objets et de situations mathématiques ainsi que les relations entre ces diverses représentations ; et savoir choisir entre différentes formes de représentations et passer des unes aux autres en fonction de la situation et du but recherché.
- **Utilisation d'un langage et d'opérations de nature symbolique, formelle et technique** : Savoir décoder et interpréter le langage symbolique et formel et comprendre sa relation avec le langage naturel ; traduire le langage naturel en langage symbolique et formel ; se servir d'énoncés et d'expressions contenant des symboles et des formules ; et utiliser des variables, résoudre des équations et effectuer des calculs.

- *Utilisation d'instruments et d'outils* : Connaître et être capable d'utiliser divers instruments et outils (y compris les outils informatiques) qui peuvent être utiles à l'activité mathématique et connaître leurs limites.

L'enquête PISA ne cherche pas à développer des items qui évaluent une par une les compétences ci-dessus. En fait, celles-ci se chevauchent considérablement, et lorsqu'on utilise les mathématiques, il est généralement nécessaire de se servir de plusieurs compétences à la fois ; par conséquent, vouloir évaluer des compétences isolées risque de produire des tâches artificielles et une parcellisation inutile du domaine de la culture mathématique. Les compétences particulières que les élèves sont à même de mettre en œuvre varient considérablement selon les individus. Ceci est en partie dû au fait que tout apprentissage résulte d'une série d'expériences « où la construction du savoir individuel prend place tout au long d'un processus d'interaction, de négociation et de collaboration » (De Corte, Greer et Verschaffel, 1996). Dans l'évaluation PISA, on présuppose qu'une grande partie des connaissances mathématiques des élèves provient des apprentissages scolaires. La compréhension d'un domaine s'acquiert graduellement. Des représentations et des raisonnements de nature plus formelle et plus abstraite émergent au cours du temps et sont la conséquence d'un engagement effectif des élèves dans des activités conçues pour faire évoluer des idées qui étaient au départ informelles. La *culture mathématique* s'acquiert aussi au travers d'expériences faisant intervenir des interactions dans toutes sortes de situations et de contextes sociaux.

Pour faciliter la description et la présentation des capacités des élèves, ainsi que de leurs points forts et faibles dans une perspective internationale, une certaine structure est nécessaire. Une solution à la fois simple et pratique consiste à décrire des groupes de compétences déterminés en fonction des types de démarches cognitives nécessaires pour résoudre différents problèmes mathématiques.

LES GROUPES DE COMPÉTENCES

Dans l'évaluation PISA, il a été décidé de décrire les activités cognitives découlant de ces savoir-faire selon trois *groupes de compétences* : le groupe de *reproduction*, le groupe de *connexion* et le groupe de *réflexion*. Ces trois groupes et la manière dont les compétences particulières s'articulent au sein de chacun d'eux sont présentés dans la section ci-après.

Le groupe de reproduction

Les compétences classées dans ce groupe impliquent essentiellement la reproduction de connaissances déjà bien exercées. Il s'agit de celles qui sont les plus communément sollicitées dans les tests d'évaluation normalisés et les évaluations en classe : connaissance de faits et de représentations de problèmes courants, identification d'équivalences, restitution de propriétés et d'objets mathématiques familiers, exécution de procédures routinières, application d'algorithmes et de savoir-faire techniques usuels, utilisation d'énoncés contenant des symboles et des formules standard et réalisation de calculs.

- *Pensée et raisonnement* : Savoir poser des questions mathématiques du type le plus élémentaire (« Combien y a-t-il de...? », « Quelle quantité y a-t-il de...? », etc.) et comprendre les types de réponses qui s'y rapportent (« Il y a autant de... », « Il y a telle quantité de... », etc.) ; faire la distinction entre des définitions et des affirmations ; pouvoir comprendre et manier des notions mathématiques dans le même contexte que celui où elles ont été rencontrées au départ ou ont été exercées par la suite.



- *Argumentation* : Pouvoir suivre et justifier des processus quantitatifs standard, notamment des procédures, des énoncés et des résultats de calculs.
- *Communication* : Pouvoir comprendre et formuler soi-même, oralement ou par écrit, des énoncés mathématiques simples, par exemple pour restituer le nom et les propriétés principales d'objets mathématiques familiers, présenter des calculs et leurs résultats, en utilisant généralement un seul type de formulation.
- *Modélisation* : Pouvoir identifier, retrouver, activer ou appliquer des modèles mathématiques familiers et bien structurés ; les interpréter en effectuant l'aller retour nécessaire entre ces modèles (et leurs résultats) et la « réalité » ; pouvoir communiquer de manière élémentaire les résultats du modèle.
- *Formulation et résolution de problèmes* : Pouvoir poser et formuler des problèmes en identifiant ou en reproduisant des problèmes connus, de nature formelle ou appliquée et de type fermé ; pouvoir résoudre ce type de problèmes en utilisant des démarches et des procédures standard qui ne font généralement appel qu'à un seul type de procédé.
- *Représentation* : Pouvoir encoder, décoder et interpréter des représentations d'objets mathématiques bien connus, sous une forme standard qui a déjà été pratiquée. Le passage d'une représentation à une autre n'est requis que quand ce passage fait lui-même partie de la représentation visée.
- *Utilisation d'un langage et d'opérations de nature symbolique, formelle et technique* : Pouvoir décoder et interpréter, dans des situations et des contextes bien connus, les expressions symboliques et formelles de base ; pouvoir manier des énoncés et des expressions simples contenant des symboles et des formules, notamment utiliser des variables, résoudre des équations et effectuer des calculs selon des procédés de routine.
- *Utilisation d'instruments et d'outils* : Connaître et être à même d'utiliser des instruments et des outils familiers, dans des contextes et selon des procédés semblables à ceux que l'individu a déjà connus au cours de son apprentissage.

Les items utilisés pour évaluer les compétences du groupe de *reproduction* peuvent être décrits au moyen de deux expressions clés : la reproduction d'acquis et l'exécution d'opérations de routine.

Exemples d'items relevant du groupe de reproduction

Mathématiques – Exemple n° 13

Résoudre l'équation $7x-3 = 13x+15$

Mathématiques – Exemple n° 14

Quelle est la moyenne de 7, 12, 8, 14, 15 et 9 ?

Mathématiques – Exemple n° 15

Un montant de 1 000 zeds est déposé sur un compte d'épargne à la banque à un taux d'intérêt de 4 %. Après un an, combien y aura-t-il de zeds sur ce compte ?

Mathématiques – Exemple n° 16

Dans un championnat de sprint, on appelle temps de réaction l'intervalle entre le coup de pistolet de départ et le moment où l'athlète quitte les starting-blocks. Le temps final comprend à la fois ce temps de réaction et le temps de course.



Le tableau suivant présente le temps de réaction et le temps final de 8 coureurs lors d'une course de sprint de 100 m.

Couloir	Temps de réaction (s)	Temps final (s)
1	0.147	10.09
2	0.136	9.99
3	0.197	9.87
4	0.180	N'a pas terminé la course
5	0.210	10.17
6	0.216	10.04
7	0.174	10.08
8	0.193	10.13

Question 1

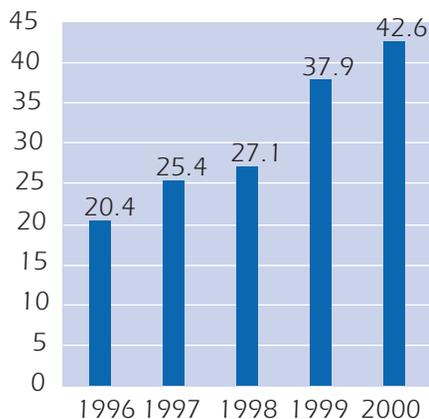
Identifiez les coureurs qui ont remporté les médailles d'or, d'argent et de bronze à l'issue de cette course. Complétez le tableau ci-dessous avec les numéros de couloir, les temps de réaction et le temps final des coureurs médaillés.

Médaille	Couloir	Temps de réaction (s)	Temps final (s)
OR			
ARGENT			
BRONZE			

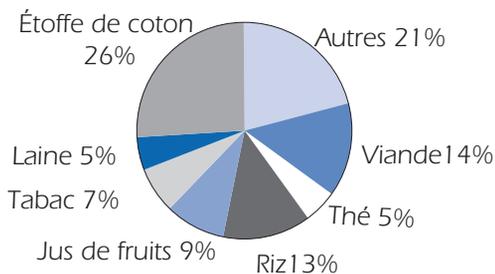
Mathématiques – Exemple n° 17

Les graphiques ci-dessous fournissent des informations sur les exportations de la Zedlande, un pays dont la devise est le zed.

Total des exportations annuelles de la Zedlande en millions de zeds, 1996-2000



Répartition des exportations de la Zedlande pour l'année 2000





Question 1

Quel était le montant des exportations de jus de fruits de la Zedlande en 2000 ?

- A. 1,8 million de zeđs.
- B. 2,3 millions de zeđs.
- C. 2,4 millions de zeđs.
- D. 3,4 millions de zeđs.
- E. 3,8 millions de zeđs.

Afin de préciser les limites des items du groupe de *reproduction*, signalons que le problème *COMPTE D'ÉPARGNE* proposé plus haut dans l'exemple n° 3 ne relève pas du groupe de *reproduction*. Pour la plupart des élèves, ce problème implique davantage que la simple application d'une procédure de routine. Il exige l'application d'un enchaînement de raisonnements et d'étapes de calcul qui ne sont pas caractéristiques des compétences du groupe de *reproduction*.

Le groupe de connexion

Les compétences du groupe de *connexion* sont dans le prolongement de celles du groupe de *reproduction*, dans la mesure où elles servent à résoudre des problèmes qui ne sont plus de simples routines, mais qui impliquent à nouveau un cadre familier ou quasi-familier.

- *Pensée et raisonnement* : Savoir poser des questions du type « Comment peut-on trouver...? », « Quel est le traitement mathématique qui...? », etc. et comprendre les types de réponses qui y correspondent (fournies au moyen de tableaux, graphiques, solutions algébriques, schémas, etc.) ; faire la distinction entre des définitions et des affirmations, ainsi qu'entre des types différents d'affirmations ; et pouvoir comprendre et manier des notions mathématiques dans des contextes qui diffèrent légèrement de celui où elles ont été rencontrées au départ ou ont été exercées par la suite.
- *Argumentation* : Pouvoir effectuer des raisonnements mathématiques simples, sans distinction entre preuves et formes plus générales d'argumentation ou de raisonnement ; pouvoir suivre et évaluer des enchaînements d'arguments mathématiques de divers types ; et avoir un certain sens heuristique (par exemple, se demander « ce qui peut se passer ou non, et pourquoi ? » ou « Que savons-nous et que voulons-nous obtenir ? »).
- *Communication* : Pouvoir comprendre et formuler soi-même, oralement ou par écrit, des énoncés mathématiques allant de la restitution des noms et des principales propriétés d'objets familiers ou de l'explication d'un calcul et de son résultat (généralement de plus d'une manière) jusqu'à l'explication d'aspects qui mettent en jeu des relations. Pouvoir, aussi, comprendre les mêmes types d'énoncés produits par écrit ou oralement par autrui.
- *Modélisation* : Pouvoir structurer le champ ou la situation qu'il y a lieu de modéliser ; transposer la « réalité » en structures mathématiques dans des contextes qui ne sont pas très complexes, mais qui diffèrent néanmoins de ceux qui sont familiers à l'élève. Construire une interprétation en effectuant l'aller retour nécessaire entre ces modèles (et leurs résultats) et la « réalité ». Certains aspects de la communication des résultats du modèle sont également à inclure ici.

- *Formulation et résolution de problèmes* : Pouvoir poser et formuler des problèmes d'une manière qui va au-delà de la reproduction de problèmes connus, de nature formelle ou appliquée et de type fermé ; pouvoir résoudre ce type de problèmes en utilisant des démarches et des procédures standard, mais aussi en faisant appel à des processus de résolution de problèmes plus autonomes, qui mettent en relation différents domaines mathématiques ou différents modes de présentation et de communication (schémas, tableaux, graphiques, explications verbales, croquis).
- *Représentation* : Pouvoir encoder, décoder et interpréter des représentations d'objets mathématiques plus ou moins connus ; pouvoir choisir entre diverses formes de représentation d'objets et de situations mathématiques et passer des unes aux autres en les distinguant et en les transposant.
- *Utilisation d'un langage et d'opérations de nature symbolique, formelle et technique* : Pouvoir décoder et interpréter, dans des situations et des contextes moins bien connus, les expressions symboliques et formelles de base ; pouvoir manier des énoncés et des expressions contenant des symboles et des formules, notamment utiliser des variables, résoudre des équations et effectuer des calculs selon des procédés familiers.
- *Utilisation d'instruments et d'outils* : Connaître et être à même d'utiliser des instruments et des outils familiers, dans des contextes et selon des procédés qui diffèrent de ceux que l'individu a déjà connus au cours de son apprentissage.

Les items relevant de ce groupe de compétences exigent habituellement que l'élève fasse preuve de sa capacité à intégrer et à relier des éléments appartenant à diverses idées majeures ou à divers domaines mathématiques ou qu'il puisse mettre en relation diverses représentations d'un problème.

Les items utilisés pour évaluer les compétences du groupe de *connexion* peuvent être décrits au moyen des expressions clés : l'intégration, la mise en relation et un degré (modeste) de transfert au-delà de l'acquis.

Exemples d'items relevant du groupe de connexion

Un premier exemple d'item du groupe de *connexion* a déjà été présenté plus haut : c'est le problème *COMPTE D'ÉPARGNE* décrit dans l'exemple n° 3. D'autres exemples figurent ci-dessous.

Mathématiques – Exemple n° 18 : DISTANCE

Marie habite à deux kilomètres de l'école ; Martin, à cinq kilomètres.

Question 1 : DISTANCE

À quelle distance Marie et Martin habitent-ils l'un de l'autre ?

Parmi les enseignants auxquels ce problème a été soumis pour la première fois, nombreux sont ceux qui l'ont rejeté, invoquant le fait qu'il était trop facile et que n'importe qui pouvait déterminer que la bonne réponse est « trois kilomètres ». Selon un autre groupe d'enseignants, ce n'est pas un bon item, puisqu'il n'y a pas de réponse (voulant dire par là qu'il n'y a pas qu'une seule réponse numérique possible). Une troisième réaction a été de dire que c'était un mauvais item en raison des nombreuses réponses possibles : faute d'informations suffisantes, le mieux que l'on peut en conclure est que les enfants habitent à une distance comprise entre trois et sept kilomètres l'un de l'autre ; il s'agit là



d'une caractéristique peu souhaitable pour un item. Enfin, un petit nombre d'enseignants a estimé qu'il s'agissait d'un excellent item : les élèves doivent comprendre la question ; cet item fait réellement appel aux capacités de résolution de problème, car il ne correspond à aucune stratégie connue des élèves ; enfin, il s'agit d'un « beau » problème mathématique, malgré l'absence d'indices sur la manière dont les élèves vont le résoudre. Cette dernière interprétation classe ce problème parmi ceux qui font appel aux compétences du groupe de *connexion*.

Mathématiques – Exemple n° 19 : LOCATION D'UN BUREAU

Les deux annonces suivantes ont été publiées dans un quotidien d'un pays dont la devise est le zed.

IMMEUBLE A	IMMEUBLE B
Bureaux à louer 58-95 mètres carrés : 475 zeds par mois 100-120 mètres carrés : 800 zeds par mois	Bureaux à louer 35-260 mètres carrés : 90 zeds par mètre carré et par an

Question 1 : LOCATION D'UN BUREAU

Si une entreprise est intéressée par la location d'un bureau de 110 mètres carrés dans ce pays pour une durée d'un an, dans quel immeuble, A ou B, devra-t-elle louer le bureau pour obtenir le prix le plus bas ? Montrez votre travail. [Source : ° IEA/TIMSS]

Mathématiques – Exemple n° 20 : PIZZA

Une pizzeria propose deux pizzas rondes de même épaisseur, mais de taille différente. La plus petite a un diamètre de 30 centimètres et coûte 30 zeds. La plus grande a un diamètre de 40 centimètres et coûte 40 zeds. [© PRIM, Stockholm Institute of Education]

Question 1 : PIZZA

Laquelle des deux pizzas est la plus avantageuse par rapport à son prix ? Expliquez votre raisonnement.

Dans chacun de ces deux problèmes, l'élève doit traduire une situation de la vie courante en langage mathématique, élaborer un modèle mathématique qui permette de faire la comparaison appropriée, vérifier que la solution obtenue cadre avec le contexte de la question initiale et communiquer le résultat. Toutes ces activités relèvent du groupe de compétences de *connexion*.

Le groupe de réflexion

Les activités cognitives associées à ce groupe demandent aux élèves de faire preuve d'une démarche mentale réfléchie lors du choix et de l'utilisation de processus pour résoudre un problème. Elles sont en rapport avec les capacités auxquelles les élèves font appel pour planifier des stratégies de solution et les appliquer dans des situations de problème qui contiennent plus d'éléments que celles du groupe de *connexion* et qui sont plus « originales » (ou peu familières). Les compétences relevant du groupe de *réflexion* comprennent, en plus de celles décrites pour le groupe de *connexion*, les savoir-faire suivants :

- *Pensée et raisonnement* : Savoir poser des questions du type « Comment peut-on trouver...? », « Quel est le traitement mathématique qui...? » et « Quels sont les aspects essentiels du problème ou de la situation ? » et comprendre les types de réponses qui y correspondent (fournies au moyen de tableaux, de graphiques, de solutions algébriques, de schémas, de spécification des points clés, etc.) ; faire la distinction entre des définitions, des théorèmes, des conjectures, des hypothèses et des affirmations portant sur des cas particuliers et pouvoir réfléchir à ces distinctions ou les structurer de manière active ; pouvoir comprendre et manier des notions mathématiques dans des contextes qui sont nouveaux ou complexes ; pouvoir comprendre la portée et les limites de concepts mathématiques donnés et généraliser les résultats.
- *Argumentation* : Pouvoir effectuer des raisonnements mathématiques simples, en faisant la distinction entre des démonstrations, des preuves et des formes plus générales d'argumentation ou de raisonnement ; pouvoir suivre, évaluer et construire des enchaînements d'arguments mathématiques de divers types ; pouvoir utiliser une démarche heuristique (par exemple, se demander « Que peut-il se passer ou non et pourquoi ? », « Que savons-nous et que voulons-nous obtenir ? », « Lesquelles de ces propriétés sont essentielles ? » ou « Quelle est la relation entre ces objets ? »).
- *Communication* : Pouvoir comprendre et formuler soi-même, oralement ou par écrit, des énoncés mathématiques allant de la restitution des noms et des principales propriétés d'objets familiers ou de l'explication d'un calcul et de son résultat (généralement de plus d'une manière) jusqu'à l'explication d'aspects qui mettent en jeu des relations complexes, notamment des relations logiques. Pouvoir, aussi, comprendre les mêmes types d'énoncés produits par écrit ou oralement par autrui.
- *Modélisation* : Pouvoir structurer le champ ou la situation qu'il y a lieu de modéliser ; transposer la « réalité » en structures mathématiques dans des contextes qui peuvent être complexes ou différer sensiblement de ceux qui sont familiers à l'élève. Construire une interprétation en effectuant l'aller retour nécessaire entre les modèles (et leurs résultats) et la « réalité ». La communication des résultats du modèle est également à inclure ici : réunir des informations et des données, gérer le processus de modélisation et valider le modèle qui en résulte. Ajoutons encore la capacité de réfléchir de manière analytique, de proposer une critique et de s'engager dans des formes de communication plus complexes sur les modèles et la modélisation.
- *Formulation et résolution de problèmes* : Pouvoir poser et formuler des problèmes d'une manière qui va bien au-delà de la reproduction de problèmes connus, de nature formelle ou appliquée et de type fermé ; pouvoir résoudre ce type de problèmes en utilisant des démarches et des procédures standard, mais aussi en faisant appel à des processus de résolution de problèmes plus autonomes, qui mettent en relation différents domaines mathématiques ou différents modes de présentation et de communication (schémas, tableaux, graphiques, explications verbales, croquis). Pouvoir, en outre, réfléchir aux stratégies et aux solutions à mettre en œuvre.
- *Représentation* : Pouvoir encoder, décoder et interpréter des représentations d'objets mathématiques connus ou moins connus ; pouvoir choisir entre diverses formes de représentation d'objets et de situations mathématiques et passer des unes aux autres en les distinguant et en les transposant ; pouvoir, en outre, combiner des représentations de manière créative ou en inventer d'inédites.
- *Utilisation d'un langage et d'opérations de nature symbolique, formelle et technique* : Pouvoir décoder et interpréter des expressions symboliques et formelles mises en œuvre dans des contextes et des



situations entièrement nouveaux ; pouvoir manier des énoncés et des expressions contenant des symboles et des formules, notamment utiliser des variables, résoudre des équations et effectuer des calculs. Pouvoir, en outre, traiter des énoncés et des expressions complexes, contenant des symboles ou des termes formels non familiers, et être à même d’effectuer des transpositions entre ce langage et la langue courante.

- *Utilisation d’instruments et d’outils* : Connaître et être à même d’utiliser des instruments et des outils familiers ou non familiers, dans des contextes et selon des procédés qui diffèrent sensiblement de ceux que l’individu a déjà connus au cours de son apprentissage. Connaître, en outre, les limites de ces outils.

Les items utilisés pour évaluer les compétences du groupe de *réflexion* peuvent être décrits au moyen des expressions clés : le raisonnement approfondi, l’argumentation, l’abstraction, la généralisation et la modélisation appliqués à de nouveaux contextes.

Exemple d’items relevant du groupe de réflexion

Mathématiques – Exemple n° 21 : TAILLE DES ÉLÈVES

Un jour, dans un cours de mathématiques, on mesure la taille de tous les élèves. La taille moyenne des garçons est 160 cm et la taille moyenne des filles est 150 cm. Aline est la plus grande : elle mesure 180 cm. Zénon est le plus petit : il mesure 130 cm.

Deux élèves sont absents ce jour-là, mais ils viennent en classe le jour suivant. On a mesuré leur taille et recalculé les moyennes. Étonnamment, ni la taille moyenne des filles ni celle des garçons n’ont changé.

Question 1 : TAILLE DES ÉLÈVES

Déterminez si les conclusions suivantes peuvent être tirées de ces informations.

Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des conclusions.

Conclusion	Peut-on tirer cette conclusion ?
Les deux élèves sont des filles.	Oui / Non
Un des élèves est un garçon et l’autre est une fille.	Oui / Non
Les deux élèves ont la même taille.	Oui / Non
La taille moyenne de l’ensemble des élèves n’a pas changé.	Oui / Non
Zénon est toujours le plus petit.	Oui / Non

Ce problème est compliqué à plusieurs égards. Il implique une opération de lecture très précise, car une lecture superficielle risque bien d’amener les élèves à ne pas interpréter correctement ce qui est dit. De plus, il est assez difficile de localiser les éléments mathématiques cruciaux.

La situation varie dans la classe et dans le temps. On parle de l'entité classe tout en discutant de moyennes séparées pour les filles et les garçons, mais par la suite on déclare qu'Aline est la plus grande (des filles ou des élèves) et que Zénon est le plus petit (des garçons ou des élèves). Si les élèves ne lisent pas le texte attentivement, ils risquent bien de ne pas remarquer que Zénon est un garçon et qu'Aline est une fille.

Un des facteurs de difficulté est manifeste : les élèves doivent combiner les éléments donnés dans la première partie du stimulus (à propos des tailles différentes) et dans la deuxième partie du stimulus, qui contient les informations sur les deux élèves absents, ou plutôt, qui n'en contient pas. Il s'agit ici d'une variation au cours du temps : deux élèves ne sont pas présents au début, mais doivent être pris en compte par la suite. La classe s'agrandit donc, mais l'élève qui résout le problème ne sait pas si les deux élèves supplémentaires sont deux filles, deux garçons ou un garçon et une fille. À ces difficultés, vient s'ajouter le fait qu'il n'y a pas qu'un problème à résoudre, mais *cinq*.

Par ailleurs, pour répondre correctement, les élèves doivent vraiment comprendre les concepts statistiques sous-jacents sous l'angle mathématique. Ils doivent se poser des questions (« Comment le sait-on ? », « Comment trouver ? », « Quelles sont les possibilités ? » et « Que se passe-t-il si... ? ») et être capables de comprendre et d'utiliser le concept de moyenne dans un texte qui est complexe, même s'il s'inscrit dans un contexte familier.

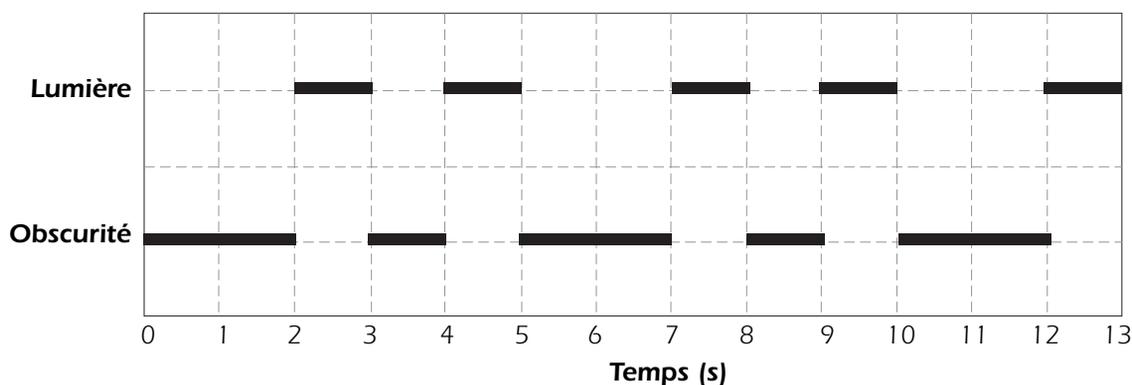
Cette description montre clairement que cet item représente un défi pour les élèves (ce que confirment les résultats de l'enquête PISA) et relève du groupe de *réflexion*.

Mathématiques – Exemple n° 22 : PHARE

Les phares sont des tours surmontées d'une balise lumineuse qui aide les bateaux à trouver leur chemin la nuit lorsqu'ils naviguent à proximité du rivage.

Une balise de phare émet des signaux lumineux selon une séquence régulière fixée. Chaque phare a sa propre séquence.

Le diagramme ci-dessous montre la séquence des signaux d'un phare déterminé. Les signaux lumineux alternent avec des périodes d'obscurité.

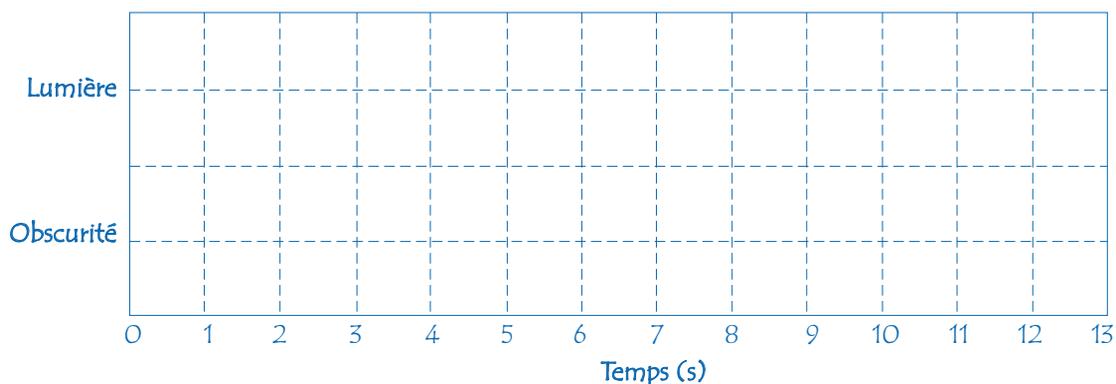


Il s'agit d'une séquence régulière. Au bout d'un certain temps, la séquence se répète. La durée d'une séquence complète, avant que celle-ci ne commence à se répéter, s'appelle une période. Si vous trouvez la période d'une séquence, il devient facile de compléter le diagramme pour les secondes, les minutes ou même les heures suivantes.



Question 1 : PHARE

Dans le quadrillage ci-dessous, dessinez le graphique d'une séquence possible pour un phare qui émettrait des signaux lumineux pendant 30 secondes par minute. La période de cette séquence doit être égale à 6 secondes.



Dans cet exemple, les élèves doivent tout d'abord comprendre l'introduction. En effet, ce type de graphique risque bien de ne pas leur être familier, à l'instar d'ailleurs de la notion de périodicité. Par ailleurs, la question posée est très ouverte : les élèves doivent « dessiner » le graphique d'une séquence possible de signaux lumineux. Nombreux sont les élèves qui ne rencontrent pas ce genre de question constructive à l'école. Toutefois, cet aspect constructif est une composante essentielle de la culture mathématique : les compétences mathématiques ne sont plus seulement utilisées de manière passive ou indirecte, mais pour construire une réponse. La solution de ce problème ne va pas de soi, car il y a deux conditions à remplir : la proportion de temps d'obscurité et de lumière doit être égale (« 30 secondes par minute ») et la période doit être de six secondes. Cette double condition nécessite chez l'élève une véritable compréhension du concept de périodicité – le problème relève donc bien du groupe de *réflexion*.

Certains objecteront peut-être que son contexte est de nature à favoriser ceux des élèves qui vivent à proximité d'une mer ou d'un océan. Il y a lieu de souligner, cependant, qu'être à même d'utiliser les mathématiques dans des contextes qui diffèrent de notre contexte immédiat fait partie de la *culture mathématique*. Cette faculté de transfert est une compétence essentielle de la *culture mathématique*. Cela n'exclut pas la possibilité que les élèves soient avantagés dans certains items et pénalisés dans d'autres. L'analyse des interactions item/pays montre toutefois que ce n'est pas le cas ici : on n'observe pas de différences entre les pays ayant une large façade océanique et ceux sans accès à la mer.

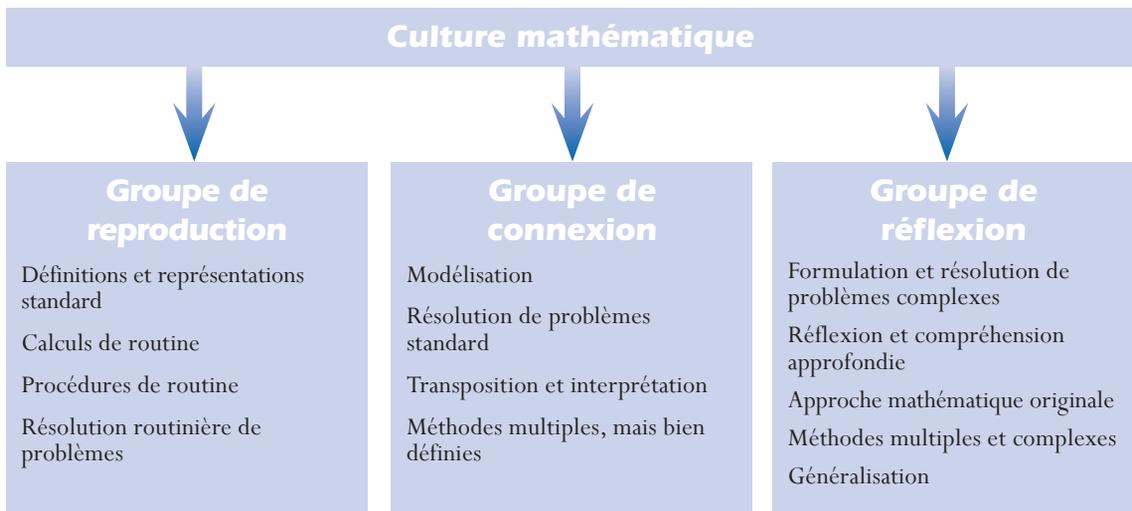
Classification des items par groupes de compétences

Il est possible de se servir des descriptions des compétences figurant aux pages qui précèdent pour classer des items de mathématiques et assigner chacun d'eux à l'un des groupes de compétences. On peut y parvenir en analysant les savoir-faire que l'item demande à l'élève de mettre en œuvre ; pour chacune des huit compétences, on procède ensuite à une évaluation pour établir lequel des trois groupes décrit le mieux les exigences de cet item particulier en relation avec telle compétence spécifique. Dans le cas où une ou plusieurs des compétences requises correspondent à la description du groupe de *réflexion*, l'item est classé dans ce groupe de compétences. Si ce n'est pas le cas,

mais qu'une ou plusieurs des compétences requises correspondent à la description du groupe de *connexion*, l'item est classé dans ce groupe de compétences. Dans tous les autres cas, l'item est classé dans le groupe de *reproduction*, puisque toutes les compétences qu'il met en jeu correspondent à la description des compétences de ce groupe.

La figure 3.9 résume ce qui distingue les trois groupes de compétences les uns des autres.

Figure 3.9 ■ Représentation synthétique des groupes de compétences



ÉVALUER LA CULTURE MATHÉMATIQUE

Caractéristiques des épreuves

La section qui suit analyse de manière plus détaillée les caractéristiques des épreuves utilisées pour évaluer les élèves, notamment leur nature et les divers formats des items qu'elles contiennent.

Nature des épreuves de l'évaluation PISA de la culture mathématique

L'enquête PISA est une étude internationale qui vise à évaluer les compétences des élèves à l'âge de 15 ans. Tous les items de test utilisés doivent convenir à la population des élèves de 15 ans des pays membres de l'OCDE.

Des correcteurs spécialement formés ont accès aux items, constitués d'un matériel ou d'informations servant de stimulus, d'une consigne, de la question proprement dite et de la solution requise. De plus, une grille de correction leur est soumise dans le cas des items où la réponse ne se prête pas à un codage automatique pour leur permettre de coder les réponses des élèves de manière cohérente et fiable dans tous les pays participants.

Une section précédente de ce document a déjà décrit de manière détaillée les types de situations utilisées lors de la création d'items PISA de mathématiques. Les items retenus à l'occasion du cycle PISA 2006 relèvent de l'une des quatre situations suivantes : personnelle, éducative/professionnelle, publique et scientifique. Les items sélectionnés pour constituer les instruments d'évaluation de la *culture mathématique* du cycle PISA 2006 sont répartis entre ces divers types de situations.



Par ailleurs, la préférence est accordée aux contextes d'item pouvant être considérés comme authentiques. En d'autres termes, l'enquête PISA privilégie les tâches que l'élève pourrait rencontrer dans diverses situations de la vie réelle et qui s'inscrivent dans un contexte pour lequel l'utilisation des mathématiques nécessaires à la résolution du problème constitue une démarche authentique. La préférence est donnée aux problèmes dont le contexte extra-mathématique influence la solution et son interprétation, dans la mesure où ceux-ci servent au mieux les objectifs de l'évaluation de la *culture mathématique*.

Les items doivent en principe être rattachés principalement aux idées majeures (les catégories phénoménologiques de problèmes) décrites dans le cadre d'évaluation. Lors de la sélection des items d'évaluation de la culture mathématique en vue du cycle PISA 2003, on s'est assuré que les quatre idées majeures étaient bien représentées. Les items doivent intégrer un ou plusieurs des processus mathématiques définis dans le cadre d'évaluation et doivent pouvoir être mis en correspondance, de manière prioritaire, avec l'un des groupes de compétences.

Le niveau de compétence en lecture requis pour comprendre un item doit faire l'objet de la plus grande attention lors du développement et de la sélection des items de l'évaluation PISA. La formulation des items doit être aussi simple et directe que possible. Il convient en outre d'éviter les questions dont le contexte est susceptible d'introduire un biais culturel.

Les items sélectionnés pour faire partie de la batterie de tests proposent un large éventail de difficultés, afin de couvrir au mieux les importantes différences de niveau de compétence que l'on s'attend à trouver chez les élèves des pays participant à l'enquête PISA. Par ailleurs, chacune des principales catégories du cadre d'évaluation (en particulier les groupes de compétences et les idées majeures) doit autant que possible être représentée par des items de difficulté très diverse. Le degré de difficulté des items est évalué lors d'un essai de terrain approfondi avant la sélection des items pour la campagne de test définitive.

Types d'items

Lors de la conception des instruments d'évaluation, il est impératif de tenir compte de l'impact du format des épreuves sur les performances des élèves et, donc, sur la définition du *construct* qui est évalué. Ce point est particulièrement pertinent dans un projet comme l'enquête PISA, dont le vaste contexte international impose de sérieuses contraintes concernant l'éventail de formats d'items utilisables.

Dans l'enquête PISA, la *culture mathématique* est évaluée au moyen d'une combinaison d'items de formats différents : items à réponse construite ouverte, items à réponse construite fermée et items à choix multiple. Ces trois formats sont représentés en proportions à peu près égales dans la batterie de tests.

L'expérience acquise lors de l'élaboration et de l'administration des items à l'occasion du cycle PISA 2000 confirme que les items à choix multiple conviennent très bien pour mesurer les compétences des groupes de *reproduction* et de *connexion*. L'exemple n° 23 propose un item de ce type, relevant du groupe de *connexion* et proposant un choix limité de réponses prédéfinies. Pour répondre à cette question, les élèves doivent traduire le problème en termes mathématiques, concevoir un modèle qui représente la nature périodique du contexte décrit et prolonger la séquence jusqu'à trouver le résultat qui correspond à une des propositions données.

Mathématiques – Exemple n° 23 : LE PHOQUE

Le phoque doit remonter à la surface pour respirer, même quand il dort. Martin a observé un phoque pendant une heure. Au début de l'observation, le phoque a plongé au fond de l'eau et s'est endormi. Au bout de 8 minutes, il s'est lentement laissé remonter à la surface et a respiré.

En 3 minutes, il a regagné le fond de la mer et le même cycle a recommencé depuis le début, selon un rythme très régulier.

Question 1 : LE PHOQUE

Au bout d'une heure, le phoque était :

- A. Au fond
- B. En train de remonter à la surface
- C. En train de respirer
- D. En train de redescendre vers le fond

D'autres formats sont souvent privilégiés dans le cas d'objectifs plus ambitieux et de processus plus complexes. Dans les items à réponse construite fermée, les questions posées sont analogues à celles des items à choix multiple, mais il est demandé aux élèves de produire une réponse qui peut être aisément jugée comme correcte ou incorrecte. Avantage des items de ce type, les réponses données au hasard sont peu probables et il n'est pas nécessaire de prévoir des distracteurs (qui risquent d'influencer le *construct* à évaluer). Ainsi, le problème proposé dans l'exemple n° 24 n'a qu'une réponse correcte, mais beaucoup de réponses incorrectes sont possibles.

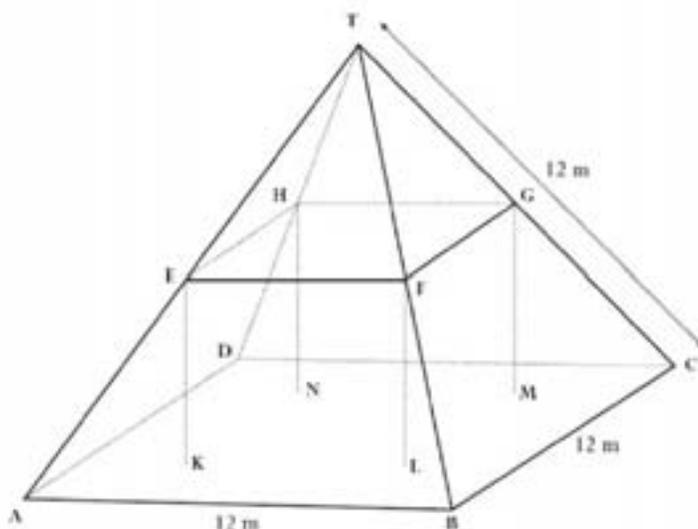
Mathématiques – Exemple n° 24 : FERMES

Voici la photographie d'une ferme dont le toit est en forme de pyramide.





Ci-dessous se trouve un modèle mathématique du toit de la ferme, fait par un élève ; les mesures y ont été ajoutées.



Le sol du grenier, dénommé ABCD dans le modèle, est un carré. Les poutres qui soutiennent le toit sont les arêtes d'un bloc (parallélépipède rectangle) EFGHKL MN. E est le milieu de [AT], F est le milieu de [BT], G est le milieu de [CT] et H le milieu de [DT]. Toutes les arêtes de la pyramide du modèle ont une longueur de 12 m.

Question 1 : FERMES

Calculez l'aire du sol du grenier ABCD.

Aire du sol du grenier ABCD =m²

Les items à réponse construite ouverte exigent une réponse plus longue de la part des élèves et le processus d'élaboration de la réponse nécessite des démarches cognitives de niveau taxonomique plus élevé. Ces questions demandent souvent aux élèves non seulement de fournir une réponse, mais aussi d'indiquer les étapes de leur raisonnement ou d'expliquer comment ils sont arrivés à la réponse. La caractéristique principale des items à réponse construite ouverte est qu'ils permettent aux élèves de démontrer leurs compétences en fournissant des solutions situées dans un large éventail de niveaux de complexité mathématique. L'item présenté dans l'exemple n° 25 en est une illustration.

Mathématiques – Exemple n° 25 : INDONÉSIE

L'Indonésie se situe entre la Malaisie et l'Australie. Quelques données sur la population de l'Indonésie et sa répartition sur les diverses îles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Région	Superficie (km ²)	Pourcentage de la superficie totale	Population en 1980 (millions)	Pourcentage de la population totale
Java/Madura	132 187	6,95	91 281	61,87
Sumatra	473 606	24,86	27 981	18,99
Kalimantan (Bornéo)	539 460	28,32	6 721	4,56
Sulawesi (Célèbes)	189 216	9,93	10 377	7,04
Bali	5 561	0,30	2 470	1,68
Irian Jaya	421 981	22,16	1 145	5,02
TOTAL	1 905 569	100,00	147 384	100,00

L'un des problèmes importants de l'Indonésie est la répartition inégale de sa population sur les îles. Le tableau montre que Java, qui a moins de 7 % de la superficie totale, compte presque 62 % de la population.

Source : de Lange et Verhage (1992). Reproduction autorisée.

Question 1 : INDONÉSIE

Dessinez un graphique (ou des graphiques) montrant la répartition inégale de la population indonésienne.

Un tiers environ des items PISA de mathématiques sont des items à réponse construite ouverte. Les réponses à ces items doivent être codées par des correcteurs expérimentés sur la base d'une grille de correction qui fait appel, dans une certaine mesure, à leur jugement professionnel. Comme il existe un risque potentiel de désaccord entre correcteurs, des études sur la cohérence entre correcteurs sont entreprises afin de contrôler l'étendue de ces éventuels désaccords. On sait, par les études de ce type menées par le passé, qu'il est possible d'élaborer des grilles de correction sans ambiguïté et d'obtenir des codages fiables.

Dans l'enquête PISA, on utilise souvent un format d'épreuve particulier, qui consiste à associer plusieurs items à un même stimulus dans ce qui est appelé une unité. Les épreuves de ce type permettent d'impliquer les élèves dans le contexte ou le problème, en leur proposant une série de questions de complexité croissante. Les premières questions se présentent généralement sous forme d'items à choix multiple ou à réponse construite fermée, alors que les questions suivantes sont des items à réponse construite ouverte. Ce format peut être utilisé pour évaluer tous les groupes de compétences.

Une des raisons qui justifient le choix de ce format d'épreuve avec un stimulus commun à plusieurs items est qu'il permet de concevoir des tâches réalistes, qui reflètent la complexité de la vie courante. Une autre raison tient à l'utilisation efficiente du temps de test, l'objectif étant de réduire le temps qu'il faut aux élèves pour comprendre le problème. La nécessité de préserver l'indépendance de chacun des scores attribués par rapport aux autres items de l'épreuve est cependant reconnue et prise en compte dans la conception des épreuves PISA et des grilles de correction, tout comme la nécessité de minimiser les biais pouvant survenir en raison du nombre restreint de situations.



Structure de l'évaluation

Lors du cycle PISA 2003, dont la culture mathématique était le domaine majeur d'évaluation, 210 minutes de test ont été préparées. Les items sélectionnés ont été regroupés dans sept blocs d'items représentant chaque fois 30 minutes de test. Ces blocs ont été répartis entre les carnets de tests selon un schéma de rotation. Les épreuves de culture mathématique du cycle PISA 2006 sont plus courtes, mais la même approche a été appliquée pour préparer les blocs d'items et les répartir entre les carnets de tests.

Le temps disponible pour les tests de mathématiques est réparti le plus également possible entre les quatre idées majeures (*quantité, espace et formes, variations et relations* et *incertitude*) et entre les quatre situations (*personnelle, éducative / professionnelle, publique* et *scientifique*) que décrit le cadre d'évaluation. La proportion d'items associés aux compétences des trois groupes (*reproduction, connexion* et *réflexion*) est respectivement de 25, 50 et 25 %. Les trois formats, à savoir les items à choix multiple, les items à réponse construite fermée et les items à réponse construite ouverte, sont représentés de manière équivalente (à peu près un tiers chacun).

Présentation des résultats en mathématiques

Une échelle descriptive comportant cinq niveaux de performance a été créée pour synthétiser les informations provenant des réponses aux épreuves PISA (Masters et Forster, 1996 ; Masters, Adams, et Wilson, 1999). Cette échelle a été conçue sur la base d'un modèle statistique de réponse aux items permettant de traiter des réponses de type ordinal. Cette échelle globale sert à décrire la nature des performances observées, en classant les performances des élèves des divers pays en fonction des cinq niveaux de performance décrits. Elle peut donc servir de cadre de référence pour les comparaisons internationales.

La possibilité de créer un certain nombre de sous-échelles a également été mise à l'étude. Les options les plus évidentes étaient de construire des échelles séparées pour les trois groupes de compétences ou pour les quatre idées majeures. Les décisions à ce sujet ont été prises compte tenu de divers critères, notamment d'ordre psychométrique, au vu des résultats des analyses des données recueillies lors des évaluations PISA. Pour permettre la mise en œuvre de ces options, il a fallu sélectionner un nombre suffisant d'items pour couvrir toutes les catégories susceptibles de faire l'objet d'échelles distinctes. Les items appartenant à chacune de ces catégories devaient en outre présenter un éventail de difficulté suffisamment large pour permettre la construction des échelles.

Les groupes de compétences décrits précédemment dans ce document représentent des catégories d'activités cognitives dont les exigences et la complexité sont globalement croissantes. Ils ne traduisent cependant pas une hiérarchie stricte des performances des élèves, fondée sur la difficulté des items. La complexité conceptuelle n'est qu'une des multiples composantes de la difficulté des items influençant les niveaux de performance. Il en existe d'autres, notamment le caractère plus ou moins familier de la tâche, l'apprentissage plus ou moins récent, le degré d'entraînement, etc. En conséquence, un item à choix multiple faisant appel à des compétences du groupe de *reproduction* (par exemple la question : « Laquelle des figures suivantes est un parallépipède rectangle ? », accompagnée de dessins d'un ballon, d'une boîte de conserve, d'une boîte et d'un carré) peut se révéler très facile pour des élèves à qui l'on a enseigné la signification de ce terme,

mais très difficile pour d'autres élèves, qui ne connaissent pas le sens de l'expression utilisée. Il est donc possible d'imaginer des items du groupe de *reproduction* relativement difficiles et des items du groupe de *réflexion* relativement faciles ; chaque groupe de compétences doit comprendre des items de difficulté aussi variée que possible. En règle générale cependant, on s'attend à observer une relation positive entre le groupe de compétences auquel l'item appartient et sa difficulté.

Les facteurs responsables des différences de niveau tant dans la difficulté des items que dans les performances des élèves en mathématiques sont les suivants :

- *La nature et le degré d'interprétation et de réflexion requis* : Ce facteur concerne en particulier le type d'exigences posées par le contexte du problème ; le fait que les caractéristiques mathématiques du problème soient bien apparentes ou, au contraire, que les élèves aient à développer leur propre interprétation mathématique ; et le fait que le problème nécessite un recours plus ou moins important à une compréhension mathématique approfondie (« insight »), à des raisonnements complexes et à une démarche de généralisation.
- *La nature des savoir-faire nécessaires en termes de représentation* : Ce facteur englobe les problèmes pour lesquels un seul mode de représentation est utilisé, jusqu'à ceux pour lesquels les élèves doivent passer d'un mode de représentation à l'autre ou trouver eux-mêmes le mode de représentation qui convient.
- *La nature et le niveau des acquis mathématiques requis* : Ce facteur inclut les problèmes comportant une seule étape, qui demandent uniquement aux élèves de restituer des faits mathématiques de base et d'effectuer des calculs simples, jusqu'à ceux comportant de multiples étapes, mettant en jeu des connaissances mathématiques plus avancées et nécessitant le recours à des processus complexes de prise de décision, de traitement de l'information, de résolution de problèmes et de modélisation.
- *La nature et le degré d'argumentation mathématique requis* : Ce facteur comprend les problèmes qui ne requièrent aucune présentation des arguments, en passant par ceux pour lesquels les élèves peuvent utiliser des arguments déjà bien connus, jusqu'à ceux qui nécessitent de créer des arguments mathématiques, comprendre l'argumentation présentée par d'autres personnes ou juger du bien-fondé d'arguments ou de démonstrations qui leur sont proposés.

Au niveau le plus bas de compétence de l'échelle descriptive, les élèves sont généralement confrontés à des tâches qui comportent une seule étape et qui se situent dans des contextes familiers et à des problèmes mathématiquement bien structurés, où ils ont à restituer des faits ou des processus mathématiques bien connus et à appliquer des savoir-faire élémentaires en termes de calcul.

À des niveaux de compétence plus élevés, les élèves ont à exécuter des tâches plus complexes, qui comportent plus d'une étape. Ils doivent aussi combiner divers éléments d'information ou interpréter diverses représentations de concepts ou d'informations mathématiques, en identifiant les aspects qui sont pertinents et importants et la manière dont ils sont en relation les uns avec les autres. Ils travaillent généralement avec des formulations ou des modèles mathématiques donnés à l'avance, souvent fournis sous forme algébrique, en vue d'identifier les solutions appropriées ; ou ils ont à effectuer un court enchaînement de démarches ou d'étapes de calcul pour arriver à une solution.

Au niveau de compétence le plus haut, les élèves doivent jouer un rôle plus créatif et plus actif dans leur approche des problèmes mathématiques. En règle générale, ils ont à interpréter des informations



plus complexes et sont confrontés à de nombreuses étapes de traitement du problème. Ils ont le plus souvent à élaborer leur propre formulation du problème et à développer un modèle approprié qui en facilite la résolution. À ce niveau, les élèves sont généralement capables d'identifier et de mettre en œuvre les moyens et les connaissances mathématiques pertinents dans des contextes peu familiers. Ils font preuve de perspicacité pour identifier la stratégie de résolution du problème la plus appropriée et se servent de divers processus cognitifs d'ordre supérieur (généralisation, raisonnement et argumentation) pour expliquer ou communiquer leurs résultats.

Outils et instruments

L'option retenue dans l'enquête PISA est de permettre aux élèves de se servir de leur calculatrice et autres outils selon les habitudes de leur école.

C'est ce qui permet d'évaluer de la manière la plus authentique ce que les élèves sont capables de faire et d'effectuer la comparaison la plus riche en informations des systèmes d'éducation. Le fait qu'un système scolaire ait choisi d'autoriser ou non ses élèves à utiliser des calculatrices ne diffère en rien, en principe, de toutes les autres décisions prises à l'échelle des systèmes concernant la politique d'éducation, sur lesquelles l'enquête PISA n'exerce pas de contrôle.

Les élèves qui ont d'habitude une calculatrice à leur disposition pour les aider à répondre aux questions risqueraient d'être désavantagés s'ils en étaient privés.

SYNTHÈSE

L'objectif de l'enquête PISA est de développer des indicateurs montrant dans quelle mesure les pays ont réussi à préparer leurs jeunes de 15 ans à devenir des citoyens actifs, réfléchis et intelligents, sous l'angle de leurs compétences en mathématiques. Dans ce but, PISA a élaboré des évaluations qui cherchent à définir dans quelle mesure les élèves sont capables d'utiliser ce qu'ils ont appris. Celles-ci mettent en avant l'utilisation des connaissances et des raisonnements mathématiques pour résoudre des problèmes issus de la vie de tous les jours et proposent une variété de problèmes mathématiques dans lesquels l'élève est confronté à des tâches plus ou moins guidées et structurées mais qui le placent face à des problèmes authentiques, où il doit recourir à son propre raisonnement.

Ce cadre d'évaluation décrit et illustre par des exemples la définition de *culture mathématique* adoptée dans PISA 2006 et pose le contexte des items. Les composantes principales du cadre d'évaluation des mathématiques (contextes d'utilisation des mathématiques, contenus mathématiques et processus mathématiques) sont cohérentes par rapport à celles des autres cadres d'évaluation PISA et découlent directement de la définition de la culture mathématique. La description des contenus et des contextes met l'accent sur les caractéristiques des problèmes auxquels les élèves sont confrontés en tant que citoyens, tandis que la description des processus met plutôt l'accent sur les compétences utilisées par les élèves pour résoudre ces problèmes. Ces compétences ont été réparties en trois groupes de compétences pour faciliter le traitement de ces processus cognitifs complexes dans le cadre d'un programme d'évaluation structuré.



Bibliographie

- Baumert, J.** et **Köller, O.** (1998), « Interest Research in Secondary Level I : An Overview », dans L. Hoffmann, A. Krapp, K.A. Renniger et J. Baumert (éds.), *Interest and Learning*, Institute for Science Education at the University of Kiel, Kiel.
- Blosser, P.** (1984), *Attitude Research in Science Education*, ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education, Columbus.
- Blum, W.** (1996), « Anwendungsorientierter Mathematikunterricht – Trends und Perspektiven », dans G. Kadunz *et al.* (éds.), *Trends und Perspektiven: Schriftenreihe Didaktik der Mathematik, Vol. 23*, Hoelder-Pichler-Tempsky, Wien.
- Bogner, F.** et **M. Wiseman** (1999), « Toward Measuring Adolescent Environmental Perception », *European Psychologist* 4 (3).
- Bybee, R.** (1997a), *Achieving Scientific Literacy : From Purposes to Practices*, Heinemann, Portsmouth.
- Bybee, R.** (1997b), « Toward an Understanding of Scientific Literacy » dans W. Gräber et C. Bolte (éds.), *Scientific Literacy : An International Symposium*, Institute for Science Education at the University of Kiel, Kiel.
- Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools** (1982), *Mathematics Counts* (The Cockcroft Report), Her Majesty's Stationery Office, Londres.
- de Corte, E., B. Greer et L. Verschaffel** (1996), « Mathematics Teaching and Learning », dans D. C. Berliner et R. C. Calfee (eds.), *Handbook of Educational Psychology*, Macmillan, New York.
- Dossey, J.A.** (1997), « Defining and Measuring Quantitative Literacy », dans L.A. Steen, (éd.), *Why Numbers Count*, The College Board, New York.
- Eagles, P.F.J.** et **R. Demare** (1999), « Factors Influencing Children's Environmental Attitudes », *The Journal of Environmental Education* 30 (4).
- Fensham, P.J.** (1985), « Science for All : A Reflective Essay », *Journal of Curriculum Studies* 17 (4).
- Fensham, P.J.** (2000), « Time to Change Drivers for Scientific Literacy », *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education* 2.
- Fey, J.** (1990), « Quantity », dans L.A. Steen (éd.), *On the Shoulders of Giants: New Approaches to Numeracy*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Fleming, R.** (1989), « Literacy for a Technological Age », *Science Education* 73 (4).
- Freudenthal, H.** (1973), *Mathematics as an Educational Task*, D. Reidel, Dordrecht.
- Freudenthal, H.** (1983), *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*, D. Reidel, Dordrecht.
- Gardner, P.L.** (1975), « Attitudes to Science : A Review », *Studies in Science Education* 2.
- Gardner, P.L.** (1984), « Students' Interest in Science and Technology : An International Overview », dans M. Lehrke, L. Hoffmann et P. L. Gardner (éds.), *Interests in Science and Technology Education*, Institute for Science Education at the University of Kiel, Kiel.
- Gauld, C.** et **A.A. Hukins** (1980), « Scientific Attitudes : A Review », *Studies in Science Education* 7.
- Gee, J.** (1998), *Preamble to a Literacy Program*, Department of Curriculum and Instruction, Madison.
- Gräber, W.** et **C. Bolte** (éds.) (1997), *Scientific Literacy: An International Symposium*, Institute for Science Education at the University of Kiel, Kiel.



- Grünbaum, B.** (1985), « Geometry Strikes Again », *Mathematics Magazine* 58 (1).
- Hershkowitz, R., B. Parzysz et J. van Dormolen** (1996), « Space and Shape », dans Bishop, A. J., K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick et C. Laborde (éds.), *International Handbook of Mathematics Education, Part 1*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Kirsch, I.S. et P.B. Mosenthal** (1989-1991), « Understanding Documents: A Monthly Column », *Journal of Reading*, International Reading Association, Newark.
- Klopfer, L.** (1971), « Evaluation of Learning in Science », dans B. Bloom, J. Hastings et G. Madaus (éds.), *Handbook of Summative and Formative Evaluation of Student Learning*, McGraw-Hill, New York.
- Klopfer, L.E.** (1976), « A Structure for the Affective Domain in Relation to Science Education », *Science Education* 60.
- Koballa, T., Kemp, A. et Evans, R.** (1997), « The Spectrum of Scientific Literacy », *The Science Teacher* 64 (7).
- Kuhn, D.** (1992), « Thinking as Argument », *Harvard Educational Review* 62 (2).
- Laforgia, J.** (1988), « The Affective Domain Related to Science Education and Its Evaluation », *Science Education* 72 (4).
- de Lange, J.** (1987), *Mathematics, Insight and Meaning*, CD-Press, Utrecht.
- de Lange, J.** (1995), « Assessment: No Change without Problems », dans T.A. Romberg (éd.), *Reform in School Mathematics*, SUNY Press, Albany.
- de Lange, J. et H. Verhage** (1992), *Data Visualization*, Sunburst, Pleasantville.
- Langer, J.** (1995), « Envisioning Literature », International Reading Association, Newark.
- Law, N.** (2002), « Scientific Literacy : Charting the Terrains of a Multifaceted Enterprise », *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education* 2.
- LOGSE** (1990), *Ley de Ordenacion General del Sistema Educativo*, LOGSE, Madrid.
- Masters, G., R. Adams et M. Wilson** (1999), « Charting Student Progress », dans G. Masters et J. Keeves (éds.), *Advances in Measurement in Educational Research and Assessment*, Amsterdam, Elsevier Science.
- Masters, G. et M. Forster** (1996), *Progress Maps*, Australian Council for Educational Research, Melbourne.
- Mathematical Association of America - MAA** (1923), *The Re-organization of Mathematics in Secondary Education: A Report of the National Committee on Mathematical Requirements*, MAA, Oberlin.
- Mathematical Sciences Education Board - MSEB** (1990), *Reshaping School Mathematics: A Philosophy and Framework of Curriculum*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Mayer, V.J.** (éd.) (2002), *Global Science Literacy*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Mayer, V.J. et Y. Kumano** (2002), « The Philosophy of Science and Global Science Literacy », dans V.J. Mayer (éd.), *Global Science Literacy*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Millar, R. et J. Osborne** (1998), *Beyond 2000: Science Education for the Future*, King's College London, Londres.
- Mitchell, J., E. Hawkins, P. Jakwerth, F. Stancavage et J. Dossey** (2000), *Student Work and Teacher Practice in Mathematics*, National Center for Education Statistics, Washington, D.C.
- National Council of Teachers of Mathematics - NCTM** (1989), *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, NCTM, Reston.
- NCTM** (2000), *Principles and Standards for School Mathematics*, NCTM, Reston.



- Neubrand, M., R. Biehler, W. Blum, E. Cohors-Fresenborg, L. Flade, N. Knoche, D. Lind, W. Löding, G. Möller et A. Wynands** (Deutsche OECD/PISA-Expertengruppe Mathematik) (2001), “Grundlagen der Ergänzung des internationalen OECD/PISA-Mathematik-Tests in der deutschen Zusatzerhebung”, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 33 (2).
- Niss, M.** (1999), “Kompetencer og uddannelsesbeskrivelse”, *Uddanneise*, 9.
- Norris, S. et L. Phillips** (2003), « How Literacy in Its Fundamental Sense Is Central to Scientific Literacy », *Science Education* 87 (2).
- OCDE** (Organisation de coopération et de développement économiques) (1999), *Mesurer les connaissances et compétences des élèves : Un nouveau cadre d'évaluation*, OCDE, Paris.
- OCDE** (2000), *Mesurer les connaissances et compétences des élèves. Lecture, mathématiques et sciences : l'évaluation de PISA 2000*, OCDE, Paris.
- OCDE** (2002), *La lecture, moteur de changement: Performances et engagement d'un pays à l'autre - Résultats de PISA 2000*, OCDE, Paris.
- OCDE** (2001), *Connaissances et compétences : des atouts pour la vie - Premiers résultats de PISA 2000*, OCDE, Paris.
- OCDE** (2003a), *La définition et la sélection des compétences clé : Fondements théoriques et conceptuels (DeSeCo). Résumé du rapport définitif « Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society »*, OCDE, Paris.
- OCDE** (2003b), *Cadre d'évaluation de PISA 2003 : connaissances et compétences en mathématiques, lecture, sciences et résolution de problèmes*, OCDE, Paris.
- OCDE** (2004), *Apprendre aujourd'hui, réussir demain – Premiers résultats de PISA 2003*, OCDE, Paris.
- Osborne, J., S. Erduran, S. Simon et M. Monk** (2001), « Enhancing the Quality of Argumentation in School Science », *School Science Review* 82.
- Osborne, J., S. Simon, et S. Collins** (2003), « Attitudes Towards Science : A Review of the Literature and Its Implications », *International Journal of Science Education* 25 (9).
- Rickinson, M.** (2001), « Learners and Learning in Environmental Education : A Critical Review of the Evidence », *Environmental Education Research* 7 (3).
- Roberts, D.** (1983), *Scientific Literacy : Towards Balance in Setting Goals for School Science Programs*, Science Council of Canada, Ottawa.
- Schibeci, R.A.** (1984), « Attitudes to Science : An Update », *Studies in Science Education* 11.
- Schupp, H.** (1988), “Anwendungsorientierter mathematikunterricht in der sekundarstufe I zwischen tradition und neuen impulsen”, *Der Mathematikunterricht* 34 (6).
- Steen, L.A.** (1990), *On the Shoulders of Giants : New Approaches to Numeracy*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Steen, L.A.** (éd.) (1997), *Why Numbers Count : Quantitative Literacy for Tomorrow's America*, The College Board, New York.
- Stewart, K.** (1990), « Change », dans L.A. Steen (éd.), *On the Shoulders of Giants : New Approaches to Numeracy*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Sticht, T.G.** (éd.) (1975), « Reading for Working : A Functional Literacy Anthology », Human Resources Research Organization, Alexandria.
- Stiggins, R.J.** (1982), « An Analysis of the Dimensions of Job-Related Reading », *ReadingWorld* 82.



UNESCO (Organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture) (1993), *International Forum on Scientific and Technological Literacy for All. Final Report*, UNESCO, Paris.

UNESCO (2003), « UNESCO and the International Decade of Education for Sustainable Development (2005–2015) », *UNESCO International Science, Technology et Environmental Education Newsletter*, Vol. XXVIII, no. 1–2.

UNESCO (2005), *International Implementation Scheme for the UN Decade of Education for Sustainable Development*, UNESCO, Paris.

Weaver, A. (2002), « Determinants of Environmental Attitudes : A Five-Country Comparison », *International Journal of Sociology* 32 (1).

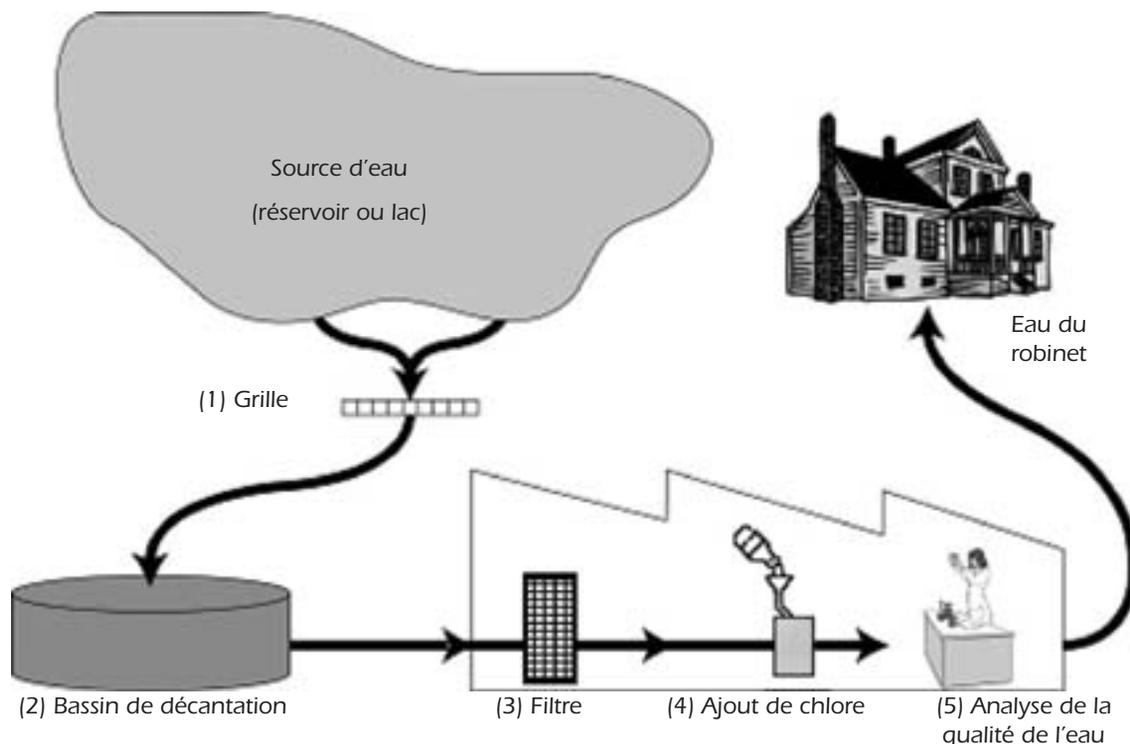
Notes

1. Ce terme est assez éloigné de l'acception du néologisme français « littératie », tel qu'il est utilisé par les chercheurs en éducation, NDT.

Annexe **A**

ITEMS DE SCIENCE SUPPLÉMENTAIRES

EAU POTABLE



Le schéma ci-dessus montre comment on rend potable l'eau qui alimente les maisons dans les villes.

Question n° 1.1

Il est important d'avoir une source d'eau potable de bonne qualité. L'eau qu'on trouve sous la surface de la terre est appelée *eau souterraine*.

Donnez une raison pour laquelle il y a moins de bactéries et de particules polluantes dans les eaux souterraines que dans les eaux de surface, comme les lacs et les fleuves.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 1.1

Crédit complet

Code 11 : Réponses faisant référence au fait que l'eau souterraine est filtrée par le sol

- Quand elle passe à travers le sable et la poussière, l'eau est nettoyée.
- Elle a été filtrée naturellement.
- Parce que quand l'eau descend à travers le sol, elle est comme tamisée par les pierres et le sable.

Code 12 : Réponses faisant référence au fait que l'eau souterraine est captive et donc protégée d'une pollution potentielle ; OU que les eaux de surface sont polluées plus facilement

- L'eau souterraine est enfermée dans la terre et la pollution de l'air ne peut donc pas la salir.
- Parce que l'eau souterraine n'est pas à l'air libre, elle est sous quelque chose.
- Les lacs et les fleuves peuvent être pollués par l'air et on peut nager dedans et ainsi de suite, c'est pourquoi l'eau n'est pas propre.

**Code 13 : Autres réponses correctes**

- L'eau souterraine est une eau sans beaucoup de nourriture pour les bactéries, qui n'y survivront donc pas.

Pas de crédit**Code 01 : Réponses faisant référence au fait que l'eau souterraine est très propre (information déjà donnée)**

- Parce qu'elle a été nettoyée.
- Parce qu'il y a des débris dans les lacs et les fleuves.
- Parce qu'il y a moins de bactéries.

Code 02 : Réponses faisant manifestement référence au processus d'épuration de l'eau présenté dans le schéma servant de stimulus

- Parce que l'eau souterraine passe par un filtre et on y ajoute du chlore.
- L'eau souterraine passe à travers un filtre qui la nettoie totalement.

Code 03 : Autres réponses

- Parce qu'elle est toujours en mouvement.
- Parce qu'elle n'est pas remuée et donc les boues du fond ne remontent pas.
- Parce que l'eau souterraine provient de la montagne, et n'est constituée que de neige fondue et d'eau.

Code 99 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

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

Champ d'application : Ressources naturelles

Contexte : Global

Cet item attire l'attention sur deux aspects de la qualité de l'eau : la contamination par des particules polluantes et par des bactéries. Il faut appliquer des connaissances scientifiques pour expliquer que les eaux souterraines non traitées sont moins contaminées que les eaux non traitées de surface.

L'approvisionnement en eau potable est une préoccupation quotidienne dans le monde entier, plus ou moins grave selon les circonstances. La classification de l'item se fonde sur la nécessité de s'appuyer sur des connaissances en sciences pour expliquer un phénomène.

L'essai de terrain a montré que cet item de difficulté moyenne fonctionnait bien et qu'il présentait un bon indice de discrimination. Deux tiers environ des élèves y ont répondu correctement.



Question n° 1.2

L'épuration de l'eau se déroule souvent en plusieurs étapes et fait appel à différentes techniques. Le processus d'épuration que montre le schéma comprend quatre étapes (numérotées de 1 à 4). À la deuxième étape, l'eau est recueillie dans un bassin de décantation.

En quoi cette étape contribue-t-elle à rendre l'eau plus propre ?

- A. Les bactéries présentes dans l'eau meurent.
- B. De l'oxygène s'ajoute à l'eau.
- C. Le gravier et le sable se déposent au fond.
- D. Les substances toxiques se décomposent.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 1.2

Crédit complet

Code 1 : D. Le gravier et le sable se déposent au fond.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes physiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Santé

Contexte : Social

Le contexte de cette unité identifie les différentes manières dont l'eau des réservoirs et des lacs est épurée avant d'être distribuée dans les ménages. Pour répondre à cet item, il faut identifier la fonction d'un bassin de décantation ou la déduire. Cet item permet d'évaluer les connaissances des élèves à propos de la sédimentation et de son effet gravitationnel sur les particules présentes dans l'eau.

L'essai de terrain a montré que cet item était de difficulté moyenne et présentait un bon indice de discrimination malgré la faiblesse d'un distracteur, en l'occurrence la deuxième option de réponse (B).

Question n° 1.3

À la quatrième étape du processus d'épuration, on ajoute du chlore à l'eau.

Pourquoi ajoute-t-on du chlore à l'eau ?

Codage et commentaires relatifs à la question n° 1.3

Crédit complet

Code 1 : Réponses faisant référence à l'élimination, la destruction ou la décomposition des bactéries (ou des microbes ou des virus ou des germes)

- Pour la débarrasser des bactéries.
- Le chlore tue les bactéries.
- Pour tuer toutes les algues.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

- L'eau devient moins acide et il n'y aura pas d'algues.
- C'est comme le fluor.
- Pour nettoyer l'eau davantage et tuer ce qui reste. [« Ce qui reste » n'est pas assez spécifique]
- Pour la garder propre et potable.

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Santé

Contexte : Social

Comme le précédent, cet item se situe dans un contexte qui relève du quotidien : tous les citoyens devraient avoir une idée des traitements qui permettent de rendre l'eau potable.

Il faut appliquer des connaissances sur les effets du chlore sur les organismes vivants pour expliquer l'ajout de chlore dans l'eau. C'est la raison pour laquelle cet item est classé dans la catégorie de connaissances « Systèmes vivants ».

L'essai de terrain a montré que cet item fonctionnait bien et qu'il présentait un bon indice de discrimination. Cet item est de difficulté faible à modérée dans l'ensemble, sauf dans quelques pays où il s'est avéré nettement plus difficile.

Question n° 1.4

Supposez que les scientifiques chargés d'analyser l'eau à la station d'épuration découvrent la présence de bactéries dangereuses dans l'eau, après la fin du processus d'épuration.

Que doivent faire les habitants, chez eux, avec cette eau avant de la boire ?

Codage et commentaires relatifs à la question n° 1.4**Crédit complet**

Code 11 : Réponses faisant référence au fait de faire bouillir l'eau

- La faire bouillir.

Code 12 : Réponses faisant référence à d'autres méthodes d'épuration qu'il est possible d'utiliser chez soi en toute sécurité

- Traiter l'eau avec des tablettes de chlore (par ex. Micropur).
- Utiliser un filtre micropore.

Pas de crédit

Code 01 : Réponses faisant référence à des méthodes « professionnelles » d'épuration de l'eau, qu'il n'est pas possible d'utiliser chez soi en toute sécurité

- La mélanger à du chlorure dans un seau et puis la boire.
- Davantage de chlorure, de produits chimiques et de dispositifs biologiques.
- Distiller l'eau.



Code 02 : Autres réponses

- La purifier une nouvelle fois.
- Utiliser un filtre à café.
- Acheter de l'eau en bouteille jusqu'à la fin du processus d'épuration. [Élude la question posée.]

Code 99 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Santé

Contexte : Social

Pour répondre à cet item, les élèves doivent savoir comment tuer ou éliminer les bactéries présentes dans l'eau avec des méthodes réalisables chez soi. C'est pourquoi il est classé dans la catégorie de connaissances « Systèmes vivants ».

L'essai de terrain a montré que cet item présentait un bon indice de discrimination et qu'il était de difficulté faible à modérée en moyenne dans l'ensemble des pays. Toutefois, cet item n'a pas été retenu dans la batterie de test définitive, car il est apparu que son degré de difficulté variait considérablement d'un groupe de pays à l'autre.

Question n° 1.5

Est-ce que la consommation d'eau polluée peut provoquer les problèmes de santé suivants ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacun de ces problèmes.

Est-ce que la consommation d'eau polluée peut provoquer ce problème de santé ?	Oui / Non
Diabète	Oui / Non
Diarrhée	Oui / Non
HIV / SIDA	Oui / Non

Codage et commentaires relatifs à la question n° 1.5

Crédit complet

Code 1 : Les trois réponses sont correctes: Dans l'ordre : Non, Oui, Non

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Santé

Contexte : Personnel



Cet item est conçu pour déterminer si les élèves savent que certaines maladies courantes (génétiques, bactériennes ou virales) peuvent se transmettre par l'eau.

Cet item est classé dans la catégorie « Expliquer des phénomènes de manière scientifique », certes, mais il relève d'une compétence de niveau inférieur dans la mesure où il demande uniquement aux élèves de restituer des connaissances. Il se classe de toute évidence dans la catégorie de connaissances « Systèmes vivants ».

L'analyse des résultats a montré que cet item n'était guère difficile, qu'il présentait un bon indice de discrimination et que les élèves de sexe féminin étaient plus susceptibles d'y répondre correctement que les élèves de sexe masculin.

Question n° 1.6

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

Ne cochez qu'une case par rangée

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
a) Savoir comment on analyse l'eau pour mesurer le niveau de contamination bactérienne	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) En apprendre davantage sur le traitement chimique des réserves d'eau.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Apprendre quelles sont les maladies transmises par l'eau que l'on boit	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Type d'item : Item d'attitude

Attitude : Intérêt pour l'apprentissage à propos de la science

Cet item est conçu pour évaluer l'intérêt des élèves à l'idée d'en apprendre davantage sur des phénomènes scientifiques liés à l'eau potable. Il se situe à la fin de l'unité pour laisser aux élèves le temps de se familiariser avec le contexte de l'unité avant d'être interrogés sur leurs opinions.

Les élèves doivent indiquer s'ils aimeraient en apprendre davantage sur trois aspects distincts de la contamination de l'eau et de son traitement en vue de la rendre potable.

L'analyse factorielle exploratoire des résultats de l'essai de terrain a dégagé une saturation significative des trois propositions sur la dimension d'« intérêt pour la science ». Les élèves ont manifesté un très grand intérêt à l'idée d'en apprendre davantage à propos des maladies qui se transmettent par l'eau (option C), une tendance qui s'observe dans la plupart des propositions relatives à la santé personnelle et à la sécurité.

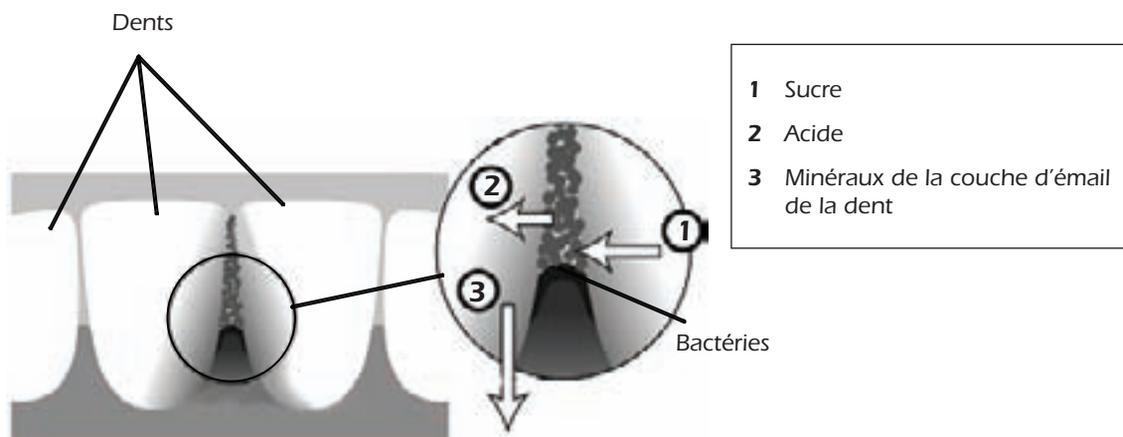
LES CARIES

Les bactéries qui vivent dans notre bouche provoquent des caries dentaires.

Le problème des caries existe depuis les années 1700, quand le sucre est devenu accessible grâce au développement de l'industrie de la canne à sucre.

Aujourd'hui, on sait beaucoup de choses sur les caries, par exemple :

- Les bactéries qui provoquent les caries se nourrissent de sucre.
- Le sucre se transforme en acide.
- L'acide abîme la surface des dents.
- Le brossage des dents aide à prévenir les caries.



Question n° 2.1

Quel est le rôle des bactéries dans l'apparition des caries dentaires ?

- A. Les bactéries produisent de l'émail.
- B. Les bactéries produisent du sucre.
- C. Les bactéries produisent des minéraux.
- D. Les bactéries produisent de l'acide.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 2.1

Crédit complet

Code 1 : D. Les bactéries produisent de l'acide.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Explications scientifiques (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Santé

Contexte : Personnel

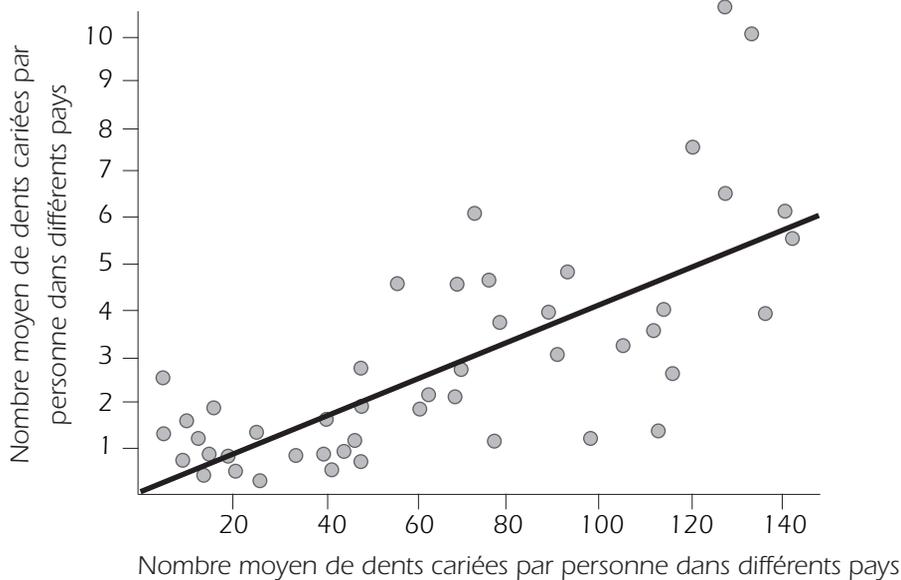
Un schéma et du texte fournissent des informations à propos des caries dentaires. Les élèves doivent sélectionner la conclusion qui découle des informations qui leur sont données.

Cet item fait uniquement appel à la capacité des élèves d'utiliser des faits scientifiques pour tirer une conclusion et relève donc de la catégorie « Connaissances à propos de la science ».

L'essai de terrain a montré que cet item fonctionnait bien, qu'il présentait un bon indice de discrimination et qu'il était relativement facile.

Question n° 2.2

Le graphique ci-dessous montre la consommation de sucre et le nombre de caries dans différents pays.



Chaque pays est représenté par un point sur le graphique.

Parmi les affirmations suivantes, laquelle s'appuie sur les données fournies par le graphique ?

- A. Dans certains pays, les gens se brossent plus souvent les dents que dans d'autres.
- B. Plus les gens mangent de sucre, plus ils ont de risques d'avoir des caries.
- C. Ces dernières années, le taux de caries a augmenté dans de nombreux pays.
- D. Ces dernières années, la consommation de sucre a augmenté dans de nombreux pays.



Codage et commentaires relatifs à la question n° 2.2

Crédit complet

Code 1 : B. Plus les gens mangent de sucre, plus ils ont de risques d'avoir des caries.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Explications scientifiques (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Santé

Contexte : Personnel

Cet item a relativement bien fonctionné lors de l'essai de terrain qui a montré qu'il était de difficulté moyenne et qu'il présentait un bon indice de discrimination.

Comme le précédent, cet item relève de la catégorie de connaissances « Explications scientifiques » et de la compétence « Utiliser des faits scientifiques ». Cependant, les informations (les « faits scientifiques ») sont fournies sous forme graphique cette fois. Pour interpréter le graphique correctement, les élèves doivent vraiment comprendre les variables en jeu.

**Question n° 2.3**

Supposons que dans un pays, le nombre de caries par personne est élevé.

Voici plusieurs questions à propos des caries dans ce pays. Peut-on y répondre à l'aide d'expériences scientifiques ?

Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des questions.

Peut-on répondre à cette question sur les caries à l'aide d'expériences scientifiques ?	Oui ou Non ?
Quel serait l'effet sur les caries si on ajoutait du fluor dans l'eau courante ?	Oui / Non
Combien devrait coûter une visite chez le dentiste ?	Oui / Non

Codage et commentaires relatifs à la question n° 2.3**Crédit complet**

Code 1 : Les deux réponses sont correctes. Dans l'ordre : Oui, Non.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétences : Identifier des questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : Démarche scientifique (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Santé

Contexte : Social

Dans cet item, les élèves doivent distinguer les questions auxquelles la science peut apporter une réponse. Pour y répondre, ils doivent essentiellement se baser sur leurs connaissances concernant la démarche scientifique, d'où le classement de l'item dans la catégorie de connaissances « Démarche scientifique ». Cet item relève de toute évidence de la compétence « Identifier des questions d'ordre scientifique ».

Selon l'analyse des résultats de l'essai de terrain, cet item est de difficulté moyenne et présente un bon indice de discrimination.

**Question n° 2.4**

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

Ne cochez qu'une case par rangée.

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
a) Voir au microscope à quoi ressemblent les bactéries responsables des caries.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) En savoir plus sur la mise au point d'un vaccin contre les caries.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Comprendre comment des aliments sans sucre peuvent aussi provoquer des caries.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Type d'item : Item d'attitude

Attitude : Intérêt

Cet item est conçu pour évaluer l'intérêt que les élèves portent à des aspects scientifiques des caries. Comme tous les items d'attitude, il se situe à la fin de l'unité pour laisser aux élèves le temps de se familiariser avec le contexte de l'unité avant d'être interrogés sur leurs opinions.

L'analyse factorielle exploratoire des résultats de l'essai de terrain a dégagé une saturation significative des trois propositions sur la dimension d'« intérêt ».

UNITÉ DE SCIENCES N° 3

TRAVAIL PAR TEMPS CHAUD

Question n° 3.1

Paul rénove une vieille maison. Il a laissé une bouteille d'eau, quelques clous en métal et un morceau de bois dans le coffre de sa voiture. Après trois heures d'exposition au soleil, la température intérieure de la voiture atteint environ 40° C.

Qu'arrive-t-il aux objets dans la voiture ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des affirmations suivantes.

Est-ce que ceci arrive à ces objets ?	Oui ou Non ?
Tous les objets ont la même température..	Oui ou Non ?
Après un certain temps, l'eau commence à bouillir..	Oui ou Non ?
Après un certain temps, les clous en métal commencent à rougir.	Oui ou Non ?

Codage et commentaires relatifs à la question n° 3.1

Crédit complet

Code 1 : Les trois réponses sont correctes. Dans l'ordre : Oui, Non, Non.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes physiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Le « style » de cette unité diffère de celui des autres unités qui constituent ce recueil d'exemples. Il s'agit d'une unité sans stimulus commun qui figure parmi celles conçues pour évaluer les connaissances concernant de grandes idées fausses à propos de concepts fondamentaux. Seule une unité de ce type a été incluse dans la batterie de test définitive à cause des contraintes d'espace et du manque d'informations fournies par de nombreux items sur le niveau global de culture scientifique des élèves.

Les résultats de l'essai de terrain ont montré que de nombreux élèves se faisaient des idées fausses : moins de 20 % d'entre eux ont répondu par l'affirmative à l'item « Tous les objets ont la même température ». Il n'existe pratiquement pas de différence de niveau moyen de compétence entre les élèves qui y ont répondu correctement et les autres. Les élèves de sexe masculin sont plus susceptibles d'y répondre correctement. Quelque 75 % des élèves ont répondu correctement au deuxième et au troisième item.

**Question n° 3.2**

Pour boire pendant la journée, Paul a préparé une tasse de café chaud (température d'environ 90° C) et une tasse d'eau minérale fraîche (température d'environ 5° C). Les tasses sont de fabrication et de taille identiques et le volume contenu dans chaque tasse est le même. Paul laisse les tasses dans une pièce où la température est d'environ 20° C.

Quelles seront vraisemblablement les températures du café et de l'eau minérale après 10 minutes ?

- A. 70° C et 10° C
- B. 90° C et 5° C
- C. 70° C et 25° C
- D. 20° C et 20° C

Codage et commentaires relatifs à la question n° 3.2

Code 1 : A. 70° C et 10° C

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes physiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Comme de nombreux items sur les idées fausses, celui-ci s'inscrit dans un contexte relativement artificiel, une des raisons pour lesquelles il n'a pas été retenu en vue de la campagne de test définitive.

L'essai de terrain a montré que cet item présentait un bon indice de discrimination. Quelque 50 % des élèves y ont répondu correctement.

Question n° 3.3

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

Ne cochez qu'une case par rangée

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
a) Comprendre comment la forme d'une tasse influence la vitesse à laquelle le café refroidit.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₄
b) Connaître les différentes dispositions des atomes dans le bois, dans l'eau et dans l'acier.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₄
c) Savoir pourquoi des solides différents conduisent la chaleur de façon différente.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₄



Type d'item : Item d'attitude

Attitude : Intérêt pour l'apprentissage à propos de la science

Cet item demande aux élèves d'indiquer dans quelle mesure ils aimeraient en apprendre davantage concernant l'impact de la structure de la matière sur l'échange thermique. Il se situe à la fin de l'unité pour laisser aux élèves le temps de se familiariser avec le contexte de l'unité avant d'être interrogés sur leurs opinions.

L'analyse factorielle exploratoire a dégagé une saturation significative des trois propositions sur la dimension d'« intérêt ». Par comparaison avec d'autres contextes proposés lors de l'essai de terrain, l'intérêt manifesté par les élèves à l'idée d'acquérir des connaissances scientifiques dans ce contexte est très faible. C'est particulièrement vrai pour les deux premières propositions.



UNITÉ DE SCIENCES N° 4

VARIOLE DE LA SOURIS

Il existe de nombreux types de virus de la variole qui transmettent cette maladie aux animaux. Chaque type de virus contamine habituellement une seule espèce animale. Un magazine a annoncé qu'un scientifique s'était servi du génie génétique pour modifier l'ADN de la variole de la souris. Le virus modifié tue toutes les souris qu'il contamine.

Le scientifique affirme que les recherches sur la modification des virus sont nécessaires pour combattre les animaux nuisibles qui s'attaquent à la nourriture humaine. Les opposants à ce type de recherches disent que des virus pourraient s'échapper des laboratoires et contaminer d'autres animaux. Ils craignent également qu'un virus de la variole modifié pour une espèce donnée puisse contaminer d'autres espèces, en particulier l'être humain. Le virus de la variole qui contamine l'être humain s'appelle la petite vérole.

La petite vérole tue la plupart des personnes qu'elle contamine. On pense que cette maladie a disparu dans la population ; cependant des échantillons du virus de la petite vérole sont conservés dans des laboratoires du monde entier.

Question n° 4.1

Les opposants s'inquiètent du fait que le virus de la variole de la souris puisse contaminer d'autres espèces que la souris. Parmi les raisons suivantes, laquelle explique le mieux cette inquiétude ?

- A. Les gènes du virus de la petite vérole et les gènes du virus modifié de la variole de la souris sont identiques.
- B. Une mutation dans l'ADN de la variole de la souris pourrait permettre au virus de contaminer d'autres animaux.
- C. Une mutation pourrait rendre l'ADN de la variole de la souris identique à l'ADN de la petite vérole.
- D. Le nombre de gènes du virus de la variole de la souris est le même que celui d'autres virus de la variole.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 4.1

Crédit complet

Code 1 : B. Une mutation dans l'ADN de la variole de la souris pourrait permettre au virus de contaminer d'autres animaux.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Global



Le contexte de cet item, en l'occurrence les mutations et les modifications génétiques, les conséquences de l'introduction de nouvelles espèces dans des écosystèmes et les dangers de la transmission des maladies à d'autres espèces, est très important et fait la une de l'actualité.

Toutefois, cet item a mal fonctionné lors de l'essai de terrain qui a montré qu'il présentait un indice peu élevé de discrimination et un degré de variation inacceptable entre les pays, signe peut-être que le domaine scientifique dont il relève n'est pas inscrit au programme dans certains pays. De plus, le niveau moyen de compétence des élèves qui ont opté pour le distracteur C est proche de celui des élèves qui ont choisi la réponse correcte (B). Ces raisons expliquent pourquoi cet item n'a pas été retenu en vue de la campagne de test définitive.

Question n° 4.2

Un des opposants à cette recherche craint que le virus modifié de la variole de la souris ne puisse s'échapper d'un laboratoire. Ce virus pourrait provoquer l'extinction de certaines espèces de souris.

Si certaines espèces de souris venaient à disparaître, est-ce que cela pourrait avoir les conséquences suivantes ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des conséquences.

Si certaines espèces de souris venaient à disparaître, est-ce que cela pourrait avoir la conséquence suivante ?	Oui ou Non ?
Certaines chaînes alimentaires seraient affectées.	Oui ou Non ?
Les chats domestiques pourraient mourir par manque de nourriture.	Oui ou Non ?
Les plantes dont les graines sont mangées par les souris pourraient temporairement augmenter en nombre..	Oui ou Non ?

Codage et commentaires relatifs à la question n° 4.2

Crédit complet

Code 1 : Les trois réponses sont correctes. Dans l'ordre : Oui, Non, Oui.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Global

Pour répondre à cette question, les élèves doivent se baser sur leurs connaissances à propos des réseaux alimentaires. Ils doivent prévoir les effets de la disparition de composantes d'un réseau alimentaire et non utiliser des faits scientifiques pour tirer une conclusion. C'est pourquoi cet item se classe dans la catégorie de compétences « Expliquer des phénomènes de manière scientifique » et dans la catégorie de connaissances « Systèmes vivants ».

L'essai de terrain a montré que cet item présentait un bon indice de discrimination et qu'il était de difficulté moyenne.

**Question n° 4.3**

Une entreprise tente de créer un virus qui rendrait les souris stériles. Un tel virus pourrait aider à limiter le nombre de souris.

Supposez que l'entreprise réussisse. Faut-il que la recherche ait répondu aux questions suivantes avant que le virus ne soit mis en circulation ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des questions.

Faut-il répondre à cette question avant que le virus ne soit mis en circulation ?	Oui ou Non ?
Quelle est la meilleure méthode pour propager le virus ?	Oui ou Non ?
Au bout de combien de temps les souris vont-elles développer une résistance à ce virus	Oui ou Non ?
Le virus affectera-t-il d'autres espèces animales ?	Oui ou Non ?

Codage et commentaires relatifs à la question n° 4.3**Crédit complet**

Code 1 : Les trois réponses sont correctes: Oui, Oui, Oui.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique / Identifier des questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences) / Démarche scientifique (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Social

L'essai de terrain a montré que cet item fonctionnait bien, qu'il présentait un bon indice de discrimination et que son degré de difficulté se situait au début de la plage de difficulté moyenne.

Toutefois, cet item n'a pas été retenu en vue de la campagne de test définitive parce qu'il évalue à la fois des connaissances en sciences et des connaissances à propos de la science dans des proportions significatives. Les élèves doivent se baser sur leurs connaissances en sciences pour déterminer s'il faut répondre aux questions avant la mise en circulation du virus et des connaissances à propos de la démarche scientifique pour déterminer si la recherche scientifique peut apporter une réponse à ces questions.

**Question n° 4.4**

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

Ne cochez qu'une case par rangée

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
a) En savoir plus sur la structure des virus	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Savoir comment les virus font pour muter	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Mieux comprendre comment le corps se défend contre les virus.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Type d'item : Item d'attitude

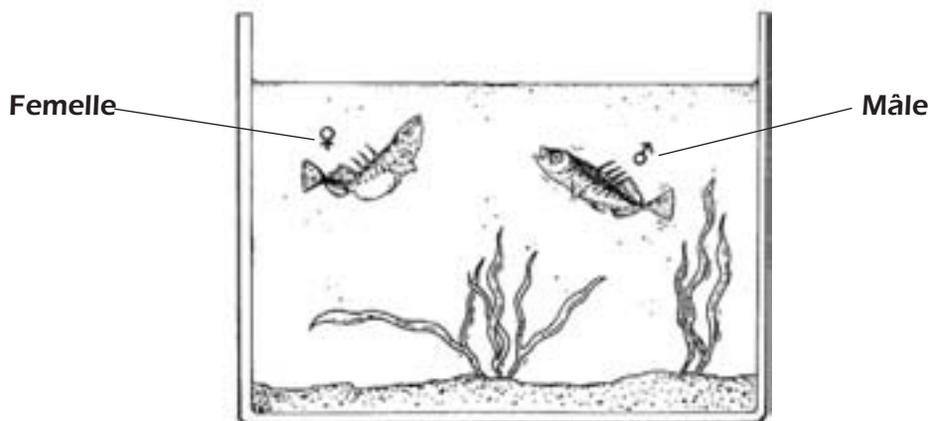
Attitude : Intérêt

Cet item cherche à déterminer dans quelle mesure les élèves s'intéressent à certains éléments du contexte concernant le comportement des virus et les moyens de défense du corps contre les virus. Comme tous les items d'attitude, il se situe à la fin de l'unité pour laisser aux élèves le temps de se familiariser avec le contexte de l'unité avant d'être interrogés sur leurs opinions.

L'analyse factorielle exploratoire des résultats de l'essai de terrain a dégagé une saturation significative des trois propositions sur la dimension d'« intérêt ». Les élèves manifestent plus d'intérêt pour l'objet de la dernière proposition, en l'occurrence mieux comprendre comment le corps se défend contre les virus (proposition c), que pour celui des deux premières.

LE COMPORTEMENT DE L'ÉPINOCHÉ

L'épinoche est un poisson qu'il est facile de garder en aquarium.

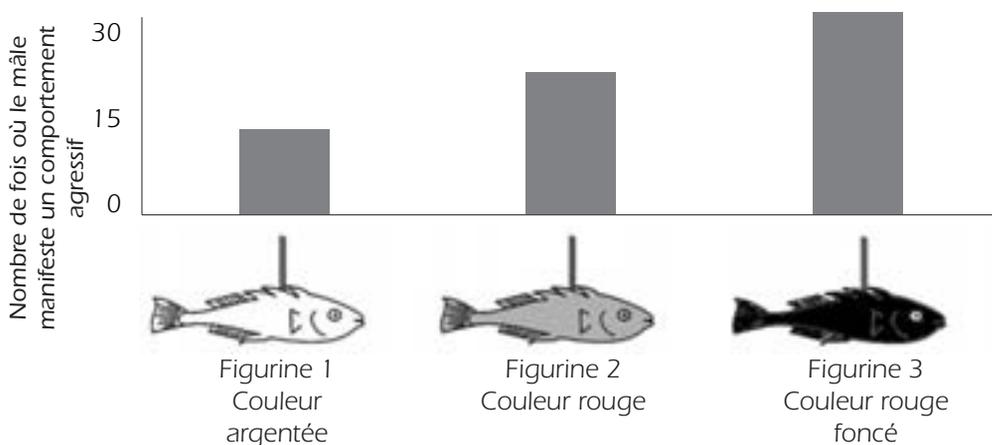


- En période de reproduction, le ventre de l'épinoche mâle vire de l'argenté au rouge.
- L'épinoche mâle attaquera tout rival mâle qui entrera sur son territoire et il tentera de l'en chasser.
- Si une femelle argentée s'approche, il tentera de la guider vers son nid pour qu'elle y pondre ses œufs.

En menant une expérience, un élève veut rechercher ce qui déclenche un comportement agressif chez l'épinoche mâle.

Le mâle est seul dans son aquarium. L'élève a fabriqué trois figurines de cire, attachées à des fils de fer. Il les laisse pendre dans l'aquarium, l'une après l'autre, pendant la même durée. Ensuite, l'élève compte le nombre de fois où l'épinoche mâle réagit de façon agressive en bousculant la figurine de cire.

Les résultats de cette expérience sont présentés ci-dessous.



**Question n° 5.1**

Quelle est la question à laquelle cette expérience tente de répondre ?

Codage et commentaires relatifs à la question n° 5.1**Crédit complet**

Code 1 : Quelle est la couleur qui déclenche le comportement le plus agressif chez l'épinoche mâle ?

- Le mâle de l'épinoche réagit-il de façon plus agressive à une figurine rouge qu'à une figurine de couleur argentée ?
- Quelle est la couleur qui provoque la réaction la plus agressive chez l'épinoche mâle ?
- Y a-t-il une relation entre la couleur et le comportement agressif ?
- Est-ce que la couleur du poisson rend le mâle agressif ?

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses (y compris celles qui ne font pas référence à la couleur du stimulus / de la figurine/ du poisson).

- Quelle couleur provoque un comportement agressif chez l'épinoche mâle ? [Pas d'aspect comparatif.]
- Est-ce que la couleur de l'épinoche femelle détermine l'agressivité du mâle ? [La première expérience ne s'occupe pas du sexe du poisson.]
- À quelle figurine l'épinoche mâle réagit-il de la façon la plus agressive? [Une référence spécifique à la couleur du poisson/de la figurine est nécessaire.]

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétences : Identifier des questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : Démarche scientifique (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Cet item se classe dans la catégorie « Connaissances à propos de la science », car les informations pertinentes à propos de l'expérience sont toutes fournies. La classification du contexte (« Personnel » et « Frontières de la science et de la technologie ») est conforme à la définition du cadre d'évaluation « comprendre le monde naturel »).

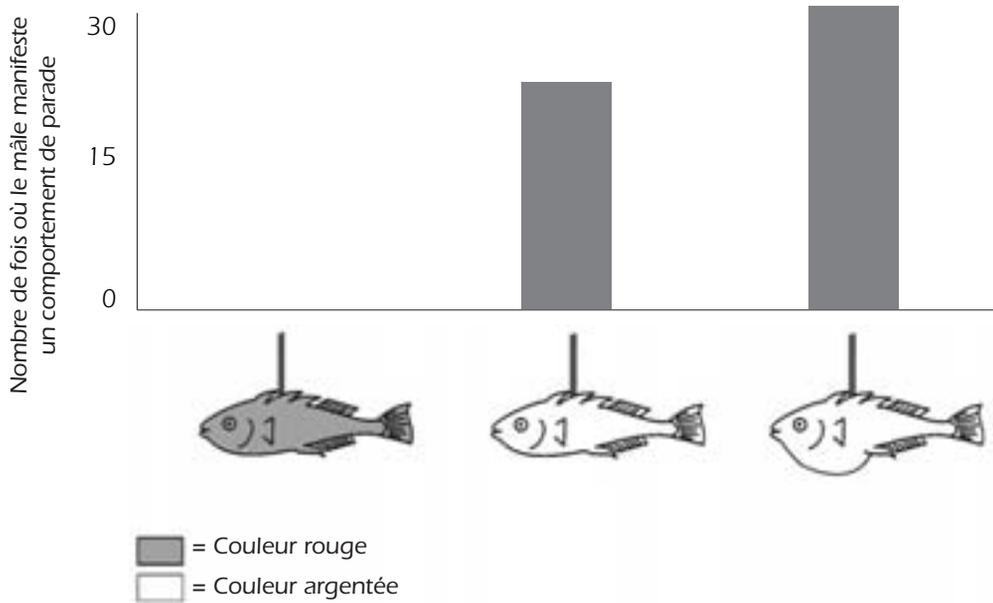
L'essai de terrain a montré que cet item présentait un bon indice de discrimination, mais qu'il était difficile dans l'ensemble : quelque 25 % des élèves ont obtenu un crédit. L'unité n'a pas été retenue en vue de la campagne de test définitive parce qu'elle a été jugée moins pertinente par rapport à la vie quotidienne des jeunes de 15 ans que d'autres unités susceptibles d'être incluses dans la batterie de test définitive et qu'elle représentait une lourde charge de lecture.

**Question n° 5.2**

Pendant la période de reproduction, si l'épinoche mâle aperçoit une femelle, il essaie de l'attirer par un comportement de parade qui ressemble à une petite danse. Ce comportement de parade fait l'objet d'une deuxième expérience.

L'élève utilise à nouveau trois figurines de cire fixées à du fil de fer. Une d'elles est de couleur rouge ; les deux autres sont de couleur argentée, l'une avec un ventre plat et l'autre avec un ventre arrondi. L'élève compte le nombre de fois (sur une durée déterminée) où l'épinoche mâle réagit à chaque figurine en manifestant un comportement de parade.

Les résultats de cette expérience sont présentés ci-dessous.



Trois élèves tirent chacun une conclusion fondée sur les résultats de cette deuxième expérience.

Est-ce que leurs conclusions sont correctes selon les informations fournies par le graphique ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des conclusions suivantes.

Est-ce que cette conclusion est correcte selon les informations fournies par le graphique ?	Oui ou Non ?
La couleur rouge déclenche un comportement de parade chez l'épinoche mâle.	Oui / Non
Une épinoche femelle au ventre plat déclenchera le plus de réactions chez l'épinoche mâle.	Oui / Non
L'épinoche mâle réagira plus souvent à une femelle au ventre arrondi qu'à une femelle au ventre plat.	Oui / Non



Codage et commentaires relatifs à la question n° 5.2

Crédit complet

Code 1 : Les trois réponses sont correctes. Dans l'ordre : Non, Non, Oui.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Explications scientifiques (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Les élèves doivent expliquer la signification inhérente des données fournies dans le graphique pour les interpréter ; ils n'ont pas besoin d'informations externes. C'est la raison pour laquelle cet item se classe dans la catégorie des connaissances à propos de la science « Explications scientifiques ».

L'essai de terrain a montré que cet item était relativement facile et qu'il présentait un très bon indice de discrimination. Les élèves de sexe féminin sont plus susceptibles d'y répondre correctement.

Question n° 5.3

Des expériences ont montré que les épinoches mâles réagissent par un comportement agressif en présence de figurines au ventre rouge, et par un comportement de parade en présence de figurines au ventre argenté.

Lors d'une troisième expérience, on a utilisé successivement les quatre figurines suivantes :

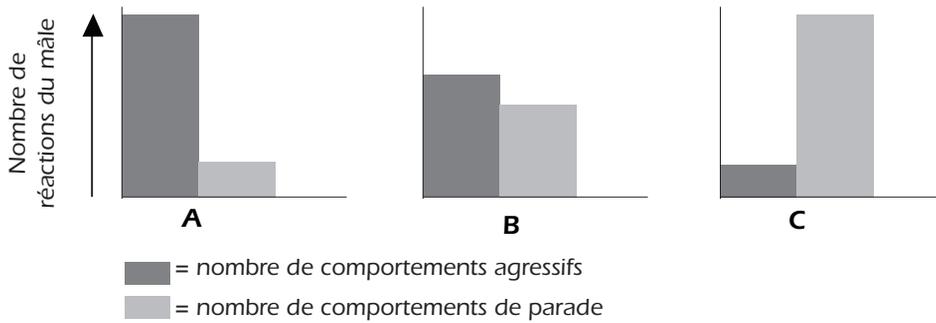


 = Couleur rouge
 = Couleur argentée



Les trois graphiques ci-dessous montrent les réactions possibles d'un mâle à chacune des figurines ci-dessus.

Pour chacune des quatre figurines, laquelle de ces réactions prévoyez-vous ?



Inscrivez A, B ou C comme résultat pour chacune des figurines.

	Réaction
Figurine 1	
Figurine 2	
Figurine 3	
Figurine 4	

Codage et commentaires relatifs à la question n° 5.3

Crédit complet

Code 2 : Les quatre résultats sont corrects. Dans l'ordre : C, A, C, B.

Crédit partiel

Code 1 : Trois résultats corrects sur quatre.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse fermée construite

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Explications scientifiques (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Cet item n'a pas bien fonctionné lors de l'essai de terrain. Il présente un indice peu élevé de discrimination. Un tiers seulement des élèves ont obtenu un crédit complet ou partiel. Malheureusement, on ne dispose pas d'informations permettant d'identifier la ou les parties les plus difficiles. Les élèves de sexe féminin sont plus susceptibles de répondre correctement à cet item que les élèves de sexe masculin.

UNITÉ DE SCIENCES N° 6

LE TABAGISME

On fume le tabac sous forme de cigarettes, de cigares ou dans des pipes. Des recherches scientifiques démontrent que les maladies liées au tabagisme tuent chaque jour près de 13 500 personnes dans le monde. On prévoit que, vers 2020, les maladies liées au tabagisme seront responsables de 12 % des décès à l'échelle mondiale.

La fumée du tabac contient beaucoup de substances toxiques. Les substances les plus nocives sont le goudron, la nicotine et le monoxyde de carbone.

Question n° 6.1

La fumée du tabac est inhalée dans les poumons. Le goudron présent dans la fumée se dépose dans les poumons et les empêche de fonctionner correctement.

Parmi les fonctions suivantes, laquelle est assurée par les poumons ?

- A. Pomper le sang oxygéné vers toutes les parties de notre corps.
- B. Transférer dans le sang l'oxygène de l'air que nous inspirons.
- C. Purifier notre sang en réduisant à zéro sa concentration en dioxyde de carbone.
- D. Convertir des molécules de dioxyde de carbone en molécules d'oxygène.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 6.1

Crédit complet

Code 1 : B. Transférer dans le sang l'oxygène de l'air que nous inspirons.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Santé

Contexte : Personnel

Les représentants des pays participants ont vivement recommandé l'inclusion de cette unité dans la batterie de test définitive. Cet item ne traite pas directement du tabagisme, mais du fonctionnement des poumons. Il se classe dans la catégorie des connaissances en sciences « Systèmes vivants », car les élèves doivent s'appuyer sur leurs connaissances concernant le fonctionnement des poumons pour pouvoir y répondre correctement.

L'essai de terrain a montré que cet item était relativement facile, qu'il présentait un bon indice de discrimination et que les élèves de sexe masculin étaient plus susceptibles d'y répondre correctement que les élèves de sexe féminin.

**Question n° 6.2**

Fumer du tabac augmente le risque de développer le cancer du poumon et d'autres maladies.

Est-ce que fumer du tabac augmente aussi le risque de développer les maladies suivantes ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des maladies.

Est-ce que fumer du tabac augmente le risque de contracter cette maladie ?	Oui / Non
La bronchite	Oui / Non
Le VIH/SIDA	Oui / Non
La varicelle	Oui / Non

Codage et commentaires relatifs à la question n° 6.2**Crédit complet**

Code 1 : Les trois réponses sont correctes. Dans l'ordre : Oui, Non, Non.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Santé

Contexte : Personnel

Cet item respecte l'exigence de la pertinence pour les jeunes de 15 ans. Les élèves doivent savoir que le VIH/SIDA et la varicelle sont des maladies virales et que la bronchite est une affection des voies respiratoires qui est donc susceptible d'être plus fréquente chez les fumeurs que chez les non-fumeurs.

Cet item n'a pas bien fonctionné lors de l'essai de terrain. Il s'est avéré relativement facile dans l'ensemble – quelque 70 % des élèves y ont répondu correctement –, mais d'une difficulté très variable entre les pays. Son indice de discrimination est très faible dans certains pays. Les élèves de sexe féminin sont plus susceptibles d'y répondre correctement que les élèves de sexe masculin.

**Question n° 6.3**

Certaines personnes utilisent des patchs de nicotine pour s'aider à arrêter de fumer. Collés à la peau, les patchs libèrent de la nicotine dans le sang. Cela atténue l'état de manque ainsi que les symptômes de sevrage lorsque les personnes ont arrêté de fumer.

Afin d'étudier l'efficacité des patchs de nicotine, un groupe de 100 fumeurs souhaitant arrêter de fumer est choisi au hasard. Le groupe doit être étudié pendant six mois. On mesurera l'efficacité des patchs de nicotine en déterminant combien de personnes du groupe n'auront pas recommencé à fumer à la fin de l'étude.

Parmi les plans d'expérience suivants, lequel est le meilleur ?

- A. Toutes les personnes du groupe portent des patchs.
- B. Tous portent des patchs sauf une personne qui essaie d'arrêter de fumer sans patch.
- C. Les personnes choisissent de porter ou non des patchs pour s'aider à arrêter de fumer.
- D. La moitié du groupe, choisie au hasard, porte des patchs et l'autre moitié n'en porte pas.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 6.3**Crédit complet**

Code 1 : D. La moitié du groupe, choisie au hasard, porte des patchs et l'autre moitié n'en porte pas.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétences : Identifier des questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : Démarche scientifique (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Santé

Contexte : Personnel / Social

On peut se demander si cet item porte sur la santé personnelle et s'inscrit dans un contexte « Personnel » ou s'il porte sur la santé publique et s'inscrit dans un contexte « Social ».

Pour répondre correctement à cet item, les élèves doivent bien comprendre la fonction du groupe témoin dans les recherches scientifiques. L'essai de terrain a montré que cet item était de difficulté moyenne, mais qu'il présentait un bon indice de discrimination. Il est apparu que le distracteur B était plus faible que les deux autres. Les élèves de sexe féminin sont plus susceptibles d'y répondre correctement que les élèves de sexe masculin.

**Question n° 6.4**

On utilise diverses méthodes pour inciter les gens à arrêter de fumer.

Les moyens suivants de lutte contre le tabagisme sont-ils fondés sur la technologie ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacun des moyens de lutte.

Cette méthode de lutte contre le tabagisme est-elle fondée sur la technologie ?	Oui ou Non ?
Augmenter le prix des cigarettes.	Oui / Non
Produire des patchs de nicotine pour aider les gens à se déshabituer des cigarettes.	Oui / Non
Interdire de fumer dans les lieux publics.	Oui / Non

Codage et commentaires relatifs à la question n° 6.4**Crédit complet**

Code 1 : Les trois réponses sont correctes: Dans l'ordre : Non, Oui, Non.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétences : Identifier des questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes technologiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Santé

Contexte : Social

Cet item est conçu pour évaluer dans quelle mesure les élèves comprennent l'objet de la technologie. Les options de réponse décrivent une approche économique, technologique/chimique et législative de lutte contre le tabagisme. Le cadre d'évaluation classe les connaissances sur les applications technologiques de la science dans la catégorie des connaissances en sciences « Systèmes technologiques ».

L'item a bien fonctionné lors de l'essai de terrain. L'analyse des résultats a montré qu'il était de difficulté moyenne et qu'il présentait un bon indice de discrimination.

**Question n° 6.5**

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

Ne cochez qu'une case par rangée.

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
a) Savoir comment le goudron présent dans le tabac diminue l'efficacité des poumons.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Comprendre pourquoi la nicotine crée un effet d'accoutumance.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Apprendre comment le corps récupère ses capacités lorsqu'on a arrêté de fumer.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Type d'item : Item d'attitude

Attitude : Intérêt

L'analyse factorielle exploratoire a dégagé une saturation générale de la première proposition sur la dimension d'« intérêt pour la science », mais une saturation plus forte sur une dimension censée représenter l'intérêt pour la santé et la sécurité et les préoccupations en la matière. Il est apparu que les deux autres propositions n'étaient pas cohérentes d'un pays à l'autre. Cet item aurait donc été écarté, même si l'unité dans laquelle il s'inscrit avait été retenue en vue de la campagne de test définitive.



UNITÉ DE SCIENCES N° 7

LUMIÈRE DES ÉTOILES

Toshio aime regarder les étoiles. Cependant, il ne peut pas très bien les observer la nuit, car il habite dans une grande ville.

L'an dernier, Toshio est allé à la campagne et a escaladé une montagne, d'où il a pu observer un grand nombre d'étoiles qu'il ne pouvait pas apercevoir de la ville.



Question n° 7.1

Pourquoi peut-on observer beaucoup plus d'étoiles quand on est à la campagne que dans les villes, où vivent la plupart des gens ?

- A. La lune brille plus fort dans les villes et fait écran à la lumière de nombreuses étoiles.
- B. Il y a plus de poussières pour réfléchir la lumière dans l'air de la campagne que dans l'air de la ville.
- C. En ville, l'intensité de l'éclairage public rend de nombreuses étoiles difficiles à apercevoir.
- D. L'air est plus chaud en ville, à cause de la chaleur émise par les voitures, les machines et les habitations.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 7.1

Crédit complet

Code 1 : C. En ville, l'intensité de l'éclairage public rend de nombreuses étoiles difficiles à apercevoir.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

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

Champ d'application : Qualité de l'environnement

Contexte : Social

Cet item relève de la compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique » et se classe dans la catégorie « Systèmes de la Terre et de l'Univers », car les élèves doivent posséder des connaissances à propos l'effet de la lumière parasite sur la visibilité de la lumière des étoiles pour y répondre correctement.

Cet item a relativement bien fonctionné lors de l'essai de terrain. Il est apparu qu'il présentait un bon indice de discrimination et qu'il n'induisait guère de biais culturel ou entre les sexes. Quelque 65 % des élèves y ont répondu correctement.

Question n° 7.2

Pour observer les étoiles de faible intensité lumineuse, Toshio se sert d'une lunette astronomique équipée d'une lentille de grand diamètre.

Qu'est-ce qui fait qu'une lunette équipée d'une lentille de grand diamètre permet d'observer des étoiles de faible intensité lumineuse ?

- A. Plus la lentille est grande, plus on capte de lumière.
- B. Plus la lentille est grande, plus elle agrandit les objets.
- C. Des lentilles plus grandes permettent de voir une plus grande partie du ciel.
- D. Des lentilles plus grandes peuvent détecter les couleurs sombres dans les étoiles.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 7.2**Crédit complet**

Code 1 : A. Plus la lentille est grande, plus on capte de lumière.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes physiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Les représentants des pays ne se sont guère montrés favorables à l'inclusion de cet item dans la batterie de test définitive, par comparaison avec d'autres items utilisés lors de l'essai de terrain. L'essai de terrain a montré que cet item présentait un bon indice de discrimination et était de difficulté moyenne. On a constaté avec surprise que le distracteur D avait piégé de nombreux élèves : 45 % d'entre eux l'ont sélectionné, alors que 30 % seulement d'entre eux ont opté pour la bonne réponse. Les élèves de sexe masculin sont plus susceptibles de répondre correctement à cet item que les élèves de sexe féminin.

LES ULTRASONS

Dans de nombreux pays, on peut obtenir des images du fœtus (bébé qui se développe dans le ventre de sa mère) grâce aux techniques d'imagerie ultrason (échographie). On estime que les ultrasons ne présentent aucun risque, ni pour la mère ni pour le fœtus.



Le médecin tient une sonde et la déplace sur l'abdomen de la mère. Des ondes ultrasonores sont transmises dans l'abdomen, où elles sont réfléchies par la surface du fœtus. La sonde récupère ces ondes réfléchies et les renvoie à une machine qui peut produire une image.

Question n° 8.1

Pour former une image, la machine à ultrasons doit calculer la distance entre le fœtus et la sonde. Les ondes ultrasonores se déplacent à travers l'abdomen à une vitesse de 1 540 m/s. Quelle est la mesure que la machine doit effectuer pour pouvoir calculer la distance ?

Codage et commentaires relatifs à la question n° 8.1

Crédit complet

Code 1 : Elle doit mesurer le temps que met l'onde ultrason pour se déplacer de la sonde vers la surface du fœtus et être réfléchi.

- Le temps de déplacement de l'onde.
- Le temps.
- Le temps. Distance = vitesse/temps. [Bien que la formule soit incorrecte, l'élève a correctement identifié que le « temps » est la variable manquante.]
- Elle doit trouver quand l'ultrason rencontre le bébé.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

- La distance.

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes physiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Cette unité s'inscrit dans un contexte d'une grande pertinence dans la vie des individus en général et des femmes en particulier. Le premier item se différencie toutefois des deux autres dans la mesure où il porte sur des aspects scientifiques de la technologie, et non sur ses effets ou sa fonction. Les élèves de sexe masculin sont plus susceptibles d'y répondre que les élèves de sexe féminin.

Lors de l'essai de terrain, 20 % des élèves seulement ont répondu correctement à cet item qui a affiché un très bon indice de discrimination.

Question n° 8.2

On peut aussi obtenir une image du fœtus en utilisant des rayons X (radiographie). Toutefois, on conseille aux femmes d'éviter de passer des radiographies de l'abdomen pendant leur grossesse.

Pourquoi faut-il que les femmes évitent de passer des radiographies de l'abdomen pendant leur grossesse ?

Codage et commentaires relatifs à la question n° 8.2

Crédit complet

Code 1 : Les rayons X nuisent aux cellules du fœtus.

- Les rayons X endommagent le fœtus.
- Les rayons X peuvent provoquer une mutation dans le fœtus.
- Les rayons X peuvent provoquer une anomalie de naissance chez le fœtus.
- Car le fœtus risquerait d'être exposé à des radiations.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

- Les rayons X ne donnent pas une image nette du fœtus.
- Les rayons X émettent des radiations.
- L'enfant peut attraper le syndrome de Down.
- L'irradiation est dangereuse. [Réponse insuffisante. Le risque pour le fœtus (bébé) doit être mentionné de façon explicite.]
- À cause d'eux, il pourrait être plus difficile pour elle d'avoir un autre enfant. [Il s'agit d'une raison d'éviter une trop forte exposition aux rayons X en général.]

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Santé

Contexte : Personnel

L'essai de terrain a montré que cet item était relativement facile : 75 % environ des élèves y ont répondu correctement. Cet item présente un bon indice de discrimination et ne soulève pas de problème manifeste de variation entre pays. En toute logique, les élèves de sexe féminin sont plus susceptibles d'y répondre correctement que les élèves de sexe masculin.

**Question n° 8.3**

Est-ce que les échographies pratiquées sur les femmes enceintes peuvent fournir une réponse aux questions suivantes ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des questions.

Est-ce qu'une échographie peut répondre à cette question ?	Oui ou Non ?
Y a-t-il plus d'un bébé ?	Oui / Non
Quelle est la couleur des yeux du bébé ?	Oui / Non
Le bébé a-t-il une taille à peu près normale ?	Oui / Non

Codage et commentaires relatifs à la question n° 8.3**Crédit complet**

Code 1 : Les trois réponses sont correctes. Dans l'ordre : Oui, Non, Oui.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes physiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Santé

Contexte : Personnel

Cet item peut être considéré comme étant relativement facile : quelque 70 % des élèves y ont répondu correctement. Les élèves de sexe féminin sont nettement plus susceptibles d'y répondre correctement que les élèves de sexe masculin.

Cet item est classé dans la catégorie « Systèmes physiques ». En effet, les élèves doivent se baser sur leurs connaissances à propos de la nature des ultrasons et de ce qu'ils permettent de détecter. Toutefois, ils peuvent aussi trouver la bonne réponse si la technologie de l'imagerie ultrason leur est familière, ce qui rend l'item plus facile. C'est l'une des raisons pour laquelle il a été décidé de ne pas inclure cet item dans la batterie de test définitive.

Question n° 8.4

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

Ne cochez qu'une case par rangée.

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
a) Comprendre comment les ultrasons peuvent pénétrer dans le corps sans lui nuire.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₄
b) Apprendre quelles sont les différences entre rayons X et ultrasons.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₄
c) Connaître d'autres utilisations médicales des ultrasons.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₄



Type d'item : Item d'attitude

Attitude : Intérêt pour l'apprentissage à propos de la science

L'analyse factorielle exploratoire a dégagé une saturation significative des trois propositions sur la dimension d'« intérêt pour la science », mais une saturation plus forte sur une dimension censée représenter l'intérêt pour la santé et la sécurité et les préoccupations en la matière. Ce constat s'applique non seulement à la première proposition, mais aussi aux deux autres qui ne portent pourtant pas directement sur des questions de santé ou de sécurité, ce qui s'explique probablement par le fait que l'item s'inscrit dans un contexte fortement axé sur la santé.



UNITÉ DE SCIENCES N° 9

BRILLANT À LÈVRES

Le tableau ci-dessous contient deux recettes de produits de maquillage que l'on peut fabriquer soi-même. Le rouge à lèvres est plus ferme que le brillant à lèvres, qui est onctueux et crémeux.

Brillant à lèvres	Rouge à lèvres
<p>Ingrédients :</p> <p>5 g d'huile de ricin 0,2 g de cire d'abeille 0,2 g de cire de palmier 1 cuillère à café de colorant 1 goutte d'arôme alimentaire</p> <p>Préparation :</p> <p>Chauffez l'huile et les cires au bain-marie jusqu'à obtenir un mélange homogène. Ajoutez ensuite le colorant et l'arôme et mélangez.</p>	<p>Ingrédients :</p> <p>5 g d'huile de ricin 1 g de cire d'abeille 1 g de cire de palmier 1 cuillère à café de colorant 1 goutte d'arôme alimentaire</p> <p>Préparation :</p> <p>Chauffez l'huile et les cires au bain-marie jusqu'à obtenir un mélange homogène. Ajoutez ensuite le colorant et l'arôme et mélangez.</p>

Question n° 9.1

Lors de la fabrication du brillant à lèvres et du rouge à lèvres, l'huile et les cires sont mélangées. Le colorant et l'arôme sont ajoutés ensuite.

Le rouge à lèvres fabriqué selon cette recette est ferme, donc difficile à utiliser. Pour obtenir un rouge à lèvres plus onctueux, quelle modification feriez-vous dans la proportion des ingrédients ?

Codage et commentaires relatifs à la question n° 9.1

Crédit complet

Code 1 : Réponses indiquant qu'il faudrait moins de cire ET/OU plus d'huile.

- On pourrait utiliser un peu moins de cire d'abeille et de palmier.
- Ajouter plus d'huile de ricin.
- Ajouter 7 g d'huile.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses.

- Chauffer le mélange pendant plus longtemps, cela le rendra plus onctueux.
- En chauffant moins les huiles. [La question demande comment changer les proportions des ingrédients.]

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Explications scientifiques (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Cette unité sur les produits cosmétiques s'inscrit dans un contexte pertinent pour les élèves de cette tranche d'âge, même si elle est susceptible a priori d'intéresser davantage les élèves de sexe féminin que ceux de sexe masculin.

Pour répondre à cet item, les élèves peuvent comparer les quantités d'ingrédients des deux recettes et en déduire la raison pour laquelle une des recettes produit une substance plus onctueuse. C'est pourquoi cet item se classe dans la catégorie des connaissances à propos de la science « Explications scientifiques ». Toutefois, il est utile de connaître les propriétés des principaux ingrédients (l'huile et la cire) pour y répondre, ce qui pourrait justifier son classement dans la catégorie des connaissances en sciences « Systèmes physiques » et dans la catégorie de compétences « Expliquer des phénomènes de manière scientifique ».

Lors de l'essai de terrain, 65 % environ des élèves ont répondu correctement à cet item qui présente un bon indice de discrimination. Les élèves de sexe féminin sont nettement plus susceptibles d'y répondre correctement que les élèves de sexe masculin.

Question n° 9.2

Les huiles et les cires sont des substances qui se mélangent bien. L'eau ne se mélange pas à l'huile et les cires ne sont pas solubles dans l'eau.

Si une grande quantité d'eau se renversait dans le mélange pour rouge à lèvres pendant qu'il est en train de chauffer, que se passerait-il le plus vraisemblablement ?

- A. On obtiendrait un mélange plus crémeux et plus onctueux.
- B. Le mélange deviendrait plus ferme.
- C. Le mélange changerait à peine.
- D. De petites boules de mélange graisseux flotteraient sur l'eau.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 9.2

Crédit complet

Code 1 : D. De petites boules de mélange graisseux flotteraient sur l'eau.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Explications scientifiques (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Cet item est moins pertinent dans la vie de tous les jours que d'autres items de cette unité. Les élèves doivent se livrer à un raisonnement sur la base des informations contenues dans le stimulus pour sélectionner le phénomène correct parmi ceux proposés. C'est pourquoi l'item est classé dans la catégorie des connaissances à propos de la science « Explications scientifiques ».

Quelque 70 % des élèves ont répondu correctement à cet item. Les élèves de sexe féminin sont nettement plus susceptibles d'y répondre correctement que les élèves de sexe masculin, comme dans le cas de l'exemple n° 9.1 ci-dessus.

**Question n° 9.3**

Lorsque des substances appelées « émulsifiants » sont ajoutées, elles permettent aux huiles et aux cires de bien se mélanger à l'eau.

Pourquoi peut-on enlever le rouge à lèvres avec de l'eau et du savon ?

- A. L'eau contient un émulsifiant qui permet au savon et au rouge à lèvres de se mélanger.
- B. Le savon agit comme un émulsifiant et permet à l'eau et au rouge à lèvres de se mélanger.
- C. Les émulsifiants contenus dans le rouge à lèvres permettent au savon et à l'eau de se mélanger.
- D. Le savon et le rouge à lèvres se combinent pour former un émulsifiant qui se mélange à l'eau.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 9.3**Crédit complet**

Code 1 : B. Le savon agit comme un émulsifiant et permet à l'eau et au rouge à lèvres de se mélanger.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Explications scientifiques (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Contrairement à d'autres items de cette unité, aucune différence sensible de performance n'a été observée pour cet item entre les élèves de sexe féminin et masculin lors de l'essai de terrain. Comme dans l'item précédent, les élèves doivent se baser sur les informations fournies pour sélectionner l'explication correcte parmi les quatre proposées. C'est pourquoi cet item se classe dans la même catégorie de connaissances et de compétence.

L'essai de terrain a montré que cet item fonctionnait bien, qu'il présentait un bon indice de discrimination et qu'il était de difficulté moyenne.



UNITÉ DE SCIENCES N° 10

ÉVOLUTION

Aujourd'hui, la plupart des chevaux ont une silhouette élancée et peuvent courir vite.



Des scientifiques ont découvert des squelettes fossiles d'animaux qui ressemblent au cheval. Ils les considèrent comme les ancêtres du cheval actuel. Les scientifiques ont aussi pu déterminer la période à laquelle ces espèces fossiles ont vécu.

Le tableau ci-dessous donne des informations sur trois de ces fossiles et sur le cheval actuel.

NOM	HYRACOTHERIUM	MESOHIPPUS	MERYCHIPPUS	EQUUS (cheval actuel)
Période d'existence:	Il y a 55 to 50 millions d'années	Il y a 39 to 31 millions d'années	Il y a 19 to 11 millions d'années	D'il y a 2 millions d'années à aujourd'hui
Squelette de la patte (à la même échelle):				

Question n°10.1

Quelles sont les informations du tableau qui montrent que le cheval actuel a évolué, au cours du temps, à partir des trois fossiles qui y sont décrits ? Détaillez votre réponse.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 10.1

Crédit complet

Code 1 : Réponses faisant référence à une évolution progressive (à une progression dans le temps) de la structure du squelette de la jambe.

- Le squelette de la jambe est fort semblable mais a changé petit à petit.



- Les doigts/les orteils ont fusionné pendant la période allant d'il y a 55 à 2 millions d'années.
- Le nombre de doigts a diminué.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

- La jambe a changé. [Pas assez explicite.]
- Ils s'appellent Hippius.
- Des mutations génétiques ont provoqué les transformations [exact mais ne répond pas à la question].
- Les os de la jambe sont semblables. [Il est nécessaire de mentionner ou d'impliquer la notion de « changement progressif ».]

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite**Compétences** : Utiliser des faits scientifiques**Catégorie de connaissances** : Explications scientifiques (Connaissances à propos de la science)**Champ d'application** : Frontières de la science et de la technologie**Contexte** : Global

Cette unité fait appel à des connaissances qui ne sont peut-être pas très pertinentes dans la vie de tous les jours, certes, mais elle est porte sur l'un des thèmes majeurs de la science. Elle aurait d'ailleurs été incluse dans la batterie de test définitif si ses items avaient mieux fonctionné lors de l'essai de terrain.

Cet item demande aux élèves de procéder à l'analyse comparative des données fournies dans le tableau pour donner une explication scientifique. C'est pourquoi il se classe dans la catégorie des connaissances à propos de la science « Explications scientifiques ». La version proposée ici a été révisée à cause des problèmes de fiabilité du codage qui ont été observés lors de l'essai de terrain.

Question n° 10.2

Quelles recherches complémentaires les scientifiques peuvent-ils entreprendre pour déterminer comment le cheval a évolué au cours du temps ?

Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des recherches suivantes.

Est-ce que cette recherche aiderait à déterminer comment le cheval a évolué au cours du temps ?	Oui ou Non ?
Comparer le nombre de chevaux vivant aux différentes époques.	Oui / Non
Rechercher des squelettes d'ancêtres du cheval ayant vécu il y a 50 à 40 millions d'années.	Oui / Non

Codage et commentaires relatifs à la question n° 10.2**Crédit complet**

Code 1 : Les deux réponses sont correctes. Dans l'ordre : Non, Oui.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission



Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétences : Identifier des questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : Démarche scientifique (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Global

Cet item demande aux élèves d'identifier d'autres éléments qui aideraient à répondre à une question scientifique. Pour y répondre, les élèves doivent donc être familiarisés avec la notion d'évolution et de sélection naturelle (soit des connaissances en sciences). Toutefois, ils doivent avant tout déterminer si les recherches proposées sont réalisables. C'est pourquoi cet item se classe dans la catégorie des connaissances à propos de la science « Démarche scientifique ».

L'essai de terrain a montré que cet item fonctionnait bien, qu'il présentait un bon indice de discrimination et un degré moyen de difficulté et qu'il ne posait pas de problème de variation entre les pays ou entre les sexes.

Question n° 10.3

Parmi les affirmations suivantes, quelle est celle qui s'applique le mieux à la théorie scientifique de l'évolution ?

- A. On ne peut pas croire à cette théorie car il n'est pas possible de voir les espèces évoluer.
- B. La théorie de l'évolution est possible pour les animaux mais ne peut pas s'appliquer à l'être humain.
- C. L'évolution est une théorie scientifique qui se fonde actuellement sur de nombreuses observations.
- D. L'évolution est une théorie qui a été prouvée au moyen d'expériences scientifiques.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 10.3

Crédit complet

Code 1 : C. L'évolution est une théorie scientifique qui se fonde actuellement sur de nombreuses observations.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Global

Les résultats de l'essai de terrain ont permis d'épingler les problèmes soulevés par cet item. Presque autant d'élèves ont sélectionné le distracteur D que la réponse correcte (option C). De plus, il est apparu que la difficulté de l'item variait considérablement d'un pays à l'autre et que son indice de discrimination était très faible dans un certain nombre de pays. La formulation de l'option C a été légèrement modifiée depuis l'essai de terrain.

**Question n° 10.4**

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

Ne cochez qu'une case par rangée.

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
a) Savoir comment on s'y prend pour identifier des fossiles.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) En savoir plus sur la façon dont la théorie de l'évolution a été élaborée.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Mieux comprendre l'évolution du cheval actuel.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Type d'item : Item d'attitude

Attitude : Intérêt pour l'apprentissage à propos de la science

Cet item est conçu pour évaluer l'intérêt que les élèves portent à la science de l'évolution. Comme tous les items d'attitude, il se situe à la fin de l'unité pour laisser aux élèves le temps de se familiariser avec le contexte de l'unité avant d'être interrogés sur leurs opinions.

L'analyse factorielle exploratoire des résultats de l'essai de terrain a dégagé une saturation significative des trois propositions sur la dimension d'« intérêt » et des saturations négligeables sur les autres dimensions étudiées. Par comparaison avec les deux premières propositions, les élèves ont manifesté nettement moins d'intérêt à propos de l'objet de la dernière proposition.

UNITÉ DE SCIENCES N° 11

LA PÂTE À PAIN



Pour faire de la pâte à pain, un cuisinier mélange de la farine, de l'eau, du sel et de la levure. Une fois le mélange terminé, il dépose la pâte dans un récipient pour plusieurs heures afin que le processus de fermentation se produise. La fermentation provoque une réaction chimique dans la pâte : la levure (un champignon unicellulaire) transforme l'amidon et les sucres de la farine en dioxyde de carbone et en alcool.

Question n° 11.1

Lors de la fermentation, la pâte lève. Pourquoi ?

- A. La pâte lève parce qu'il y a production d'un alcool qui se transforme en gaz.
- B. La pâte lève parce que des champignons unicellulaires s'y reproduisent.
- C. La pâte lève parce que qu'il y a production d'un gaz, le dioxyde de carbone.
- D. La pâte lève parce que l'eau se transforme en vapeur lors de la fermentation.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 11.1

Crédit complet

Code 1 : C. La pâte lève parce que qu'il y a production d'un gaz, le dioxyde de carbone.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes physiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

L'essai de terrain a montré que cet item présentait un bon indice de discrimination et qu'il était de difficulté moyenne. Toutefois, dans certains pays, le niveau moyen de compétence des élèves qui ont choisi l'option A est proche du niveau de ceux qui ont opté pour la réponse correcte (option C).

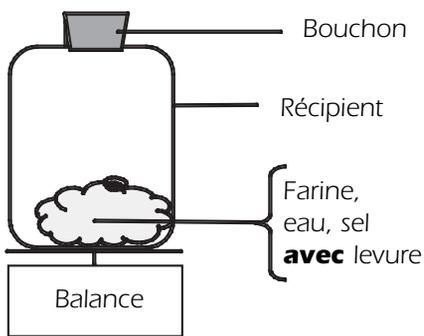


Question n° 11.2

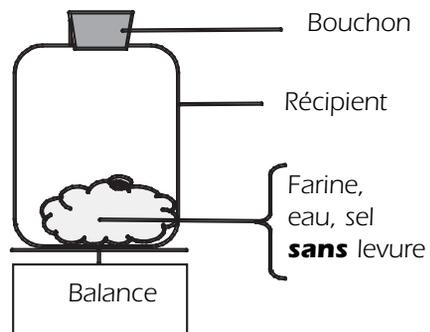
Quelques heures après avoir mélangé la pâte, le cuisinier la pèse et observe que sa masse a diminué.

La masse de la pâte est la même au début de chacune des quatre expériences présentées ci-dessous. Quelles sont les deux expériences que le cuisinier devrait comparer pour déterminer si c'est la levure qui est responsable de la perte de masse ?

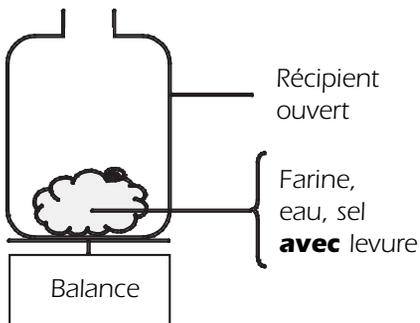
- A. Le cuisinier devrait comparer les expériences 1 et 2.
- B. Le cuisinier devrait comparer les expériences 1 et 3.
- C. Le cuisinier devrait comparer les expériences 2 et 4.
- D. Le cuisinier devrait comparer les expériences 3 et 4.



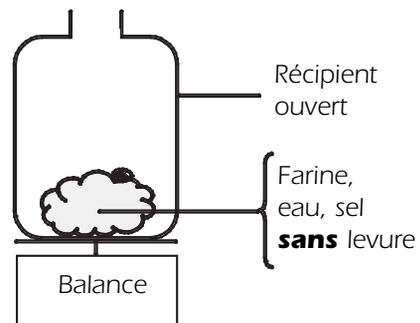
Expérience 1



Expérience 2



Expérience 3



Expérience 4

Codage et commentaires relatifs à la question n° 11.2

Crédit complet

Code 1 : D. Le cuisinier devrait comparer les expériences 3 et 4.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission



Type d'item : Item à choix multiple

Compétences : Identifier des questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : Démarche scientifique (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Pour sélectionner la réponse correcte, les élèves doivent identifier la variable à modifier (avec et sans levure) et les variables à contrôler (les autres ingrédients). Ils doivent également constater que le bouchon empêche le gaz de s'échapper dans deux simulations. C'est pourquoi cet item se classe dans la catégorie des connaissances à propos de la science « Démarche scientifique » et dans la catégorie de compétence « Identifier des questions d'ordre scientifique ».

Lors de l'essai de terrain, un quart seulement des élèves ont répondu correctement à cet item dont l'indice de discrimination est faible.

Question n° 11.3

Dans la pâte, la levure transforme l'amidon et les sucres de la farine par une réaction chimique, pendant laquelle se forment du dioxyde de carbone et de l'alcool.

D'où proviennent les atomes de carbone qui sont présents dans le dioxyde de carbone et dans l'alcool ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des explications suivantes.

Est-ce que cette explication sur la provenance des atomes de carbone est exacte ?	Oui ou Non?
Certains atomes de carbone proviennent du sucre.	Oui / Non
Certains atomes de carbone font partie des molécules de sel.	Oui / Non
Certains atomes de carbone proviennent de l'eau.	Oui / Non
Les atomes de carbone sont formés à partir d'autres éléments lors de la réaction chimique.	Oui / Non

Codage et commentaires relatifs à la question n° 11.3

Crédit complet

Code 1 : Les trois réponses sont correctes. Dans l'ordre : Oui, Non, Non.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes physiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Une des options (explication) a été supprimée de cet item depuis l'essai de terrain. L'option supprimée ne fonctionnait pas bien et affectait l'indice de discrimination de l'item. L'item reste assez difficile après révision, mais il présente un bon indice de discrimination.



Les élèves doivent se baser sur leurs connaissances concernant les atomes qui constituent le sucre, le sel et l'eau pour répondre correctement à cet item qui se classe dès lors dans la catégorie de connaissances en sciences « Systèmes physiques ».

Question n° 11.4

Quand la pâte à pain levée est placée dans le four pour être cuite, des poches de gaz et de vapeur se dilatent à l'intérieur de la pâte.

Pourquoi les gaz et les vapeurs se dilatent-ils quand ils sont chauffés ?

- A. Leurs molécules deviennent plus grosses.
- B. Leurs molécules bougent plus vite.
- C. Le nombre de leurs molécules augmente.
- D. Leurs molécules entrent en collision moins souvent.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 11.4**Crédit complet**

Code 1 : B. Leurs molécules bougent plus vite.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes physiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

Cet item est conçu pour déterminer dans quelle mesure les élèves comprennent le modèle de particules de la matière. Les distracteurs A et C, des idées fausses courantes, ont été sélectionnés respectivement par 25 et 20 % des élèves. Quelque 45 % des élèves ont répondu correctement à cet item.

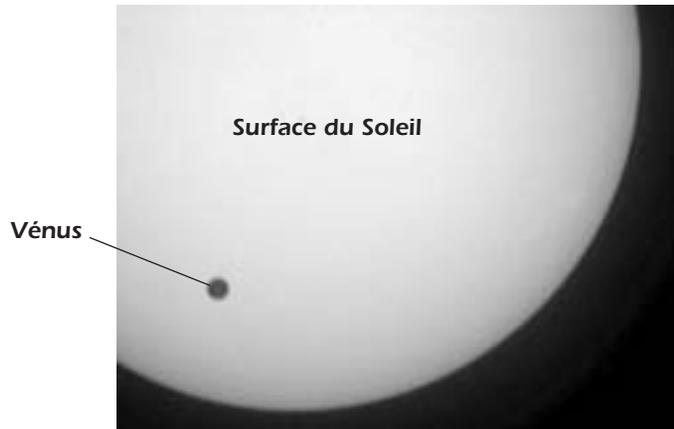
L'essai de terrain a montré que, dans l'ensemble, cet item présentait un bon indice de discrimination et était de difficulté moyenne. Toutefois, il s'est avéré que sa difficulté variait considérablement entre les pays, ce qui a donné lieu à une baisse de son degré de priorité en vue de son inclusion dans la batterie de test définitive.

UNITÉ DE SCIENCES N° 12

LE TRANSIT DE VÉNUS

Le 8 juin 2004, on a pu voir, depuis de nombreux endroits de la Terre, le passage de la planète Vénus devant le Soleil. Ce passage porte le nom de « transit » de Vénus et se produit quand l'orbite de Vénus amène cette planète entre le Soleil et la Terre. Le précédent transit de Vénus a eu lieu en 1882 et le prochain est prévu pour 2012.

Ci-dessous figure une photo du transit de Vénus en 2004. On a pointé un télescope vers le Soleil et projeté l'image sur une feuille de bristol blanche.



Question n° 12.1

Pourquoi a-t-on observé le transit en projetant l'image sur une feuille de bristol blanche, plutôt qu'en regardant directement dans le télescope ?

- A. La lumière du Soleil était trop vive pour que Vénus soit visible.
- B. Le Soleil est suffisamment grand pour être vu sans agrandissement.
- C. Regarder le Soleil à travers un télescope pourrait abîmer les yeux.
- D. Il était nécessaire de réduire l'image en la projetant sur une feuille.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 12.1

Crédit complet

Code 1 : C. Regarder le Soleil à travers un télescope pourrait abîmer les yeux.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Santé

Contexte : Personnel



Cette unité s'inscrit dans le contexte du système solaire, ce qui relève de toute évidence de la catégorie de connaissances « Systèmes de la Terre et de l'Univers ». Toutefois, cet item requiert que les élèves soient conscients du danger de la lumière très vive pour les yeux, c'est pourquoi il est classé dans la catégorie de connaissances en sciences « Systèmes vivants ».

La note d'évaluation attribuée à cette unité en vue de son inclusion dans la batterie de test définitive est faible, car elle a été jugée peu susceptible de garder son intérêt et sa pertinence au fil du temps. Par ailleurs, elle n'a globalement pas bien fonctionné lors de l'essai de terrain.

Cet item est de difficulté moyenne dans l'ensemble, et son indice de discrimination se situe dans la partie inférieure de la plage acceptable. Les élèves de sexe masculin sont plus susceptibles d'y répondre correctement que les élèves de sexe féminin. Dans certains pays, le niveau de compétence moyen des élèves qui ont sélectionné le distracteur A est proche du niveau de ceux qui ont choisi la réponse correcte (option C).

Question n° 12.2

Parmi les planètes suivantes, quelle est celle dont le transit devant le Soleil peut être observé depuis la Terre à certains moments ?

- A. Mercure.
- B. Mars.
- C. Jupiter.
- D. Saturne.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 12.2

Crédit complet

Code 1 : A. Mercure.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

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

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel / Global

C'est un dilemme que de classer cet item dans la catégorie ad hoc de contexte : il porte sur la structure de l'Univers, mais pas au sens global des frontières de la science et de la technologie. On peut le considérer également comme relevant davantage de la définition « comprendre le monde naturel » et, donc, le classer dans la catégorie des contextes d'ordre « Personnel » (comme les autres items de l'unité). La classification dans la catégorie de contextes et de champs d'application est souvent délicate. Signalons d'ailleurs qu'elle sert uniquement à garantir que les tests présentent un éventail de contextes appropriés.

Pour répondre correctement à cet item, les élèves doivent comprendre que l'on peut uniquement observer de la Terre les transits des planètes situées entre la Terre et le Soleil et ils doivent connaître le rayon orbital de la Terre par rapport aux autres planètes.

L'essai de terrain a montré que le degré de difficulté de l'item était élevé dans l'ensemble et qu'il variait sensiblement selon les pays. Les élèves de sexe masculin sont plus susceptibles d'y répondre correctement que les élèves de sexe féminin. Son indice de discrimination se situe dans la partie inférieure de la plage acceptable.

Question n° 12.3

Dans l'énoncé suivant, on a souligné plusieurs mots.

Les astronomes prévoient qu'un transit de Saturne devant le Soleil sera visible à partir de Neptune plus tard au cours de ce siècle.

Pour rechercher sur Internet ou dans une bibliothèque le moment où ce transit va se produire, quels seraient les trois mots les plus utiles, parmi les mots soulignés ?

Codage et commentaires relatifs à la question n° 12.3

Crédit complet

Code 1 : Réponses mentionnant uniquement « Transit/Saturne/Neptune ». Saturne/Neptune/Transit.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses, y compris celles qui comportent 4 mots
Transit/Saturne/Soleil/Neptune.
Astronomes/Transit/Saturne/Neptune/.

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse construite fermée

Compétences : Identifier des questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : Démarche scientifique (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Frontières de la science et de la technologie

Contexte : Personnel

« Identifier les mots clés permettant d'effectuer une recherche d'informations scientifiques » est une composante de la compétence « Identifier des questions d'ordre scientifique » telle qu'elle est définie dans le cadre d'évaluation.

Cet item a mal fonctionné lors de l'essai de terrain. Il s'est avéré difficile : 13 % seulement des élèves ont obtenu un crédit. Des problèmes d'équivalence se sont posés lors de la traduction de l'objet de la question dans certaines langues, ce qui peut avoir ajouté à la difficulté de l'item dans certains pays. Toutefois, dans les pays anglophones, la moyenne de réponses correctes est également de 13 %.



UNITÉ DE SCIENCES N° 13

UNE MENACE POUR LA SANTÉ ?

Imaginez que vous habitez à proximité d'une grande usine de produits chimiques qui fabrique des engrais pour l'agriculture. Ces dernières années, il y a eu plusieurs cas de troubles respiratoires chroniques chez les habitants de cette zone. Beaucoup d'entre eux pensent que ces symptômes sont provoqués par les fumées toxiques émises par l'usine d'engrais chimiques toute proche.

Une réunion publique a été organisée pour discuter des dangers potentiels de l'usine de produits chimiques pour la santé des habitants du lieu. Des scientifiques ont fait les déclarations suivantes :

Déclaration des scientifiques travaillant pour l'entreprise de produits chimiques

« Nous avons étudié la toxicité du sol dans cette zone. Nous n'avons trouvé aucune trace de produits chimiques toxiques dans les échantillons prélevés. »

Déclaration des scientifiques travaillant pour les citoyens de la communauté locale inquiets de cette situation.

« Nous avons relevé le nombre de cas de troubles respiratoires chroniques dans cette zone et nous l'avons comparé à celui relevé dans des zones éloignées de l'usine de produits chimiques. Le nombre de cas est plus élevé dans la zone proche de l'usine de produits chimiques. »

Question n° 13.1

Le propriétaire de l'usine de produits chimiques s'est servi de la déclaration faite par les scientifiques travaillant pour l'entreprise pour affirmer que « les émissions de fumées de leur usine ne constituent pas un risque pour la santé des habitants du lieu ».

Donnez une raison permettant de douter du fait que la déclaration des scientifiques travaillant pour l'entreprise confirme l'affirmation du propriétaire.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 13.1

Crédit complet

Code 1 : Donne une raison appropriée qui explique pourquoi on peut douter du fait que la déclaration des scientifiques confirme l'affirmation du propriétaire.

- La substance qui provoque les troubles respiratoires n'a peut-être pas été identifiée comme étant toxique.
- Les troubles respiratoires ne peuvent être provoqués que par la présence des produits chimiques dans l'air et pas par ceux du sol.
- Les substances toxiques peuvent se modifier/se décomposer avec le temps et se trouver à l'état non toxique dans le sol.
- On ne sait pas si les échantillons sont représentatifs de toute la zone.
- Parce que les scientifiques sont payés par l'entreprise.
- Les scientifiques ont peur de perdre leur travail.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Démarche scientifique (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Risques naturels et technologiques

Contexte : Social

Cette unité s'inscrit dans un contexte particulièrement pertinent dans la vie de tous les jours puisqu'elle porte sur la capacité des individus à porter des jugements concernant des problématiques sociales en toute connaissance de cause, après évaluation de faits scientifiques. Les deux items de cette unité font appel à la compétence « Utiliser des faits scientifiques ».

Les aspects scientifiques du premier item requièrent de porter un jugement sur la pertinence, l'adéquation et la crédibilité des données fournies, ce qui le classe dans la catégorie des connaissances à propos de la science « Démarche scientifique ».

Les données statistiques de tous les pays montrent que l'item a bien fonctionné dans l'ensemble. Cet item présente un bon indice de discrimination, n'accuse pas de biais entre les sexes et est de difficulté moyenne. Toutefois, il est apparu que son degré de difficulté variait sensiblement selon les pays. En plus de cette variation entre les pays, des experts et des représentants nationaux ont fait part de leur embarras à l'idée d'avoir à accepter des réponses mettant en cause l'intégrité de la recherche scientifique. C'est pourquoi l'inclusion de cet item dans la batterie de test définitive n'a pas été envisagée.

Question n° 13.2

Les scientifiques travaillant pour les citoyens inquiets ont comparé le nombre de personnes souffrant de troubles respiratoires chroniques aux alentours de l'usine de produits chimiques avec le nombre de cas observés dans une zone éloignée de l'usine.

Décrivez une différence possible entre les deux zones, qui laisserait penser que la comparaison n'est pas valable.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 13.2

Crédit complet

Code 1 : Le nombre d'habitants n'est peut-être pas le même dans les deux zones.

- Une des zones dispose peut-être de meilleurs services médicaux que l'autre.
- Il pourrait y avoir des pourcentages différents de personnes âgées dans les deux zones.
- Il pourrait y avoir d'autres facteurs de pollution de l'air dans l'autre zone.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

- Les différences entre les zones pourraient être considérables.

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétences : Identifier des questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : Démarche scientifique (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Risques naturels et technologiques

Contexte : Social

Cet item demande aux élèves d'identifier des variables qui n'ont pas été contrôlées et qui sont susceptibles d'influencer les résultats d'une mesure. Comme cet item porte essentiellement sur la conception d'une expérience, il se classe comme le précédent dans la catégorie des connaissances à propos de la science « Démarche scientifique ».



L'essai de terrain a montré que cet item présentait un bon indice de discrimination, mais qu'il était très difficile : 25 % seulement des élèves ont obtenu un crédit.

Question n° 13.3

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

Ne cochez qu'une case par rangée.

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
a) En savoir davantage sur la composition chimique des engrais agricoles.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₄
b) Comprendre ce qu'il advient des fumées toxiques émises dans l'atmosphère.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₄
c) En apprendre davantage sur les maladies respiratoires qui peuvent être provoquées par les émissions de produits chimiques.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₄

Type d'item : Item d'attitude

Attitude : Intérêt pour l'apprentissage à propos de la science

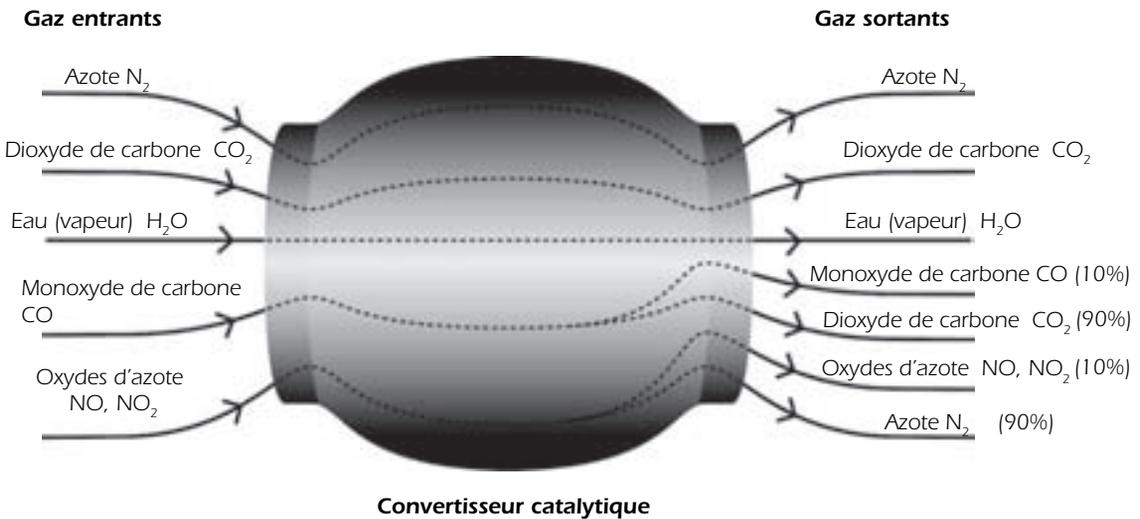
L'analyse factorielle exploratoire des résultats de l'essai de terrain a dégagé une saturation significative des trois propositions sur la dimension d'« intérêt pour la science ». Malgré une corrélation apparente établie avec la santé et la sécurité, les deux dernières propositions ne présentent pas de saturation manifeste sur la dimension censée représenter l'intérêt pour la santé et la sécurité et les préoccupations en la matière. Les élèves ont manifesté un intérêt modéré pour l'objet de ces deux propositions, mais très peu d'intérêt pour celui de la première proposition.

UNITÉ DE SCIENCES N° 14

CONVERTISSEUR CATALYTIQUE

La plupart des voitures modernes sont équipées d'un convertisseur catalytique (ou pot catalytique) qui rend les gaz d'échappement moins nocifs pour l'homme et l'environnement.

Environ 90 % des gaz nocifs sont convertis en gaz moins nocifs. Voici quelques-uns des gaz qui entrent dans le convertisseur et comment ils en sortent.



Question n° 14.1

En utilisant les informations fournies par le schéma ci-dessus, donnez un exemple de la façon dont le convertisseur catalytique rend les gaz d'échappement moins nocifs.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 14.1

Crédit complet

Code 1 : Réponses qui mentionnent la conversion du monoxyde de carbone, ou celle des oxydes d'azote en d'autres composés.

- Le monoxyde de carbone est transformé en dioxyde de carbone.
- Les oxydes d'azote sont transformés en azote.
- Il transforme les gaz nocifs en gaz moins nocifs, par exemple le CO en CO_2 (90%).
- Le monoxyde de carbone et les oxydes d'azote nocifs sont transformés en dioxyde de carbone et en azote moins nocifs.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

- Les gaz deviennent moins nocifs.
- Il purifie le monoxyde de carbone et les oxydes d'azote. [Pas assez précis.]

Code 9 : Omission



Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Systèmes physiques (Connaissances en sciences) / Explications scientifiques (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Qualité de l'environnement

Contexte : Social

La pollution atmosphérique générée par les gaz d'échappement des véhicules est une problématique pertinente dans la vie de tous les jours de la plupart des citoyens, plus ou moins pertinente toutefois selon qu'ils vivent en milieu urbain ou non. Contrairement aux prévisions, l'analyse des résultats de l'essai de terrain n'a pas permis d'identifier une différence favorable au sexe masculin dans les items de cette unité.

Pour répondre à cet item, les élèves doivent pouvoir distinguer les gaz d'échappement qui sont toxiques ou nocifs pour l'environnement de ceux qui ne le sont pas. C'est pourquoi cet item se classe dans la catégorie des connaissances en sciences « Systèmes physiques ». Toutefois, les informations fournies dans le schéma montrent que le monoxyde de carbone et les oxydes d'azote sont les seuls gaz dont la quantité peut être réduite par un convertisseur catalytique, ce qui peut amener les élèves à en déduire que les deux substances ou l'une ou l'autre doivent être les substances nocives. L'aspect scientifique de cette déduction consiste à interpréter un schéma qui s'inscrit dans un contexte scientifique, c'est pourquoi le premier item peut se classer dans la catégorie des connaissances à propos de la science « Explications scientifiques ».

Question n° 14.2

À l'intérieur du convertisseur catalytique, les gaz subissent des modifications. Expliquez ce qui se passe en termes d'atomes ET de molécules.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 14.2

Crédit complet

Code 2: Exprime l'idée essentielle que les atomes se réorganisent en formant des molécules différentes en se servant de ces deux mots à la fois.

- Les molécules se brisent et les atomes se recombinent pour former des molécules différentes.
- Les atomes se réarrangent et constituent des molécules différentes.

Crédit partiel

Code 1 : Exprime l'idée essentielle d'un réarrangement mais ne fait pas référence à la fois aux « atomes » et aux « molécules » OU n'établit pas de distinction suffisante entre le rôle des atomes et celui des molécules.

- Les atomes se réorganisent pour former des substances différentes.
- Les molécules se transforment en d'autres molécules.
- Les atomes et les molécules se combinent et se séparent pour créer des gaz moins nocifs. [L'élève ne distingue pas suffisamment les différents rôles des atomes et des molécules.]
- $2(\text{NO}_2) = \text{N}_2 + 2\text{O}_2$.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses, y compris celles qui se bornent à répéter l'information fournie par le stimulus

- Le dioxyde de carbone se transforme en monoxyde de carbone.
- Les molécules se décomposent en atomes plus petits. [Pas d'indication du fait que les atomes se réorganisent.]

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes physiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Qualité de l'environnement

Contexte : Social

Cet item évalue directement dans quelle mesure les élèves comprennent les phénomènes qui se produisent lors d'une réaction chimique et la nature des unités (atomes et molécules) en cause. C'est pourquoi il se classe dans la catégorie des connaissances en sciences « Systèmes physiques ».

Lors de l'essai de terrain, les élèves ont eu beaucoup de mal à obtenir un crédit pour cet item qui a valu un crédit complet à 15 % d'entre eux environ et un crédit partiel à une proportion similaire d'élèves.

Question n° 14.3

Examinez les gaz émis par le convertisseur catalytique. Citez un problème que les ingénieurs et les scientifiques travaillant sur le convertisseur catalytique devront essayer de résoudre afin de produire des gaz d'échappement encore moins nocifs.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 14.3

Crédit complet

Code 1 : Les réponses acceptables doivent faire référence à la réduction des émissions de gaz libérés dans l'atmosphère.

- Le monoxyde de carbone n'est pas entièrement transformé en dioxyde de carbone.
- Il n'y a pas assez d'oxydes d'azote convertis en azote.
- Augmenter le pourcentage de monoxyde de carbone converti en dioxyde de carbone et le pourcentage d'oxydes d'azote convertis en azote.
- On devrait retenir le dioxyde de carbone produit et ne pas le laisser s'échapper dans l'atmosphère.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

- Une conversion plus complète des gaz nocifs en gaz moins nocifs. [Au moins un des gaz d'échappement nocifs doit être identifié.]
- Ils doivent essayer de faire en sorte que moins de gaz s'échappent.
- Ils devraient trouver un moyen de réutiliser les gaz d'échappement nocifs.
- Ils devraient essayer de fabriquer un véhicule qui roule avec un autre combustible liquide.

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Systèmes physiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Qualité de l'environnement

Contexte : Social

Les connaissances et compétences auxquelles cet item fait appel sont similaires à celles évaluées dans le premier item de l'unité (exemple n° 14.1). Un des deux items aurait donc été supprimé si l'unité avait été incluse dans la batterie de test définitive.

**Question n° 14.4**

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

Ne cochez qu'une case par rangée.

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
a) Savoir quelles sont les différences entre les divers carburants pour voitures en termes de quantité de gaz toxiques émis.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Mieux comprendre ce qui se passe à l'intérieur d'un convertisseur catalytique.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) En apprendre davantage sur les véhicules qui n'émettent pas de gaz d'échappement toxiques.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Type d'item : Item d'attitude

Attitude : Intérêt pour l'apprentissage à propos de la science

L'analyse factorielle exploratoire des résultats de l'essai de terrain a dégagé une saturation significative des trois propositions sur la dimension d'« intérêt pour la science ». De plus, certains éléments suggèrent une saturation sur une dimension censée représenter l'intérêt pour la santé et la sécurité et les préoccupations en la matière. Les élèves ont manifesté nettement plus d'intérêt pour l'objet de la dernière proposition que pour celui des deux autres propositions.

UNITÉ DE SCIENCES N° 15

OPÉRATIONS SOUS ANESTHÉSIE

Les interventions chirurgicales sous anesthésie, pratiquées dans des salles d'opération spécialement équipées, sont indispensables pour traiter de nombreuses maladies.



Question n° 15.1

Lors des interventions chirurgicales, on anesthésie les patients pour leur éviter toute douleur. L'anesthésique est souvent administré sous forme de gaz, au moyen d'un masque facial qui recouvre le nez et la bouche.

Sur quels systèmes du corps humain agissent ces gaz anesthésiques ?

Entourez « Oui » ou « Non » pour chacun des systèmes suivants.

Est-ce que les gaz anesthésiques agissent sur ce système ?	Oui ou Non ?
Le système digestif	Oui / Non
Le système nerveux	Oui / Non
Le système respiratoire	Oui / Non

Codage et commentaires relatifs à la question n° 15.1

Crédit complet

Code 1 : Les trois réponses sont correctes. Dans l'ordre : Non, Oui, Oui.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission



Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Santé

Contexte : Personnel / Social

Il est courant que quelqu'un, que ce soit dans le milieu familial ou dans l'entourage, souffre d'une maladie qui nécessite une intervention chirurgicale. Cette unité respecte donc les critères de pertinence dans la vie quotidienne fixés dans le cadre d'évaluation. Elle se classe dans la catégorie de contextes d'ordre « Personnel » ou « Social » selon qu'elle est envisagée sous l'angle du patient ou de l'hôpital.

L'essai de terrain a montré que l'item présentait un indice peu élevé de discrimination, imputable essentiellement à l'indice très faible de la dernière option (« Le système respiratoire »).

Question n° 15.2

Expliquez pourquoi on stérilise les instruments chirurgicaux que l'on utilise dans les salles d'opération

Codage et commentaires relatifs à la question n° 15.2

Crédit complet

Code 21 : L'élève mentionne à la fois la nécessité de s'assurer qu'il n'y ait pas de bactéries sur les instruments ET le fait que les instruments pénètrent dans le corps du patient.

- Pour empêcher les bactéries d'aller dans le corps et d'infecter le patient.
- Pour empêcher que les microbes n'entrent dans le corps d'une autre personne qui doit subir une intervention chirurgicale lourde.

Crédit partiel

Code 12 : L'élève mentionne la nécessité de s'assurer qu'il n'y ait pas de bactéries, MAIS pas le fait que les instruments pénètrent dans le corps du patient.

- Pour tuer les microbes sur les instruments.

Code 11 : L'élève mentionne que cela empêche la propagation de maladies, MAIS pas que cela est dû au fait que toutes les bactéries qui étaient sur les instruments ont été détruites.

- Pour que le patient ne soit pas infecté.
- Pour empêcher toute transmission de maladies.

Pas de crédit

Code 01 : Autres réponses

- Pour les garder propres.
- Parce que les patients sont vulnérables pendant l'intervention chirurgicale.

Code 99 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Santé

Contexte : Social



L'essai de terrain a montré que cet item présentait un très bon indice de discrimination et qu'il était de difficulté moyenne. Les élèves de sexe féminin sont plus susceptibles d'y répondre correctement que les élèves de sexe masculin.

Les correcteurs ont souvent éprouvé des difficultés à faire la distinction entre les codes 11 et 12. Si l'item avait été retenu en vue de la campagne de test définitive, le codage à deux chiffres n'aurait pas été appliqué.

Question n° 15.3

Il arrive que les patients soient incapables de manger et de boire après une intervention chirurgicale et qu'ils doivent être mis sous perfusion (« goutte-à-goutte »). La perfusion contient de l'eau, des sucres et des sels minéraux, et on y ajoute parfois des antibiotiques et des tranquillisants.

Pourquoi les sucres que l'on ajoute à la perfusion sont-ils importants pour le patient pendant sa convalescence ?

- A. Pour éviter la déshydratation.
- B. Pour maîtriser les douleurs post-opératoires.
- C. Pour guérir les infections post-opératoires.
- D. Pour fournir l'alimentation indispensable.

Codage et commentaires relatifs à la question n° 15.3

Crédit complet

Code 1 : D. Pour fournir l'alimentation indispensable.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (Connaissances en sciences)

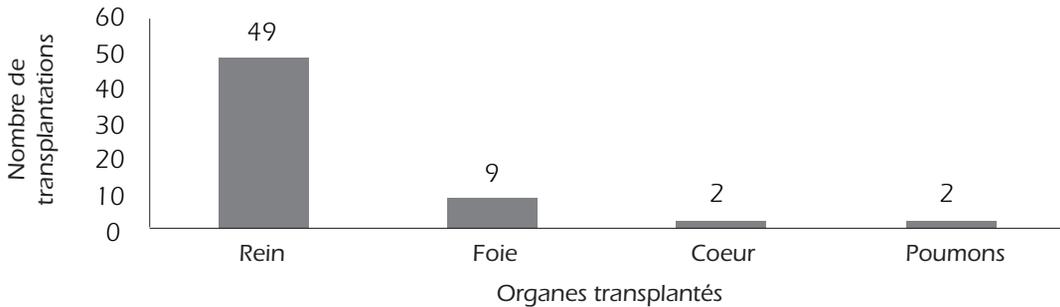
Champ d'application : Santé

Contexte : Personnel / Social

Les résultats de l'essai montrent que cet item est très facile et présente un bon indice de discrimination. Quelque 70 % des élèves y ont répondu correctement.

**Question n° 15.4**

Les transplantations d'organes sont des interventions chirurgicales lourdes qui deviennent de plus en plus courantes. Le graphique ci-dessous présente le nombre de transplantations réalisées dans un hôpital en 2003.



Peut-on tirer les conclusions suivantes à partir du graphique ci-dessus ?

Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des conclusions.

Peut-on tirer cette conclusion à partir du graphique ?	Oui ou Non ?
Si les poumons sont transplantés, le cœur doit être transplanté aussi.	Oui / Non
Les reins sont les organes les plus importants du corps humain.	Oui / Non
La plupart des patients qui ont subi une transplantation souffraient d'une maladie des reins.	Oui / Non

Codage et commentaires relatifs à la question n° 15.4**Crédit complet**

Code 1 : Les trois réponses sont correctes. Dans l'ordre : Non, Non, Oui.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple complexe

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Explications scientifiques (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Santé

Contexte : Social

Cet item évalue la capacité des élèves à interpréter des données scientifiques présentées sous forme graphique et à en tirer des conclusions correctes. Aucune information extérieure au stimulus n'est requise. C'est pourquoi cet item se classe dans la catégorie des connaissances à propos de la science « Explications scientifiques ».

L'essai de terrain a montré que cet item fonctionnait bien, qu'il présentait un bon indice de discrimination et qu'il était de difficulté moyenne.

**Question n° 15.5**

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

Ne cochez qu'une case par rangée.

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
a) Apprendre comment on stérilise les instruments chirurgicaux.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Savoir quels sont les différents types d'anesthésiques utilisés.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Comprendre comment on contrôle le degré de conscience du patient pendant une opération chirurgicale.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Type d'item : Item d'attitude

Attitude : Intérêt pour l'apprentissage à propos de la science

Cet item est conçu pour déterminer dans quelle mesure les élèves s'intéressent à certains aspects de la science de la chirurgie. Comme tous les items d'attitude, il se situe à la fin de l'unité pour laisser aux élèves le temps de se familiariser avec le contexte de l'unité avant d'être interrogés sur leurs opinions.

L'analyse factorielle exploratoire des résultats de l'essai de terrain a dégagé une saturation significative des trois propositions sur la dimension d'« intérêt pour la science », mais une saturation plus forte sur une autre dimension censée représenter l'intérêt pour la santé et la sécurité et les préoccupations en la matière. L'intérêt des élèves varie selon les propositions. C'est pour l'objet de la dernière proposition que les élèves ont manifesté le plus d'intérêt et pour celui de la première proposition qu'ils en ont manifesté le moins.



UNITÉ DE SCIENCES N° 16

ÉNERGIE ÉOLIENNE

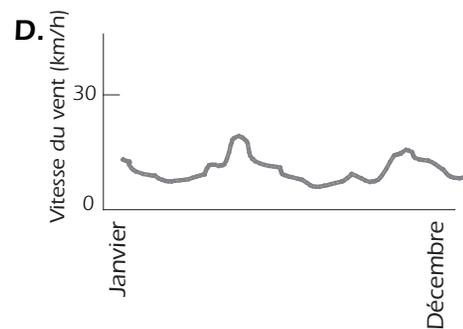
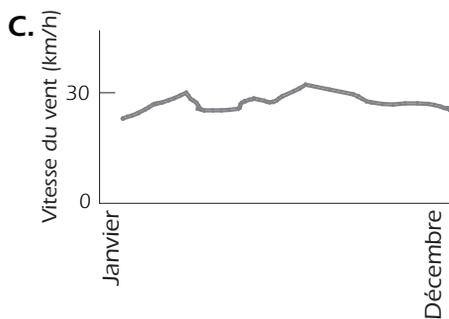
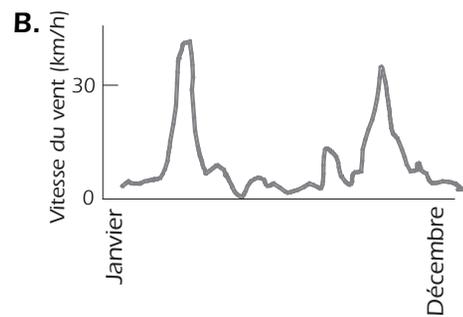
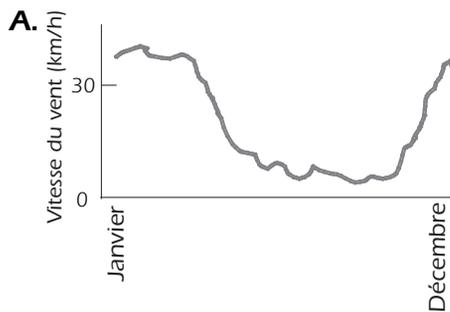
Beaucoup de gens considèrent que l'énergie éolienne est une source d'énergie électrique pouvant remplacer les centrales thermiques au pétrole ou au charbon. Les dispositifs présentés sur la photo sont des éoliennes équipées de pales que le vent fait tourner. Cette rotation permet à l'alternateur situé dans l'éolienne de produire de l'électricité.



Centrale éolienne

Question n° 16.1

Les graphiques ci-dessous représentent la vitesse moyenne du vent à quatre endroits différents au cours d'une année. Quel est l'endroit qui conviendrait le mieux à l'installation d'éoliennes ?



Codage et commentaires relatifs à la question n° 16.1

Crédit complet

Code 1 : C.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à choix multiple

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Systèmes technologiques (Connaissances en sciences) / Explications scientifiques (Connaissances à propos de la science)

Champ d'application : Ressources naturelles

Contexte : Social

Les craintes liées à l'utilisation d'énergies fossiles pour produire de l'électricité sont régulièrement à la une de l'actualité. D'autres sources d'énergie existantes ou potentielles ont un impact sur le mode de vie des individus et peuvent elles aussi provoquer des problèmes environnementaux. Les représentants nationaux ont jugé que cette unité devait être incluse en priorité dans la batterie de test définitive.

Pour répondre à cet item, les élèves doivent savoir non seulement que plus la vitesse du vent est forte, plus le volume d'électricité produit est important, mais aussi qu'une vitesse constante du vent présente des avantages. Ces connaissances suggèrent la classification de l'item dans la catégorie des connaissances en sciences « Systèmes technologiques ». Toutefois, les élèves doivent ensuite interpréter les données fournies sous forme graphique compte tenu de ces connaissances, ce qui suppose la classification de l'item dans la catégorie des connaissances à propos de la science « Explications scientifiques ».

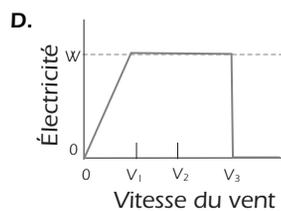
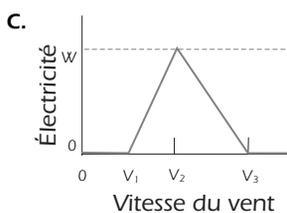
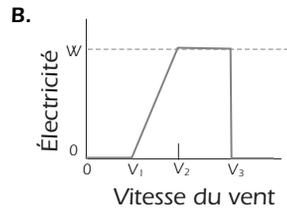
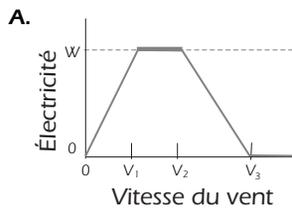
L'essai de terrain a montré que l'item était très facile : 75 % des élèves y ont répondu correctement. Le graphique de l'option C a été légèrement modifié depuis l'essai de terrain, ce qui pourrait accroître légèrement le degré de difficulté.

Question n° 16.2

Plus le vent souffle fort, plus les pales de l'éolienne tournent vite et plus la quantité d'électricité produite est importante. Cependant, en situation réelle, il n'y a pas de relation directe entre la vitesse du vent et l'électricité produite. Ci-dessous figurent quatre « conditions de fonctionnement » d'une centrale éolienne en situation réelle.

- Les pales commencent à tourner quand le vent atteint la vitesse V_1 .
- La production d'électricité est au maximum (W) quand le vent atteint la vitesse V_2 .
- Pour des raisons de sécurité, la rotation des pales ne s'accélère plus quand la vitesse du vent est supérieure à V_2 .
- Les pales s'arrêtent de tourner quand le vent atteint la vitesse V_3 .

Parmi les graphiques suivants, lequel représente le mieux la relation entre la vitesse du vent et l'électricité produite selon les conditions de fonctionnement décrites ?





Codage et commentaires relatifs à la question n° 16.2

Crédit complet

Code 1 : B.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission

Type d’item : Item à choix multiple

Compétences : Utiliser des faits scientifiques

Catégorie de connaissances : Explications scientifiques (Connaissances à propos de la science)

Champ d’application : Ressources naturelles

Contexte : Social

Les élèves doivent mettre en correspondance une série de conditions avec des données graphiques pour interpréter les graphiques qui leur sont soumis. Ces conditions sont davantage des données techniques que des données d’expérimentation. On n’a pas envisagé d’inclure cet item dans la batterie de test définitive, car on a estimé qu’il évaluait essentiellement la culture mathématique des élèves et que la phrase d’introduction de la question donnait des informations utiles pour répondre à la question précédente.

L’essai de terrain a montré que cet item était de difficulté moyenne et qu’il présentait un bon indice de discrimination. Toutefois, dans un certain nombre de pays, le niveau moyen de compétence des élèves qui ont sélectionné le distracteur C n’est pas nettement inférieur au niveau de ceux qui ont choisi la réponse correcte (option B).

Question n° 16.3

À une vitesse de vent identique, plus l’altitude est élevée, plus la rotation des pales est lente.

Parmi les raisons suivantes, laquelle explique le mieux pourquoi les pales des éoliennes tournent plus lentement dans les zones situées en altitude, alors que la vitesse du vent est la même ?

- A. L’air est moins dense quand on monte en altitude.
- B. La température baisse quand on monte en altitude.
- C. La pesanteur diminue quand on monte en altitude.
- D. Il pleut plus souvent quand on monte en altitude.

Codage et commentaires relatifs à l’exemple n° 16.3

Crédit complet

Code 1 : A. L’air est moins dense quand on monte en altitude.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

Code 9 : Omission



Type d'item : Item à choix multiple

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

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

Champ d'application : Ressources naturelles

Contexte : Social

Les représentants nationaux se sont déclarés très favorables à l'inclusion de cet item – et de tous les autres de l'unité – dans la batterie de test définitive. Toutefois, les résultats de l'essai de terrain ont permis d'épingler plusieurs problèmes justifiant son exclusion, notamment la variation de son degré de difficulté selon les pays et la faiblesse relative du distracteur D. Les élèves de sexe masculin sont plus susceptibles de répondre correctement à cet item que les élèves de sexe féminin.

Question n° 16.4

Décrivez un avantage spécifique et un inconvénient spécifique de la production d'énergie par des éoliennes, par rapport à la production d'énergie à partir de combustibles fossiles comme le charbon et le pétrole.

Un avantage

.....

Un inconvénient

.....

Codage et commentaires relatifs à la question n° 16.4

Crédit complet

Code 2 : La réponse mentionne un avantage et un inconvénient **spécifiques**.

Commentaire de codage : on peut envisager le coût de la production d'énergie par des éoliennes comme un avantage ou un inconvénient selon l'aspect pris en considération (par exemple le coût d'installation ou le coût de fonctionnement). C'est pourquoi la simple référence au « coût », sans autre explication, est insuffisante pour obtenir un crédit à titre d'avantage comme à titre d'inconvénient.

[Avantage]

- N'émet pas de dioxyde de carbone (CO₂).
- Ne consomme pas de combustibles fossiles.
- Le vent est une ressource inépuisable.
- Après l'installation de l'éolienne, le coût de la production d'électricité est faible.
- Ne produit pas de déchets et/ou n'émet pas de substances toxiques.
- Utilise des forces naturelles ou de l'énergie propre.
- Respecte l'environnement et durera très longtemps.

[Inconvénient]

- Il n'est pas possible de produire de l'électricité sur demande [Parce qu'on ne peut pas contrôler la vitesse du vent.]
- Les endroits qui conviennent pour les éoliennes sont peu nombreux.
- L'éolienne peut être endommagée par des vents trop violents.
- La quantité d'énergie produite par chaque éolienne est relativement faible.
- Il y a parfois de la pollution sonore.
- Il arrive que des oiseaux soient happés par les rotors et tués.



- Cela dénature les paysages. [Pollution visuelle.]
- L'installation coûte cher.

Crédit partiel

Code 1 : La réponse décrit soit un avantage correct, soit un désavantage correct (voir les exemples fournis pour le code 2), mais pas les deux.

Pas de crédit

Code 0 : La réponse ne décrit pas d'avantage ni d'inconvénient qui soient corrects

- C'est bon pour l'environnement ou la nature [Cette réponse ne fait que formuler une appréciation générale].
- Ce n'est pas bon pour l'environnement ou la nature.
- Construire une éolienne coûte moins cher que de construire une centrale qui utilise des combustibles fossiles. [Cette réponse ne prend pas en compte le nombre élevé d'éoliennes qu'il faudrait pour pouvoir produire la même quantité d'électricité qu'une centrale utilisant des combustibles fossiles]
- Cela ne coûterait pas aussi cher.

Code 9 : Omission

Type d'item : Item à réponse ouverte construite

Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique

Catégorie de connaissances : Systèmes technologiques (Connaissances en sciences)

Champ d'application : Ressources naturelles

Contexte : Social

Cet item est ouvert à un large éventail de réponses correctes ou partiellement correctes, ce qui explique les difficultés de codage rencontrées lors de l'essai de terrain. La plupart de ces difficultés portent sur des références au coût. Dans la version proposée ici, un commentaire a été ajouté aux consignes de codage de cet item pour en clarifier le mode.

Annexe **B**

GROUPES D'EXPERTS DU CYCLE PISA

**Groupe d'experts chargé des sciences (SEG)***Président**Rodger Bybee**Biological Sciences Curriculum Study**Colorado Springs, États-Unis*

Ewa Bartnik

Université de Varsovie

Varsovie, Pologne

Peter Fensham

Université Monash

Queensland, Australie

Paulina Korsnakova

Département de l'évaluation de l'éducation

Bratislava, République slovaque

Robert Laurie

Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick

Nouveau-Brunswick, Canada

Svein Lie

Université d'Oslo

Blindern, Norvège

Pierre Malléus

Éducation nationale

Champigneulle, France

Michelina Mayer

Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema
dell'Istruzione

Rome, Italie

Robin Millar

Université de York

York, Royaume-Uni

Yasushi Ogura

Institut national de recherche sur la politique de
l'éducation

Tokyo, Japon

Manfred Prenzel

Université de Kiel

Kiel, Allemagne

Andrée Tiberghien

Université de Lyon

Sainte-Foy-lès-Lyon, France

Groupe d'experts chargé de la lecture (REG)*Président**John de Jong**Language Testing Services**Oranjestraat, Pays-Bas*

Irwin Kirsch

Educational Testing Service

Princeton, États-Unis

Marilyn Binkley

National Center for Educational Statistics

Washington, DC., États-Unis

Alan Davies

Université d'Édimbourg

Écosse, Royaume-Uni

Stan Jones

Statistique Canada

Nova Scotia, Canada

Dominique Lafontaine

Université de Liège

Liège, Belgique

Pirjo Linnakylä

Université de Jyväskylä

Jyväskylä, Finlande

Martine Rémond

IUFM de Créteil et Université Paris 8

Andresy, France



Groupe d'experts chargé des mathématiques (MEG)

Président

Jan de Lange

Université d'Utrecht

Utrecht, Pays-Bas

Werner Blum

Université de Kassel

Kassel, Allemagne

John Dossey

Université de l'État d'Illinois

Eureka, États-Unis

Zbigniew Marciniak

Université de Varsovie

Varsovie, Pologne

Mogens Niss

IMFUFA, Université de Roskilde

Roskilde, Danemark

Yoshinori Shimizu

Université de Tsukuba

Tsukuba-shi, Ibaraki, Japon

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(98 2006 03 2 P) ISBN 92-64-02639-8 – n° 55284 2006

Compétences en sciences, lecture et mathématiques

LE CADRE D'ÉVALUATION DE PISA 2006

Dans quelle mesure les élèves sont-ils prêts à relever les défis de demain ? Sont-ils véritablement capables d'analyser des situations, de raisonner et de communiquer leurs idées ? Ont-ils les moyens de continuer à apprendre tout au long de leur vie ?

Ce sont quelques-unes des questions auxquelles le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) se propose d'apporter une réponse. PISA se fonde sur des enquêtes menées tous les trois ans (2000, 2003, 2006...) dans les principaux pays industrialisés auprès des jeunes de 15 ans dans le but d'analyser les compétences des élèves en lecture, en mathématiques et en sciences. La première enquête, conduite en 2000, a mis l'accent sur la lecture tandis que la seconde, en 2003, s'est intéressée aux mathématiques. Axée sur les sciences, PISA 2006 vient parachever le premier cycle complet de l'enquête.

Compétences en sciences, lecture et mathématiques : Le cadre d'évaluation de PISA 2006 expose le cadre conceptuel sur lequel se fondent les évaluations entreprises pour PISA 2006. Il comprend notamment un cadre révisé et étendu pour les compétences en sciences, un volet innovant portant sur l'évaluation des attitudes des élèves vis-à-vis des sciences, ainsi que les cadres d'évaluation des compétences en lecture et en mathématiques. Pour chaque domaine, le cadre définit les contenus que les élèves doivent avoir acquis, les processus qu'ils doivent savoir exécuter ainsi que les contextes dans lesquels les savoirs et savoir-faire doivent être appliqués. Les domaines et leurs aspects particuliers sont illustrés par des exemples de tâches.

POUR EN SAVOIR PLUS

Les premiers résultats de PISA 2003 ont été présentés dans les publications *Apprendre aujourd'hui, réussir demain : Premiers résultats de PISA 2003* (OCDE, 2004) et *Résoudre des problèmes, un atout pour réussir : Premières évaluations des compétences transdisciplinaires issues de PISA 2003* (OCDE, 2004).

Le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) de l'OCDE

PISA est le fruit d'un effort concerté entre 30 pays membres de l'OCDE et un peu moins de 30 pays partenaires. Ce processus met en synergie les compétences scientifiques des pays participants, il est dirigé par les gouvernements de ceux-ci et reflète leurs préoccupations communes. PISA vise à mesurer les résultats des élèves, il s'agit d'une initiative sans précédent, comme en attestent plusieurs de ses caractéristiques :

- *Le concept de « culture »* : PISA définit chaque domaine d'évaluation (la culture mathématique, la culture scientifique, la compréhension de l'écrit) non pas en termes d'assimilation du programme d'enseignement, mais en termes de connaissances et de compétences indispensables pour une pleine participation à la société.
- *L'engagement à long terme* : PISA permettra aux pays de suivre régulièrement leurs progrès sur la voie de l'accomplissement d'objectifs clés en matière d'enseignement.
- *La classe d'âge de la population évaluée* : PISA évalue les connaissances et les compétences des élèves de 15 ans, c'est-à-dire des jeunes qui approchent du terme de leur scolarité obligatoire. Cette approche permet de fournir des indications probantes sur les performances des systèmes d'enseignement.
- *La pertinence de l'apprentissage tout au long de la vie* : PISA ne se limite pas à évaluer les connaissances et les compétences des élèves, il demande également à ceux-ci de rendre compte de leur propre expérience : leur motivation à l'idée d'apprendre, l'image qu'ils ont d'eux-mêmes et les stratégies d'apprentissage qu'ils privilégient.

Le texte complet de cet ouvrage est disponible en ligne à l'adresse suivante :

<http://www.sourceocde.org/enseignement/926402641X>

Les utilisateurs ayant accès à tous les ouvrages en ligne de l'OCDE peuvent également y accéder via :

<http://www.sourceocde.org/926402641X>

SourceOCDE est une bibliothèque en ligne qui a reçu plusieurs récompenses. Elle contient les livres, périodiques et bases de données statistiques de l'OCDE. Pour plus d'informations sur ce service ou pour obtenir un accès temporaire gratuit, veuillez contacter votre bibliothécaire ou SourceOECD@oecd.org.



www.pisa.oecd.org

OCDE



ÉDITIONS OCDE

ISBN 92-64-02641-X
98 2006 03 2 P



9 789264 026414