



Unité d'**analyse des Systèmes et des Pratiques d'enseignement** (aSPe)  
*Dominique Lafontaine, Professeure*

FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION  
DÉPARTEMENT ÉDUCATION ET FORMATION

# PISA 2006

## **Evaluation de la culture scientifique des jeunes de 15 ans**

Document à l'attention des professeurs de sciences des  
1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> degrés de l'enseignement secondaire

**Valérie Quittre**  
**Ariane Baye**  
**Annick Fagnant**  
**Geneviève Hindryckx**  
Unité d'analyse des Systèmes et des  
Pratiques d'enseignement de l'Université de Liège



## **Remerciements**

Nous tenons ici à remercier tout particulièrement :

- Les élèves de 15 ans qui ont participé à PISA ;
- Les directions d'établissement, les coordinateurs scolaires et les enseignants qui nous ont accueillis ;
- Les inspecteurs et experts qui nous ont suivies tout au long du processus ;

... ainsi que tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont soutenues dans les différentes phases de l'enquête PISA 2006.



# SOMMAIRE

---

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>I. PRÉSENTATION DU PROGRAMME PISA.....</b>	<b>3</b>
I.1. LE DISPOSITIF D'ÉVALUATION.....	3
I.2. LE PUBLIC CIBLE .....	3
I.3. LE DOMAINE MAJEUR EN 2006 : LA CULTURE SCIENTIFIQUE .....	4
I.4. LES COMPÉTENCES EN SCIENCES .....	6
<b>II. LES RÉSULTATS COGNITIFS.....</b>	<b>9</b>
II.1. LA PERFORMANCE DES ÉLÈVES PAR COMPÉTENCE SCIENTIFIQUE .....	9
II.2. LA DISPERSION DES RÉSULTATS EN COMMUNAUTÉ FRANÇAISE .....	11
<b>III. ANALYSE ET ILLUSTRATION DES TROIS ÉCHELLES DE COMPÉTENCE SCIENTIFIQUE 17</b>	
III.1. IDENTIFIER DES QUESTIONS D'ORDRE SCIENTIFIQUE .....	19
III.2. EXPLIQUER DES PHÉNOMÈNES DE MANIÈRE SCIENTIFIQUE .....	23
III.3. UTILISER DES FAITS SCIENTIFIQUES .....	29
<b>IV. LES ATTITUDES ENVERS LES SCIENCES.....</b>	<b>35</b>
IV.1. LA PERCEPTION DE SES COMPÉTENCES EN SCIENCES .....	35
IV.2. L'INTÉRÊT DES ÉLÈVES POUR LES SCIENCES .....	36
IV.3. ÉTUDES ET CARRIÈRES SCIENTIFIQUES .....	38
IV.4. LA SENSIBILISATION AUX PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX .....	39
IV.5. LA PERCEPTION DES ÉLÈVES CONCERNANT LEUR COURS DE SCIENCES.....	40
IV.6. L'ORGANISATION PAR L'ÉCOLE D'ACTIVITÉS DE PROMOTION DES SCIENCES .....	42
<b>V. TIRER PARTI DE PISA PAR L'EXPLOITATION DE QUESTIONS EN CLASSE.....</b>	<b>43</b>



## INTRODUCTION

---

Les élèves en fin de scolarité obligatoire maîtrisent-ils les compétences et connaissances indispensables pour évoluer dans la société actuelle, elle-même en constante évolution ? Sont-ils capables d'analyser, de raisonner, de prendre des décisions critiques, de transmettre correctement leurs idées ? Recourent-ils à des stratégies efficaces dans le cadre de leurs apprentissages ? Sont-ils prêts à se former au-delà de la scolarité ?... Bref, les élèves sont-ils bien préparés à relever les défis que l'avenir leur réserve ? C'est à ces questions que cherche à répondre le programme PISA.

Le présent document s'adresse aux **enseignants de sciences des quatre premières années du secondaire**. Il vise à présenter l'évaluation de 2006 en sciences ainsi que quelques résultats des jeunes de 15 ans de la Communauté française, dont la majorité fréquente le deuxième degré de l'enseignement secondaire général, technique, artistique ou professionnel. D'autres documents, davantage centrés sur les comparaisons des performances entre les différents pays peuvent être consultés sur le site :

<http://www.enseignement.be/@librairie/documents/EVAL/INTER/PISA2006/index.asp>.

Le document est composé de cinq chapitres :

Le premier chapitre décrit tout d'abord les caractéristiques générales du programme PISA. Il présente de manière détaillée le **cadre d'évaluation de la « culture scientifique »** et précise les trois grandes compétences évaluées ainsi que les connaissances impliquées.

Le deuxième chapitre expose les **résultats** obtenus en Communauté française de Belgique. Les résultats moyens des élèves sont d'abord donnés pour chacune des compétences définies dans PISA et pour l'échelle combinée en sciences. Des niveaux de performances sont ensuite présentés et illustrés : on peut voir comment les élèves se répartissent sur une échelle correspondant à une culture scientifique plus ou moins développée. Cette analyse met davantage en évidence ce que les élèves savent faire.

Le troisième chapitre offre une approche détaillée des différentes compétences scientifiques évaluées dans PISA et tente de les mettre en relation avec les *Socles de compétences* (1999) et les *Compétences terminales. Sciences de base* (2001) ; **des questions sont données en exemple et analysées**. Les performances moyennes des élèves sont tout d'abord présentées selon la filière d'enseignement pour permettre un examen plus fin des différentes forces et faiblesses des élèves dans chacune des compétences.

Les **attitudes des élèves à l'égard des sciences** sont décrites dans le quatrième chapitre. Elles sont présentées suivant quatre dimensions : la perception que les élèves ont de leurs compétences en sciences, l'intérêt et le plaisir qu'ils portent aux sciences, leur projet d'étude et professionnel en lien ou non avec les sciences et enfin, leur sens des responsabilités vis-à-vis des problèmes environnementaux. Une dernière partie est consacrée à la façon dont les cours de sciences sont « vécus » par les élèves ou organisés dans les écoles.

Enfin, le dernier chapitre propose une réflexion pour aider les enseignants à **tirer parti d'une telle épreuve** dans le cadre de leurs cours de sciences. Une banque de questions est fournie en vue de nourrir les apprentissages en classe.





## I. PRÉSENTATION DU PROGRAMME PISA

Le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) a pour objectif d'évaluer dans quelle mesure les jeunes ont acquis certaines connaissances et compétences essentielles pour participer pleinement à la vie en société. Organisée pour la première fois en 2000 pour et par les pays de l'Ocdé, l'enquête PISA est devenue au fil du temps un instrument d'évaluation important dans de nombreuses régions du monde.

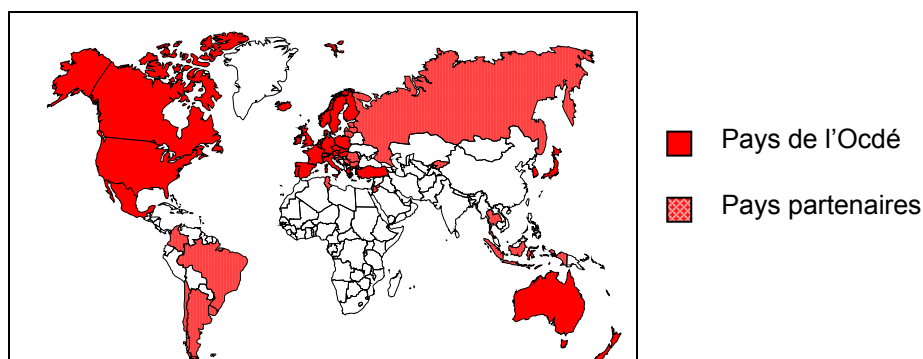


Figure 1.1. Les pays ayant participé à l'enquête PISA 2006

En 2006, 57 pays ont participé à l'évaluation – 30 pays de l'Ocdé et 27 pays partenaires – contre 41 en 2003 et 32 en 2000. En 2009, 68 pays prendront part à l'évaluation.

Cette enquête se distingue des études internationales antérieures par son caractère cyclique, mais aussi par la population cible et le contenu des épreuves centrées sur l'exploitation des connaissances acquises.

### I.1. LE DISPOSITIF D'ÉVALUATION

L'enquête PISA n'est pas une évaluation internationale ponctuelle, il s'agit d'un programme continu d'évaluation de la lecture, des mathématiques et des sciences. Chaque cycle d'évaluation met l'accent sur un domaine particulier, en lui consacrant environ deux tiers du temps d'évaluation.

2000	2003	2006	2009	...
<b>Lecture</b>	<b>Math</b>	<b>Sciences</b>	<b>Lecture</b>	...
<i>Math</i> <i>Sciences</i>	<i>Sciences</i> <i>Lecture</i>	<i>Lecture</i> <i>Math</i>	<i>Math</i> <i>Sciences</i>	...

La nature cyclique des collectes de données vise à mesurer l'évolution des niveaux de compétences ainsi que l'évolution d'autres indicateurs importants, comme par exemple le rapport entre les performances et les variables socioéconomiques et culturelles.

### I.2. LE PUBLIC CIBLE

Contrairement à d'autres études qui évaluent les jeunes d'un niveau scolaire déterminé, PISA s'intéresse aux élèves d'un âge donné, 15 ans, c'est-à-dire les jeunes nés en 1990 pour l'évaluation du printemps 2006. Cette option découle de l'objectif de PISA d'évaluer la préparation des jeunes à entrer dans la vie adulte et non d'évaluer les acquis scolaires. Or, cet âge correspond à la fin de la scolarité obligatoire à temps plein ou à temps partiel dans la majorité des pays de l'Ocdé.

Tous les élèves de 15 ans sont susceptibles d'être touchés par l'enquête, quelle que soit l'année d'études ou la forme d'enseignement fréquentée<sup>1</sup>. Dans chaque pays, un échantillon de 4 000 à 10 000 élèves est évalué. Pour la Communauté française de Belgique, l'échantillon 2006 est constitué de 2 890 élèves issus de 97 établissements. La procédure d'échantillonnage permet la représentativité des réseaux, des types et des formes d'enseignement.

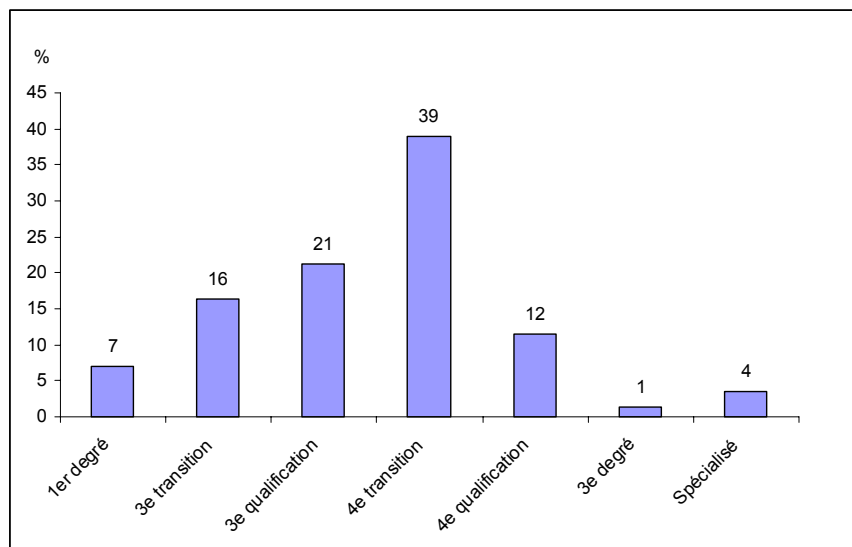


Figure 1.2. Répartition des élèves de l'échantillon PISA 2006 par année et filière d'enseignement en Communauté française

L'échantillon des élèves de l'enquête 2006, représentatif des élèves de 15 ans de l'ensemble de la Communauté française, est composé de 51% d'élèves dits « à l'heure » : 39 % en 4<sup>e</sup> année de **transition** c'est-à-dire en 4<sup>e</sup> année générale, technique ou artistique de transition et 12% en 4<sup>e</sup> année de **qualification** c'est-à-dire une 4<sup>e</sup> année technique de qualification ou une 4<sup>e</sup> année professionnelle. Trente-sept pourcent des élèves de l'échantillon sont en retard d'une année et 7 % de deux voire trois années.

### I.3. LE DOMAINE MAJEUR EN 2006 : LA CULTURE SCIENTIFIQUE

PISA se place dans une perspective « citoyenne » de l'évaluation, c'est pourquoi le terme « culture scientifique » a été préféré à « sciences ». Cette terminologie spécifique souligne, d'une part, que dans le cycle PISA 2006, l'évaluation des sciences se centre sur la mobilisation de connaissances scientifiques dans des situations tirées de la vie courante et non sur la simple restitution des acquis scolaires traditionnels, et, d'autre part, que pour être « scientifiquement cultivé », il ne suffit pas de maîtriser des contenus scientifiques, mais qu'il faut aussi pouvoir distinguer ce qui relève de la science de ce qui n'en relève pas, et identifier les éléments d'une démarche scientifique.

Bien que PISA ne s'inspire pas directement des curriculums des pays participants, cette perspective rejoint les préoccupations de la Communauté française en termes de culture scientifique : « *La vie quotidienne dans la société du 21<sup>e</sup> siècle est à ce point influencée par les sciences et les techniques que tout citoyen, quel que soit son niveau social, doit pouvoir accéder à des savoirs scientifiques actualisés et être capable de raisonnements adéquats.* » *Compétences terminales et savoirs requis en sciences. Humanités générales et technologies* (2001, p 6).

<sup>1</sup> Dans l'enseignement spécialisé, seuls les jeunes de 15 ans dont les programmes visent l'intégration dans un milieu normal de vie et de travail sont susceptibles de participer à l'évaluation.

Dans l'enquête PISA, la culture scientifique est définie suivant 4 facettes :

#### Culture scientifique - PISA 2006

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 des **sciences** en tant que **forme** de recherche et de **connaissance**.

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 aux sciences.

Pour opérationnaliser cette définition, les experts internationaux ont défini quatre composantes à prendre en compte dans la composition de l'évaluation :

- ◆ les contextes ;
- ◆ les compétences en sciences ;
- ◆ les connaissances en sciences et à propos de la science ;
- ◆ les attitudes envers les sciences.

Ainsi, chaque item place le jeune devant une situation de la vie courante à caractère scientifique nécessitant la mise en jeu d'un ensemble de compétences influencées par ses connaissances *en sciences* ou *à propos* de la science ainsi que par ses attitudes vis-à-vis de la science. Cette approche peut être schématisée de la manière suivante :

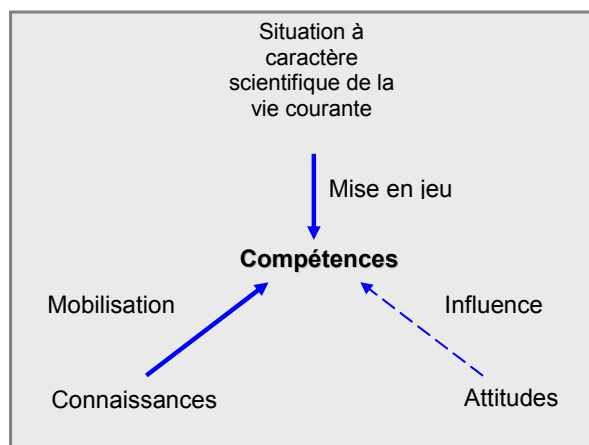


Figure 1.3. Les quatre composantes de l'évaluation de la culture scientifique - PISA 2006

La culture scientifique ainsi évaluée se présente sur un *continuum* allant d'un niveau où la culture scientifique est faiblement développée à celui où elle est plus largement développée. Il ne s'agit certainement pas de cataloguer les jeunes en catégories distinctes, les « scientifiquement cultivés » par opposition aux « incultes », mais d'identifier à quel niveau de culture scientifique peuvent être situés les jeunes de 15 ans dans différents pays.

Dans ce document, les résultats et les analyses seront centrés sur les compétences sans négliger les connaissances impliquées. Un chapitre indépendant sera consacré à l'examen des attitudes des élèves à l'égard des sciences.

#### I.4. LES COMPÉTENCES EN SCIENCES

Conformément à ce qu'implique la définition de la culture scientifique, trois types de compétences sont évalués dans les épreuves et font l'objet de trois sous-échelles distinctes.

- ◆ **Identifier des questions d'ordre scientifique** (évaluée dans 22 % des questions)
  - Reconnaître les questions auxquelles on peut apporter une réponse par une investigation scientifique.
  - Reconnaître les caractéristiques principales d'une démarche scientifique.

La mise en jeu de cette catégorie de compétences nécessite la mobilisation de **connaissances à propos de la science**.

**VÊTEMENTS**

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

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

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

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

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

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

**Question 1**  
Les affirmations de l'article citées ci-dessous peuvent-elles être vérifiées au moyen d'une analyse scientifique en laboratoire ?  
Répondez en entourant soit « Oui » soit « Non » pour chacune des affirmations.

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

- ◆ **Expliquer des phénomènes de manière scientifique** (évaluée dans 48 % des questions)
  - 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 prédictions qui sont appropriées.

Les **connaissances en sciences** à mobiliser relèvent des grandes disciplines scientifiques à savoir la biologie, la chimie, la physique, les sciences de la Terre et de l'Univers et la technologie. Elles sont choisies pour être pertinentes et utiles dans la vie des individus et représentent des concepts scientifiques fondamentaux en adéquation avec le niveau de développement des jeunes de 15 ans.

### EAU POTABLE

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

**Question 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.

.....

**Question 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 L'eau devient moins acide.  
 B Les bactéries présentes dans l'eau meurent.  
 C De l'oxygène s'ajoute à l'eau.  
 D Le gravier et le sable se déposent au fond.  
 E Les substances toxiques se décomposent.

**Question 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 ?

.....

- ◆ **Utiliser des faits scientifiques** (évaluée dans 30 % des questions)
  - Interpréter des données scientifiques, tirer et communiquer des conclusions.
  - Identifier les hypothèses, les éléments de preuve et les raisonnements qui sous-tendent des conclusions.
  - Réfléchir aux implications sociétales des progrès scientifiques et technologiques.

La mise en jeu de cette compétence requiert la mobilisation de **connaissances en sciences** ou de **connaissances à propos de la science**.

### 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 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.

**Question 2**  
 Le graphique ci-contre 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 Si on mange moins de 20 grammes de sucre par jour, on est certain de ne pas avoir de caries.  
 C Plus les gens mangent de sucre, plus ils ont de risques d'avoir des caries.  
 D Ces dernières années, le taux de caries a augmenté dans de nombreux pays.  
 E Ces dernières années, la consommation de sucre a augmenté dans de nombreux pays.

## Encadré 1. L'Assurance Qualité au sein de PISA

Mesurer et comparer les aptitudes et les performances d'élèves issus d'horizons géographiques, sociaux et culturels aussi diversifiés que ceux des pays participants à PISA représente une gageure. Le programme PISA vise à garantir la comparabilité des résultats entre pays, langues et cultures par l'application de procédures rigoureusement standardisées et par le contrôle strict de la qualité tout au long du processus. Quelques-unes de ces procédures sont ici esquissées.

### Construction de l'épreuve

- La **construction** de l'épreuve implique la collaboration d'un large panel d'experts issus de tous les pays participants.
- L'évaluation se fait au moyen d'unités de questions associées à un même contexte. Une situation est présentée par un texte court – éventuellement accompagné d'un tableau, d'un schéma, d'un graphique... – et est suivie d'une série de questions (de un à quatre items) portant sur la situation. Cette manière de procéder donne le temps à l'élève de se familiariser avec le contexte et permet d'évaluer plusieurs aspects de sa compétence face à des tâches qui reflètent la complexité de la vie réelle.
- Les items de l'évaluation portent chacun sur une des trois grandes compétences scientifiques et impliquent la mobilisation de connaissances en sciences ou à propos de la science. Leurs proportions respectives sont déterminées sur base de leur importance relative dans la définition de la culture scientifique.
- Les items se présentent sous divers formats : des questions à choix multiple qui requièrent un choix parmi plusieurs propositions, des questions à réponse brève souvent présentée sous forme numérique, des questions ouvertes à réponse construite où l'étudiant fournit une courte explication.
- La **traduction** des questions et les adaptations nationales sont réalisées par des spécialistes (traducteurs et spécialistes des contenus) pour s'assurer que les termes utilisés dans les questions sont bien ceux qui sont généralement employés dans le système scolaire du pays.
- Un **prétest** de grande ampleur est organisé dans chaque pays avant la mise en place de l'épreuve définitive ; ceci permet notamment de sélectionner les questions les plus pertinentes.
- La batterie finale du test en sciences comporte 36 unités de questions avec un total de 103 items. Ces unités sont réparties en 13 carnets « élève » différents, des unités identiques apparaissant dans plusieurs carnets, tantôt en début, tantôt en fin de carnet. Une série plus réduite d'items de lecture et/ou de mathématiques sont également présents dans certains carnets. Cette procédure assure la fiabilité des informations mesurées même si chaque élève ne reçoit qu'une partie des questions.

### Passation de l'épreuve

- Les épreuves sont administrées dans chacun des établissements de l'échantillon sous la direction d'un **Administrateur de test extérieur** formé par le centre national PISA.
- Dans chaque établissement, un échantillon aléatoire de 35 élèves nés en 1990 est constitué (ou tous les élèves nés en 1990 si l'établissement en compte un nombre inférieur ou égal à 35). Les élèves sélectionnés, issus de classes et sans doute d'années d'étude différentes, sont regroupés dans un local le temps de l'épreuve.
- Chaque élève dispose de deux heures pour compléter l'un des 13 carnets attribué de manière aléatoire.
- Après l'épreuve cognitive, les élèves consacrent une demi-heure à répondre à un questionnaire sur leur milieu familial, leur parcours scolaire, leurs attitudes envers l'apprentissage et l'école en général et envers les sciences en particulier...
- Les chefs d'établissement sont également invités à communiquer des informations sur leur établissement en répondant à un questionnaire d'une durée de 30 minutes. Ce questionnaire envisage de nombreux aspects de l'organisation de l'école : population, formes d'enseignement organisées, ressources humaines et matérielles, climat de l'école...

### Correction de l'épreuve

- Les questions à choix multiple et les questions à réponse brève sont directement encodées.
- Les questions à réponse construite, présentant un large éventail de réponses sont codées par des **correcteurs expérimentés** (en Communauté française, il s'agit de professeurs de sciences). Ceux-ci, préalablement **formés** et longuement entraînés, doivent utiliser une grille de correction qui peut faire appel, dans une certaine mesure, à leur jugement professionnel.
- Afin de s'assurer de la fiabilité de ces corrections, des **codages multiples** (codages successifs par plusieurs correcteurs) sont réalisés et des calculs de cohérence entre les différents correcteurs sont effectués.
- Enfin, une série de carnets fait l'objet d'une **vérification internationale**, c'est-à-dire qu'ils sont revus par un correcteur totalement indépendant du centre national.

## II. LES RÉSULTATS COGNITIFS

### II.1. LA PERFORMANCE DES ÉLÈVES PAR COMPÉTENCE SCIENTIFIQUE

Pour les trois échelles de compétence (*Identifier des faits scientifiques, Expliquer des phénomènes de manière scientifique, Utiliser des faits scientifiques*), les résultats sont exprimés en scores standardisés. Par convention, la moyenne des pays de l'Océanie sur l'échelle combinée est fixée à 500 et l'écart type à 100. Ces scores ne représentent ni des points ni des pourcentages de réussite, ils doivent être interprétés en référence au score moyen de l'Océanie et permettent de situer les pays les uns par rapport aux autres. Les scores moyens attribués à chaque pays n'ont qu'un intérêt limité dans la mesure où ils masquent complètement la diversité des résultats propres à chacun, comme notamment la dispersion des élèves sur chacune des échelles de compétences.

Identifier des questions d'ordre scientifique		Expliquer des phénomènes de manière scientifique		Utiliser des faits scientifiques		Culture scientifique globale	
Finlande	555 (2,3)	Finlande	566 (2,0)	Finlande	567 (2,3)	Finlande	563 (2,0)
Nv. Zélande	536 (2,9)	Canada	531 (2,1)	Japon	544 (4,2)	Canada	534 (2,0)
Australie	535 (2,3)	Rép. tchèque	527 (3,5)	Canada	542 (2,2)	Japon	531 (3,4)
Pays-Bas	533 (3,3)	Japon	527 (3,1)	Corée	538 (3,7)	Nv Zélande	530 (2,7)
Canada	532 (2,3)	<u>Com.flamande</u>	525 (3,3)	Nv. Zélande	537 (3,3)	<u>Com.flamande</u>	529 (3,2)
<u>Com.flamande</u>	529 (3,4)	Nv. Zélande	522 (2,8)	<u>Com.flamande</u>	534 (4,1)	Australie	527 (2,3)
Japon	522 (4,0)	Pays-Bas	522 (2,7)	Australie	531 (2,4)	Pays-Bas	525 (2,7)
Corée	519 (3,7)	Australie	520 (2,3)	Pays-Bas	526 (3,3)	Corée	522 (3,4)
Irlande	516 (3,3)	Allemagne	519 (3,7)	Suisse	519 (3,4)	<u>Com.germano.</u>	516 (2,9)
Suisse	515 (3,0)	Hongrie	518 (2,6)	<u>Com.germano.</u>	519 (2,9)	Allemagne	516 (3,8)
Royaume-Uni	514 (2,3)	Royaume-Uni	517 (2,3)	Allemagne	515 (4,6)	Royaume-Uni	515 (2,3)
<u>Com.germano.</u>	512 (2,7)	Autriche	516 (4,0)	Royaume-Uni	514 (2,5)	Rép. tchèque	513 (3,5)
Allemagne	510 (3,8)	<u>Com.germano.</u>	515 (2,9)	France	511 (3,9)	Suisse	512 (3,2)
Autriche	505 (3,7)	Corée	512 (3,3)	Irlande	506 (3,4)	Autriche	511 (3,9)
Rép. tchèque	500 (4,2)	Suède	510 (2,9)	Autriche	505 (4,7)	Irlande	508 (3,2)
France	499 (3,5)	Suisse	508 (3,3)	Rép. tchèque	501 (4,1)	Hongrie	504 (2,7)
<b>OCDE</b>	<b>499 (0,5)</b>	Pologne	506 (2,5)	<b>OCDE</b>	<b>499 (0,6)</b>	Suède	503 (2,4)
Suède	499 (2,6)	Irlande	505 (3,2)	Hongrie	497 (3,4)	<b>OCDE</b>	<b>500 (0,5)</b>
<b>Com.française</b>	<b>496 (4,6)</b>	Danemark	501 (3,3)	Suède	496 (2,6)	Pologne	498 (2,3)
Islande	494 (1,7)	Rép. slovaque	501 (2,7)	Pologne	494 (2,7)	Danemark	496 (3,1)
Danemark	493 (3,0)	<b>OCDE</b>	<b>500 (0,5)</b>	<b>Com.française</b>	<b>493 (4,9)</b>	France	495 (3,4)
États-Unis	492 (3,8)	Norvège	495 (3,0)	Luxembourg	492 (1,1)	Islande	491 (1,6)
Norvège	489 (3,1)	Espagne	490 (2,4)	Islande	491 (1,7)	États-Unis	489 (4,2)
Espagne	489 (2,4)	Islande	488 (1,5)	Danemark	489 (3,6)	Rép.slovaque	488 (2,6)
Portugal	486 (3,1)	États-Unis	486 (4,3)	États-Unis	489 (5,0)	Espagne	488 (2,6)
Pologne	483 (2,5)	Luxembourg	483 (1,1)	Espagne	485 (3,0)	Norvège	487 (3,1)
Luxembourg	483 (1,1)	France	481 (3,2)	Rép. slovaque	478 (3,3)	Luxembourg	486 (1,1)
Hongrie	483 (2,6)	Italie	480 (2,0)	Norvège	473 (3,6)	<b>Com.française</b>	<b>486 (4,3)</b>
Rép. slovaque	475 (3,2)	Grèce	476 (3,0)	Portugal	472 (3,6)	Italie	475 (2,0)
Italie	474 (2,2)	<b>Com.française</b>	<b>473 (4,3)</b>	Italie	467 (2,3)	Portugal	474 (3,0)
Grèce	469 (3,0)	Portugal	469 (2,9)	Grèce	465 (4,0)	Grèce	473 (3,2)
Turquie	427 (3,4)	Turquie	423 (4,1)	Turquie	417 (4,3)	Turquie	424 (3,8)
Mexique	421 (2,6)	Mexique	406 (2,7)	Mexique	402 (3,1)	Mexique	410 (2,7)

Tableau 2.1. Performances moyennes en culture scientifique parmi les pays de l'Océanie - PISA 2006<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Chaque fois que des données sont présentées dans ce document, l'erreur de mesure est indiquée entre parenthèses. En effet, comme dans tout sondage ou enquête à partir d'échantillons, les chiffres donnés ne sont pas des chiffres « absolus », ils sont assortis d'une marge d'erreur qu'il faut prendre en compte pour ne pas conclure à des différences là où il n'y en a pas. Ainsi, le score de la Communauté française sur la première échelle est de 496, avec une marge d'erreur de 4,6. Cette marge d'erreur signifie que le score de la Communauté française oscille en fait dans une fourchette qui va de [496 - (1,96\*4,6)] et [496 + (1,96\*4,6)], soit entre 487 et 505. L'erreur est multipliée par 1,96 qui est le facteur à appliquer lorsqu'on travaille avec un degré de certitude de 95 %.

Pour l'échelle « **Identifier des questions d'ordre scientifique** », la Communauté française obtient un résultat comparable à la moyenne Ocdé. En effet, les zones grisées déterminent l'ensemble des pays dont la moyenne n'est pas significativement différente de celle de la Communauté française (si l'on compare deux à deux les résultats du pays de référence et celui de la Communauté française). La Communauté germanophone et la Communauté flamande ont des moyennes significativement supérieures à celle de la Communauté française. La France, l'Allemagne et les États-Unis, par exemple, ne se différencient pas de la Communauté française, le Luxembourg est significativement moins performant pour cette compétence.

En ce qui concerne la deuxième échelle « **Expliquer des phénomènes de manière scientifique** », la situation de la Communauté française est moins favorable : dans l'ensemble, nos élèves éprouvent davantage de difficultés lorsqu'il s'agit de mobiliser leurs connaissances pour expliquer des phénomènes de manière scientifique. La Communauté française se situe sous la moyenne Ocdé avec des résultats comparables à ceux de la France, des États-Unis et du Luxembourg, par exemple. Les Communautés flamande et germanophone restent quant à elles dans le peloton de tête.

Enfin, lorsqu'il s'agit d' « **Utiliser des faits scientifiques** », la Communauté française ne se différencie pas de la moyenne de l'Ocdé. C'est également le cas du Luxembourg, de l'Espagne et des États-Unis, par exemple.

**Ainsi, en termes de résultats moyens, on peut conclure que :**

- **en moyenne, les élèves de la Communauté française peuvent faire la distinction entre ce qui relève de la science et ce qui n'en relève pas, reconnaître une démarche scientifique et utiliser des données scientifiques fournies ;**
- **les performances sont en moyenne faibles lorsqu'il s'agit de mobiliser des connaissances en sciences.**

Cette difficulté à mobiliser des connaissances scientifiques dans une démarche de résolution de problèmes est d'ailleurs corroborée par les élèves eux-mêmes, dans les questions relatives à leurs attitudes (voir chapitre IV).

<b>% élèves d'accord ou tout à fait d'accord</b>	<b>Communauté française</b>
Cela me plaît d'avoir à <b>résoudre des problèmes</b> en sciences	43 % <sup>(1,4)</sup>
Je prends plaisir à <b>acquérir de nouvelles connaissances</b> en sciences	72 % <sup>(1,2)</sup>

Tableau 2.2. Deux attitudes des élèves relatives au cours de sciences - PISA 2006

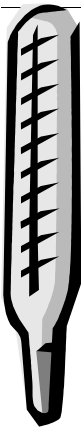


## Encadré 2. Engagement des élèves lors des épreuves PISA

Lors de la comparaison des performances des élèves entre les pays, il faut tenir compte de l'impact que peuvent avoir sur les résultats des épreuves les efforts que les élèves consentent pour y répondre. Pour estimer l'engagement des élèves au test, ceux-ci ont été invités à répondre à la question présentée ci-dessous.

Quel effort avez-vous investi pour répondre à ce test ?

Essayez de vous imaginer face à une situation de la vie réelle (à l'école ou dans un autre contexte) qui est très importante pour vous personnellement. Vous auriez envie de bien réussir, et pour cela, vous tenteriez de donner le meilleur de vous-même, en y consacrant le plus possible d'efforts.

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

Les résultats montrent que, aux dires des élèves, les **efforts fournis sont relativement uniformes d'un pays à l'autre** (pour les pays de l'Ocdé, 8 de moyenne sur la deuxième échelle et 9 de moyenne sur la troisième). Ce constat va à l'encontre de la critique selon laquelle les différences culturelles influencent l'engagement des élèves dans le test compromettant la validité des comparaisons internationales

## II.2. LA DISPERSION DES RÉSULTATS EN COMMUNAUTÉ FRANÇAISE


La dispersion des résultats est importante dans tous les pays de l'Ocdé, en Communauté française elle est particulièrement grande : la différence entre les 5 % d'élèves les plus forts et les 5 % les plus faibles est parmi les plus importantes des pays industrialisés (336 points sur l'échelle de la culture scientifique).

### L'échelle de compétence en culture scientifique

Pour étudier plus finement les performances des élèves, des **niveaux de compétence** ont été définis. Pour y parvenir, tous les items du test sont soumis à une analyse statistique (analyse de Rasch) qui permet de hiérarchiser les items sur une échelle en fonction de la proportion d'élèves qui y répondent correctement et d'exprimer ensuite, sur la même échelle, le degré de compétence de chaque élève. Une fois cette échelle constituée, elle est subdivisée en six niveaux.

**Aux niveaux les plus élémentaires de l'échelle (niveaux 1 et 2)**, les contextes des items sont relativement familiers et demandent peu d'interprétation de la situation. Il s'agit d'applications directes de connaissances et de compréhension de concepts scientifiques de base. Les questions sont présentées sous forme de QCM et ne nécessitent donc pas la construction de réponse.

## Illustration des niveaux de compétence

PLUIES ACIDES	
<p>La photo ci-dessous montre des statues appelées <i>cariatides</i>, qui ont été érigées sur l'Acropole d'Athènes il y a plus de 2 500 ans. Les statues sont sculptées dans du marbre (un type de roche). Le marbre est composé de carbonate de calcium.</p> 	<p>Niveaux</p> <p>6</p> <p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>
<p>En 1980, les statues originales, qui étaient rongées par les pluies acides, ont été transportées à l'intérieur du musée de l'Acropole et remplacées par des copies.</p>	
<p><b>Question 1</b></p> <p>Les pluies ordinaires sont légèrement acides parce qu'elles ont absorbé du dioxyde de carbone présent dans l'air. Les pluies acides sont plus acides que les pluies ordinaires parce qu'elles ont absorbé, en plus, d'autres gaz, comme les oxydes de soufre et les oxydes d'azote.</p> <p>D'où proviennent ces oxydes de soufre et oxydes d'azote présents dans l'air ?</p> <p>.....</p>	
<p>On peut simuler l'effet des pluies acides sur le marbre en plaçant des éclats de marbre dans du vinaigre pendant une nuit. Le vinaigre et les pluies acides ont à peu près le même niveau d'acidité. Lorsqu'on place un éclat de marbre dans du vinaigre, des bulles de gaz se forment. On peut déterminer la masse de l'éclat de marbre sec, avant et après l'expérience.</p>	
<p><b>Question 2</b></p> <p>Un éclat de marbre a une masse de 2,0 grammes avant d'être plongé dans du vinaigre pendant une nuit. Le lendemain, on retire et on sèche l'éclat. Quelle sera la masse de l'éclat de marbre séché?</p> <p>A Moins de 2,0 grammes. B Exactement 2,0 grammes. C Entre 2,0 et 2,4 grammes. D Plus de 2,4 grammes.</p>	
<p><b>Question 3</b></p> <p>Les élèves qui ont réalisé cette expérience ont également placé des éclats de marbre dans de l'eau pure (distillée) pendant une nuit.</p> <p>Expliquez pourquoi les élèves ont inclus cette étape dans leur expérience.</p> <p>.....</p>	

La question 2 relève d'un **niveau inférieur** (niveau 2) de l'échelle. Pour répondre correctement à la question l'élève doit être capable de faire le lien entre la situation réelle décrite dans le stimulus (« ... les statues originales ... en marbre ... sont rongées par les pluies acides ») et le modèle simple proposé (« ...des éclats de marbre dans du vinaigre.... des bulles de gaz se forment »). Il doit en outre savoir qu'une réaction chimique peut entraîner la formation de bulles de gaz. Ce sont ces informations qu'il devra utiliser pour choisir une conclusion parmi celles proposées.

La question 1 illustre le **niveau intermédiaire** de l'échelle de compétences. Les élèves doivent développer une courte explication montrant leur compréhension de l'incidence de certaines activités humaines sur la qualité de l'air. Plus précisément, il leur est demandé d'identifier les gaz d'échappement des voitures ou les émissions de gaz des usines ou encore la combustion des énergies fossiles comme causes de la présence dans l'air d'oxydes de soufre et d'azote. L'identification de l'activité volcanique comme cause de ce phénomène est également probante. Pour répondre à cette question, les élèves doivent donc se rappeler des faits pertinents, puis expliquer que les pluies acides sont dues à des gaz qui polluent l'atmosphère. Les réponses qui attribuent les gaz à une pollution non précisée sont acceptables également.

La question 3 constitue un item de **niveau élevé**. Pour obtenir le crédit complet les élèves doivent comprendre que la réaction ne se produit pas dans de l'eau et que le vinaigre est un réactif nécessaire. Les élèves doivent comprendre le rôle du contrôle des variables et le rôle du témoin dans une expérience scientifique.

Par exemple, l'élève est capable de :

#### *Niveau 1*

- Sélectionner parmi les sources d'informations proposées celles à utiliser pour se documenter à propos d'un thème scientifique donné.
- Identifier une dimension qui varie dans une expérience simple.
- Comparer la hauteur des barres dans un histogramme pour répondre à une question spécifique simple.
- ...

#### *Niveau 2*

- Sélectionner l'objectif le plus pertinent d'une expérience parmi ceux proposés.
- Identifier la variable contrôlée dans une étude scientifique.
- Comparer les deux colonnes d'un tableau de mesure et relever les différences.
- ...

**Aux niveaux intermédiaires (niveaux 3 et 4)**, les items exigent davantage d'interprétation de la part des élèves et cela dans des situations qui peuvent être peu familières. Il est souvent nécessaire de recourir à des explications issues de différentes disciplines scientifiques et de les relier à certains aspects de la vie réelle. Les items nécessitent parfois d'effectuer une série de raisonnements ou la synthèse de connaissances ; il peut aussi être demandé de fournir une explication simple.

Par exemple, l'élève est capable de :

#### *Niveau 3*

- Faire la distinction entre les facteurs de variation et les variables mesurées dans des études simples.
- Restituer plusieurs éléments pertinents et tangibles dans un contexte simple pour expliquer un phénomène.
- Localiser des données scientifiques dans un texte pour répondre à une question spécifique.
- ...

#### *Niveau 4*

- Déterminer le « témoin » à utiliser pour permettre de comparer des résultats expérimentaux
- Relier au moins deux éléments de connaissances permettant de fournir une explication
- Interpréter un tableau à deux variables et mettre en relation ces deux variables
- ...

**Aux niveaux élevés de l'échelle (niveaux 5 et 6)**, les questions font généralement intervenir plusieurs éléments qui nécessitent un degré élevé d'interprétation. Les situations sont peu familières aux élèves et requièrent réflexion et analyse. Les explications scientifiques à fournir demandent une argumentation construite.

Par exemple, l'élève est capable de :

#### *Niveau 5*

- Poser une question scientifique en rapport avec un problème donné.
- Résumer deux ou trois idées maîtresses dans un contexte scientifique pour expliquer ou prévoir un résultat.
- Déterminer si les données sont suffisantes pour juger de la validité des conclusions.
- ...

#### *Niveau 6*

- Identifier les composantes scientifiques de situations complexes de la vie réelle.
- Concevoir une investigation adéquate pour répondre à une question scientifique.
- Confronter plusieurs hypothèses concurrentes aux faits donnés.
- ...

En Communauté française, le score moyen de 486 sur l'échelle globale de culture scientifique correspond au niveau 2 de compétence. La dispersion des élèves sur l'échelle est présentée dans le tableau suivant :

	Communauté française		Moyenne Ocdé	
	Fréquence	Erreur	Fréquence	Erreur
Niveau 6	<b>1 %</b>	(0,2)	1 %	(0,9)
Niveau 5	<b>6 %</b>	(0,8)	8 %	(0,1)
Niveau 4	<b>19 %</b>	(1,0)	20 %	(0,2)
Niveau 3	<b>26 %</b>	(1,5)	27 %	(0,2)
Niveau 2	<b>24 %</b>	(1,6)	24 %	(0,2)
Niveau 1	<b>16 %</b>	(1,2)	14 %	(0,1)
Inférieur au niveau 1	<b>8 %</b>	(1,2)	5 %	(0,1)

Tableau 2.3. Répartition des élèves de la Communauté française et de l'Ocdé sur l'échelle de compétence en culture scientifique - PISA 2006

Le niveau 2 constitue un niveau **charnière** sous lequel les élèves risquent fort de ne pas pouvoir participer pleinement à la vie sociale et aux débats démocratiques faisant intervenir des questions d'ordre scientifique et technologique. **Sous ce niveau**, les élèves font preuve de compétences très limitées qu'ils peuvent seulement utiliser dans quelques situations familières. Au niveau international, 19 % des élèves se situent sous ce niveau charnière ; ils sont 24 % en Communauté française.

Globalement, on peut synthétiser les constats comme suit :

**La Communauté française parvient, à la hauteur des autres pays, à former une certaine élite, comme en témoigne le taux d'élèves aux niveaux supérieurs de l'échelle. Par contre, la faiblesse du système se situe dans la gestion des élèves en difficulté. Ils sont trop nombreux, plus que dans d'autres pays, à se situer aux niveaux inférieurs de l'échelle : un quart des élèves n'atteint pas les compétences jugées minimales pour se positionner clairement en tant que citoyen éclairé dans une société comme la nôtre.**

Mais qui sont ces élèves ? Quelles filières d'enseignement fréquentent-ils et quel est leur parcours scolaire en terme de redoublement ? C'est ce qui est développé au point suivant.

## Les différences en fonction du parcours scolaire

Comme nous l'avons déjà signalé précédemment, PISA teste les élèves de 15 ans, quelle que soit l'année ou la filière dans laquelle ils se situent. En Communauté française, les élèves « à l'heure » sont en quatrième année secondaire ; les élèves de 3<sup>e</sup> année sont donc en retard d'un an et ceux du premier degré de deux, voire trois ans.

	Toutes années et formes confondues	1 <sup>er</sup> degré 7 % des élèves de 15 ans	Qualification (TQ et P)		Transition (G et TT)	
			3 <sup>e</sup> année 21 % des élèves de 15 ans	4 <sup>e</sup> année 12 % des élèves de 15 ans	3 <sup>e</sup> année 16 % des élèves de 15 ans	4 <sup>e</sup> année 39 % des élèves de 15 ans
Niveau 6	1 % (0,2)	-	-	-	-	1 % (0,5)
Niveau 5	6 % (0,8)	-	-	-	2 % (0,9)	14 % (1,9)
Niveau 4	19 % (1,0)	1 % (0,7)	2 % (0,7)	9 % (1,8)	16 % (2,2)	36 % (2,0)
Niveau 3	26 % (1,5)	7 % (2,4)	14 % (2,3)	28 % (3,7)	36 % (3,7)	33 % (1,6)
Niveau 2	24 % (1,6)	22 % (4,7)	35 % (3,3)	33 % (4,4)	31 % (2,6)	13 % (1,5)
Niveau 1	16 % (1,2)	35 % (4,1)	33 % (3,7)	23 % (3,5)	13 % (2,1)	2 % (0,7)
Sous le niveau 1	8 % (1,2)	35 % (5,1)	17 % (2,6)	6 % (1,6)	2 % (0,8)	-

Tableau 2.4. Répartition des élèves de la Communauté française sur l'échelle de compétence en culture scientifique en fonction de l'année d'études et de la filière fréquentées - PISA 2006

Le tableau 2.4 dessine très nettement un escalier : 70 % des élèves du premier degré et 50 % des élèves de 3<sup>e</sup> année qualifiante (technique ou artistique de qualification et professionnelle) se situent sous le niveau 2 ; 50 % des élèves de 4<sup>e</sup> année qualifiante se répartissent sur les niveaux 1 et 2 ; en 3<sup>e</sup> année de transition (enseignement général et technique ou artistique de transition), 50 % des élèves sont aux niveaux 2 et 3, et les élèves « à l'heure » dans la filière de transition se situent majoritairement aux niveaux 3 et 4. Autrement dit, on note de fortes relations entre le niveau de compétence des élèves et la filière et l'année d'études fréquentées. C'est dans l'enseignement qualifiant que les résultats sont les plus préoccupants puisque de 30 % à 50 % d'élèves se trouvent sous le niveau 2 charnière. À l'inverse, les élèves de 4<sup>e</sup> année de transition présentent des résultats très appréciables puisque très peu d'élèves (2 %) se situent sous le niveau 2 et qu'ils sont 15 % à atteindre les niveaux 5 et 6.

Cette façon de présenter les résultats montre encore plus nettement que **notre système scolaire** parvient à former d'excellents élèves, mais qu'il **peine à gérer l'hétérogénéité de son public** et, singulièrement, à permettre à une certaine catégorie d'élèves d'atteindre des compétences d'un niveau jugé suffisant pour être des citoyens suffisamment éclairés.



### III. ANALYSE ET ILLUSTRATION DES TROIS ÉCHELLES DE COMPÉTENCE SCIENTIFIQUE

---

Par l'enquête PISA, l'Ocdé souligne la nécessité, pour chaque citoyen, d'acquérir une culture scientifique suffisante pour évoluer dans nos sociétés modernes. La Communauté française, au travers de ses référentiels d'enseignement, évoque également l'influence des sciences et des techniques et l'importance pour chacun de maîtriser les concepts scientifiques fondamentaux :

#### **Communauté française**

*« La vie quotidienne dans la société du 21<sup>e</sup> siècle est à ce point influencée par les sciences et les techniques que tout citoyen, quel que soit son niveau social, doit pouvoir accéder à des savoirs scientifiques actualisés et être capable de raisonnements adéquats »*

*Compétences terminales et savoirs requis en sciences. Humanités générales et technologiques (2001, p 6)*

*« Pour comprendre et se situer dans un univers technicoscientifique, les élèves doivent acquérir les savoir-faire et savoirs essentiels relatifs à [...] la capacité d'utiliser des modèles scientifiques et techniques pour aménager leur espace de vie et prévenir les accidents ; des éléments de formation scientifique, socio-économique et technologique de base permettant de participer aux débats de société sur la construction et les impacts des systèmes technologiques [...]. »*

*Compétences terminales et savoirs communs. Humanités professionnelles et techniques (2000, p 10)*

En outre, PISA 2006 décline cette culture scientifique en trois grandes compétences qui sont, nous l'avons vu, identifier des questions d'ordre scientifique, expliquer des phénomènes de manière scientifique et utiliser des faits scientifiques. Ces trois compétences peuvent être directement mises en relation avec les étapes à franchir pour résoudre un problème en sciences : analyser la situation et identifier la question scientifique sous-jacente, investiguer la question par une approche scientifique adéquate nécessitant la mobilisation de connaissances et enfin, interpréter et utiliser les résultats obtenus. Les référentiels de la Communauté française (*Socles de compétences* et *Compétences terminales*) défendent un enseignement scientifique axé sur le développement de telles compétences : (i) appréhender une réalité complexe, (ii) investiguer des pistes de recherche et (iii) structurer les résultats, les communiquer, les valider, les synthétiser.

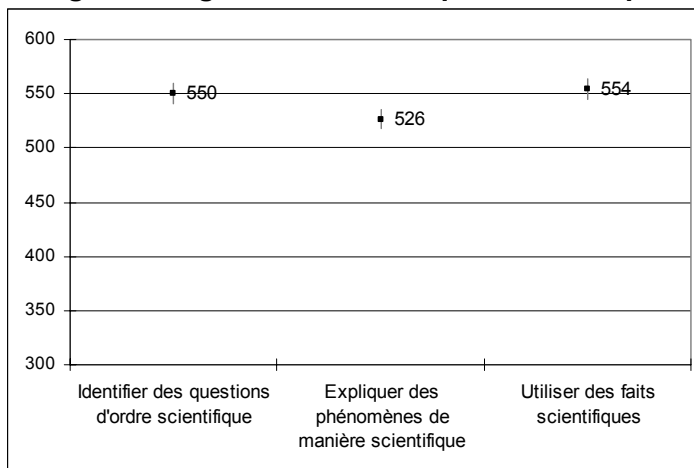
Ainsi, la Communauté française et le programme PISA s'accordent tant sur l'importance de développer des compétences scientifiques de base que sur la définition de celles-ci. Des différences existent néanmoins dans la concrétisation.

Ce chapitre propose une approche plus détaillée des trois compétences scientifiques de PISA et tente de les mettre en relation avec les *Socles de compétences* et les *Compétences terminales* (sciences de base) ; des questions sont données en exemple et analysées. Les performances moyennes des élèves sont tout d'abord présentées selon la filière d'enseignement pour permettre un examen plus fin des différentes forces et faiblesses des élèves dans chacune des trois compétences.

#### **Mise en garde importante**

Les pourcentages de réussite à chaque item analysé sont donnés pour les élèves de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> transition (G, TT, AT) d'une part et pour ceux de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> qualification (TQ, AQ, P) d'autre part. **Ces chiffres sont fournis à titre indicatif pour les enseignants mais n'ont pas de valeur statistique stricte** dans l'enquête PISA. En effet, les carnets des élèves contiennent une partie seulement des 103 items de sciences de l'enquête. Chaque question n'est donc pas soumise à l'ensemble des élèves de l'échantillon de la Communauté française (pour rappel 2890 élèves) mais à environ 1100 élèves répartis équitablement entre les filières. Les pourcentages de réussite par question ne sont donc pas strictement représentatifs de l'ensemble des élèves de 15 ans de la Communauté française.

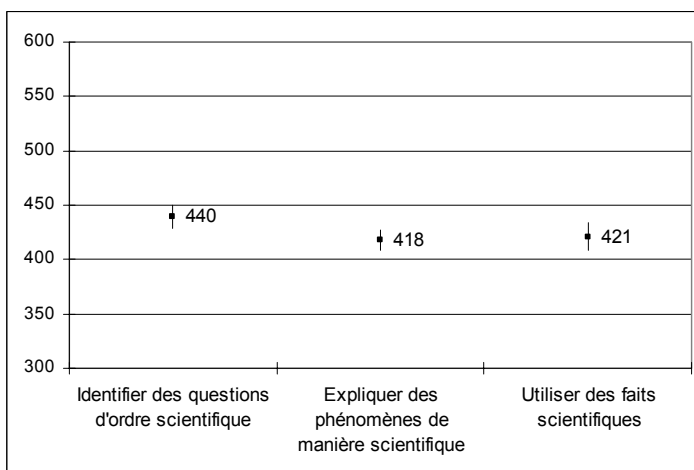
**Les performances, pour les trois compétences, des élèves de 15 ans de transition (3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années de l'enseignement général et technique ou artistique de transition)**



**Figure 3.1. : Performances des élèves de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> de l'enseignement général + technique et artistique de transition**

Les élèves des filières de transition obtiennent pour les trois compétences des résultats satisfaisants, supérieurs à la moyenne de l'Ocdé. Ce constat est rassurant car il s'agit, pour la Communauté française, des performances d'un sous-groupe d'élèves dont la formation scientifique est la plus poussée, que l'on compare à tous les élèves de l'Ocdé confondus. C'est malgré tout lors de la mobilisation de connaissances en vue d'expliquer des phénomènes scientifiques que les performances des élèves de la filière de transition sont les moindres. Or cette tendance ne s'observe pas de manière générale au sein des pays de l'Ocdé (les moyennes pour les trois compétences sont respectivement de 499, 500, 499). Il est dès lors légitime de s'interroger sur le pourquoi de cette relative faiblesse ; il en sera question plus loin dans ce chapitre.

**Les performances, pour les trois compétences, des élèves de 15 ans de qualification (3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années de l'enseignement technique ou artistique de qualification et professionnel)**



**Figure 3.2. : Performances des élèves de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> de l'enseignement technique ou artistique de qualification + professionnel**

Dans les filières qualifiantes, les performances des élèves de 15 ans sont faibles, et particulièrement faibles, lorsqu'il s'agit d'expliquer scientifiquement des phénomènes et d'utiliser des faits scientifiques. Il n'est certes pas surprenant que les résultats soient en deçà des moyennes de l'Ocdé puisque les élèves de la filière de qualification sont parmi ceux pour lesquels la formation scientifique est la plus légère. Néanmoins, si l'on considère



au sein de l'Ocdé les seuls élèves engagés dans une option à vocation professionnelle<sup>3</sup>, les scores moyens, respectivement de 462, 467 et 457 pour les trois compétences, sont significativement supérieurs à ceux des élèves du qualifiant en Communauté française.

### III.1. IDENTIFIER DES QUESTIONS D'ORDRE SCIENTIFIQUE

Sous cette appellation est évaluée la capacité à reconnaître les questions qui peuvent faire l'objet de recherche et à les distinguer de questions non scientifiques, d'ordre éthique ou économique... Par exemple, les questions « Faut-il rendre le vaccin contre la méningite obligatoire ? » et « Quels sont les vecteurs de transmission des méningites ? » ne sont pas du même ordre. Seule la seconde question est objet d'investigation scientifique, les résultats de celle-ci pouvant alimenter un éventuel débat politique et/ou de société concernant la première question.

Cette compétence intègre également la capacité à déterminer les caractéristiques essentielles d'une démarche scientifique. Par exemple, être à même d'identifier les données qui peuvent être comparées, les paramètres qu'il faut faire varier ou contrôler dans une étude scientifique, comprendre les effets de variables non contrôlées et tenter d'en tenir compte dans des études scientifiques. Il peut encore s'agir d'identifier les procédures à utiliser pour recueillir les informations ou de déterminer les données supplémentaires requises pour pouvoir tirer une conclusion.

#### **Communauté française**

Les référentiels de la Communauté française font mention des deux dimensions de cette compétence :

- les *Socles de compétences* parlent de « *formuler des questions à partir de l'observation d'un phénomène, d'une information médiatisée, d'un événement fortuit... pour préciser une énigme à résoudre (C1)* ». Même si cela n'est pas exprimé comme tel, c'est bien de questions d'ordre scientifique dont il s'agit, questions que les jeunes élèves apprendront petit à petit à formuler. Les *Socles* précisent encore « *différencier les faits établis des hypothèses de travail, des réactions affectives et des jugements de valeurs.* » (C4). Les « *Compétences terminales* », en des termes plus larges, précisent qu'une attitude scientifique nécessite « *un équilibre entre ouverture d'esprit et scepticisme* » ;
- la maîtrise des démarches scientifiques est exprimée de façon plus ou moins explicite à diverses reprises : « *... rechercher et identifier des indices (facteurs, paramètres...) susceptibles d'influencer la situation envisagée (C2)* », « *mettre en évidence des relations entre deux variables (C13)* » (*Socles de compétences*), « *Expérimenter, modéliser* » (*Compétences terminales*).

Pour cette sous-échelle de compétence, la moyenne de la Communauté française (496) est comparable à la moyenne de l'Ocdé. On peut se réjouir de tels résultats qu'il faut interpréter en termes de connaissances à *propos* de la science. Les élèves de la Communauté française ont été initiés à une culture scientifique citoyenne qui requiert de savoir déterminer si un phénomène se prête à des mesures scientifiques et, par voie de conséquence, à une étude scientifique. Ils semblent également avoir appris à faire la distinction entre ce qui relève de la science et ce qui n'en relève pas et paraissent connaître les étapes d'une démarche scientifique. Cette culture scientifique citoyenne a sans doute été développée non seulement dans les cours de sciences, mais aussi, de manière transdisciplinaire, chaque fois que l'on apprend aux élèves à faire la distinction entre un fait et une opinion, chaque fois qu'on les initie à une démarche de recherche.

<sup>3</sup> Les systèmes d'enseignement étant variables d'un pays à l'autre, cette comparaison doit être considérée avec réserve et ne peut être faite qu'à titre indicatif. En effet, les groupes d'élèves des différents pays ne sont pas comparables au sens strict, certains pays organisant des filières plus ou moins tôt dans le cursus scolaire, d'autres optant davantage pour un tronc commun. Les résultats de l'Ocdé donnés ici ne prennent en compte que les pays où existent une filière à vocation professionnelle pour les jeunes de 15 ans.

## ÉCRANS SOLAIRES

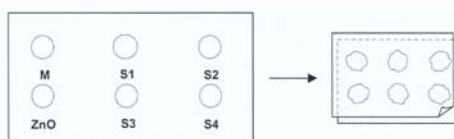
Mimi et David se demandent quel écran solaire offre la meilleure protection à leur peau. Les écrans solaires ont un *indice de protection solaire (IP)* indiquant dans quelle mesure ils absorbent les rayons ultraviolets de la lumière du soleil. Un écran solaire à IP élevé protège la peau plus longtemps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

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

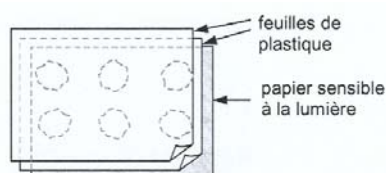
- deux feuilles de plastique transparent qui n'absorbent pas la lumière du soleil ;
- une feuille de papier sensible à la lumière ;
- de l'huile minérale (M) et une crème contenant de l'oxyde de zinc (ZnO) ;
- quatre écrans solaires différents qu'ils ont nommés S1, S2, S3, et S4.

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

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



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



### Question 1

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

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

### Question 2

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

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

### Question 3

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

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

### Question 4

*RELÈVE DE LA COMPÉTENCE « UTILISER DES FAITS SCIENTIFIQUES »*

	Niveau	Pourcentages de réponses correctes	
		Transition (G + TT + AT)	Qualification (TQ+ AQ + P)
Question 1	4	51 %	33 %
Question 2	3	59 %	34 %
Question 3	4	48 %	29 %

Néanmoins, les élèves inscrits dans les filières de qualification éprouvent davantage de difficultés en ce qui concerne la maîtrise des caractéristiques d'une démarche scientifique, ils peinent notamment à faire la distinction entre variables contrôlées ou non.

### **Exemples de questions**

Deux situations, mettant en jeu cette compétence à différents niveaux de l'échelle, sont ici proposées : « Écrans solaires » et « Cultures génétiquement modifiées ».

« **Écrans solaires** », présentée ci-contre, traite du thème de la santé et s'inscrit dans un contexte relativement familier pour l'élève (l'utilisation des crèmes solaires pour préserver son capital santé). Aucune connaissance *en sciences* n'est requise pour répondre aux questions de cette unité, il s'agit de l'évaluation de connaissances *à propos* de la science. Néanmoins, le vocabulaire utilisé fait référence à des contenus scientifiques et pourrait dérouter certains élèves (oxyde de zinc ou ultraviolet par exemple).

Bien que le stimulus inclue les subdivisions classiques d'un protocole expérimental : problématique, matériel utilisé, mode opératoire, la présentation sous forme de « récit » d'expérience fait apparaître moins clairement la structure même de l'expérience que les compte-rendus scientifiques habituellement utilisés dans l'enseignement secondaire. Ainsi, les questions de cette unité nécessitent, dans une certaine mesure, une capacité de transposition de l'information. Il faut noter également la charge de lecture assez importante.

Dans la *première question*, il s'agit de montrer sa compréhension d'une démarche expérimentale et d'identifier les substances témoins auxquelles doivent être comparées les variables testées (« variables dépendantes »). Pour obtenir le crédit, les élèves doivent identifier non seulement les facteurs de variation et les variables mesurées sur la base de la description de l'expérience, mais également la méthode utilisée pour quantifier les variables mesurées. Ces difficultés placent cet item au niveau 4. En filière de transition, un élève sur deux environ répond correctement en optant pour la proposition D, tandis qu'ils ne sont qu'un tiers en filière de qualification.

La *question 2*, un peu plus simple (niveau 3), demande d'identifier, parmi un choix de questions toutes d'ordre scientifique, celle qui correspond à l'investigation menée et en l'occurrence « Quelle protection chaque écran solaire offre-t-il par comparaison aux autres ? ». Il s'agit donc d'identifier la variable mesurée (« variable dépendante ») afin de comprendre l'objectif de l'expérience décrite, et de le traduire en une question scientifique précise. Parmi les choix incorrects, la proposition B a été souvent choisie : l'étude des écrans solaires est identifiée par ces élèves mais ils ne perçoivent pas l'objectif de comparaison.

Dans la *question 3* (niveau 4), il s'agit de comprendre la nécessité, dans une démarche expérimentale, de contrôler au maximum les variables non manipulées (« variables contrôlées »), ici en l'occurrence l'épaisseur de la goutte, et de comprendre les méthodes utilisées pour y parvenir. Les élèves qui répondent correctement à cet item comprennent que l'épaisseur de la goutte a un impact sur le résultat et qu'il faut en tenir compte lors de la conception de l'expérience (proposition D correcte). Que ce soit pour les élèves de transition ou de qualification, la proposition incorrecte « pour étaler les gouttes le plus possible » (proposition B) s'est révélée attractive.

## CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES

### LE MAÏS OGM DEVRAIT ÊTRE INTERDIT

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

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

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

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

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

#### Question 1

Dans l'étude scientifique mentionnée par l'article, quels sont les facteurs qu'on a volontairement fait varier ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacun des facteurs suivants.

Est-ce que, dans l'étude, on a volontairement fait varier ce facteur ?	Oui ou Non ?
Le nombre d'insectes dans l'environnement	Oui / Non
Les types d'herbicide utilisés	Oui / Non

#### Question 2

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

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

		Pourcentages de réponses correctes	
	Niveau	Transition (G + TT + AT)	Qualification (TQ+ AQ + P)
Question 1	2	81 %	62 %
Question 2	2	77 %	40 %

La situation « **Cultures génétiquement modifiées** » (ci-contre) relève d'un contexte social et introduit deux questions à choix multiples. Même si le contenu scientifique (notions de génétique) n'est pas maîtrisé par les élèves avant le troisième degré du secondaire, les questions posées relèvent d'un niveau de compétence élémentaire (niveau 2) et mettent en jeu des connaissances à propos de la science et non des connaissances relatives aux OGM. De plus, le thème des OGM est assez familier des élèves car les médias font régulièrement écho de débats politiques et de société sur le sujet.

Les deux items de l'unité évaluent la compréhension de la démarche expérimentale. Tandis que la *première question* (réponse correcte : « non », « oui ») demande explicitement à l'élève d'identifier le paramètre que l'on fait varier volontairement (la variable indépendante contrôlée), la *question 2* implique la compréhension de la nécessité de faire varier de façon contrôlée les conditions expérimentales (les autres variables indépendantes). Ainsi, pour répondre correctement à la question 2 l'élève doit comprendre que l'effet des traitements (des herbicides différents) sur les résultats (les nombres d'insectes) peut dépendre de facteurs environnementaux et réaliser qu'en conséquence, répéter l'expérience dans 200 sites permet de réduire le risque de voir un facteur environnemental biaiser les résultats. La complexité de la question est réduite par la présence d'indices fournis par les autres propositions : l'élève doit en principe éliminer facilement ces options pour ne garder que l'explication correcte (proposition D). Si les élèves de transition ont dans l'ensemble répondu correctement aux deux questions, les élèves de qualification ont éprouvé plus de difficulté face à la seconde question. Parmi les propositions fausses choisies, la proposition A est la plus fréquente.

### III.2. EXPLIQUER DES PHÉNOMÈNES DE MANIÈRE SCIENTIFIQUE

Les élèves manifestent leur compétence dans ce domaine en appliquant leurs connaissances *en sciences* à une situation donnée. Ils doivent reconnaître ou formuler une explication pertinente, doivent pouvoir décrire ou interpréter des phénomènes en se servant de leurs connaissances mais aussi, dans certains cas, prévoir des changements. Les contenus scientifiques investigués relèvent des grandes disciplines scientifiques, à savoir la biologie, la chimie, la physique, les sciences de la Terre et de l'univers et la technologie. Cette compétence se rapporte davantage aux objectifs des cours de sciences traditionnels.

#### **Communauté française**

Parmi les six compétences scientifiques définies dans les *Compétences terminales en sciences (de base)*, la quatrième spécifie que les élèves doivent « *maîtriser des savoirs scientifiques permettant de prendre une part active dans une société technoscientifique* »

Néanmoins la correspondance des connaissances retenues dans l'épreuve PISA et dans les différents programmes de sciences en Communauté française ne peut pas être faite *a priori* mais doit être envisagée question par question.

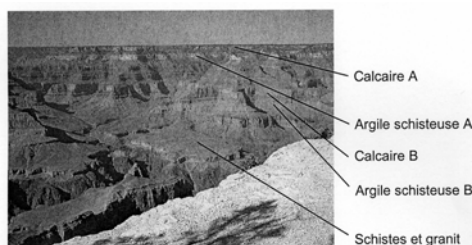
Sur cette deuxième échelle, avec un score moyen de 473, les élèves de la Communauté française se situent, en moyenne, au niveau 2 de l'échelle avec des résultats significativement inférieurs à la moyenne de l'Ocdé (500). En moyenne, nos élèves éprouvent donc davantage de difficultés lorsqu'il s'agit d'expliquer des phénomènes de manière scientifique, ils ont du mal à mobiliser des connaissances en sciences pour résoudre des problèmes dans des situations concrètes.

Lorsqu'on considère les résultats des seuls élèves de la filière de transition, on observe, sans surprise, des scores supérieurs : avec un score de 526, ils atteignent le niveau 3 sur l'échelle de cette compétence. Comparée aux deux autres compétences évaluées pour lesquelles les élèves de transition obtiennent en moyenne des scores de 550 et 554, l'explication de phénomènes de manière scientifique constitue néanmoins la compétence la moins assurée.

## LE GRAND CANYON

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

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



### Question 1 *relève de la compétence « identifier des questions d'ordre scientifique »*

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

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

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

### Question 2

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

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

### Question 3

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

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

	Niveau	Pourcentages de réponses correctes	
		Transition (G + TT + AT)	Qualification (TQ+ AQ + P)
Question 1	3	68 %	54 %
Question 2	2	67 %	48 %
Question 3	2	80 %	49 %

Une approche différente des concepts scientifiques peut être un élément d'explication. Suivant sa perspective d'évaluation d'une culture scientifique citoyenne, PISA ne se limite pas à mesurer le degré de maîtrise de contenus scientifiques spécifiques ; il évalue la capacité *d'exploitation de concepts scientifiques (déjà là) pour servir la compréhension d'une réalité complexe*. Les référentiels et programmes de sciences en Communauté française soulignent l'importance de construire des liens avec la vie quotidienne mais il s'agit, à ce niveau, de *l'exploitation d'une réalité complexe pour permettre la construction et la compréhension d'un concept scientifique*.

Le passage de l'approche scolaire habituelle à l'approche proposée dans l'épreuve PISA nécessite, de la part de l'élève, plusieurs démarches qui peuvent s'avérer difficiles :

- s'extraire du cadre disciplinaire habituel. Les élèves sont généralement habitués à réfléchir en termes de problèmes de physique, de chimie ou de biologie, or les situations présentées dans PISA ne leur permettent pas toujours d'identifier facilement la discipline scientifique à laquelle ils doivent se référer ;
- donner du sens aux connaissances scientifiques acquises en classe et faire le lien avec la réalité spécifique présentée dans la question ;
- pour certaines questions, mener une réflexion systémique. Plus on s'élève sur l'échelle de cette compétence, plus les questions nécessitent la mise en relation de plusieurs concepts ou idées scientifiques, parfois issus de domaines scientifiques différents.

Les élèves de la filière qualifiante obtiennent, pour cette compétence, un score moyen très faible (418). Les difficultés soulevées ci-dessus sont sans doute encore plus prononcées pour ces élèves qui, en outre, suivent pour la plupart une formation scientifique légère, voire inexistante.

### **Exemples de questions**

Cette compétence est ici illustrée par l'analyse de quatre unités présentant chacune une ou plusieurs questions s'y rapportant.

La situation « **Grand Canyon** » est un exemple d'unité qui réclame une décentration d'un cadre disciplinaire classique. Le stimulus pose des notions du domaine de la géologie (négligée dans les programmes de la Communauté française), tandis que les différentes questions s'intéressent aux connaissances *à propos* de la science, à la chimie et aux sciences de la Terre et de l'Univers.

La *question 1* concerne la compétence « Identifier des questions d'ordre scientifique » et n'est donc pas analysée ici.

La *question 2* nécessite d'être capable de sélectionner le concept scientifique de base – l'eau se dilate en gelant (proposition D) – à l'origine d'un phénomène décrit dans un contexte simple – les fissures dans les roches. Le savoir à maîtriser, à savoir les états de l'eau, est renseigné comme à certifier à la fin de l'enseignement fondamental dans les *Socles de compétences*. Cet item est classé de niveau 2. Les élèves de transition interrogés répondent moins bien qu'attendu à cette question (68 % en transition et moins de 55 % dans le qualifiant). Parmi les réponses fausses, la proposition A est la plus fréquente.

Les connaissances en jeu à la *question 3* (niveau 2) relèvent davantage des programmes de géographie que de sciences : océans (et continents) se déplacent ; l'existence de fossiles d'animaux marins dans un sol révèle une zone ancestralement recouverte par un océan. Cette fois, les 80 % de réussite en transition témoigne d'une bonne maîtrise. En qualification, seul un élève sur deux opte pour la bonne proposition (C) : la tectonique des plaques n'est pas à certifier à la fin du premier degré et est rarement étudiée en qualification.

## EXERCICE PHYSIQUE

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



### Question 1

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

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

### Question 2

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

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

### Question 3

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

.....  
 .....

		Pourcentages de réponses correctes	
	Niveau	Transition (G + TT + AT)	Qualification (TQ+ AQ + P)
Question 1	3	49 %	29 %
Question 2	1	84 %	74 %
Question 3	4	56 %	27 %



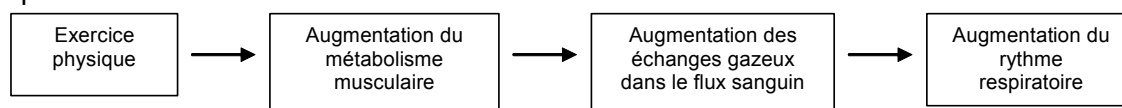
« **Exercice physique** » est introduite par un stimulus extrêmement succinct. Elle aborde le thème de la santé physique de manière très proche et très familière pour des jeunes de 15 ans. Les connaissances mises en jeu dans les différents items font parties des contenus référencés dans les *Socles de compétences* notamment « *la mise en relation des différents appareils et systèmes doit être certifiée à la fin de la troisième étape* ». Les « Compétences terminales » déclarent en termes plus larges que l'élève doit être capable d' « *expliquer des attitudes préventives pour sauvegarder son patrimoine santé* ».

Une première remarque s'impose : les trois items ont atteint un taux de réponse extrêmement élevé. Les questions 1 et 2 présentent respectivement un taux d'omission de 0,35 et 0,61 % tandis que la moyenne d'omission pour l'ensemble des QCM de sciences s'élève à 3,4 % en Communauté française. La question 3 aligne également le taux d'omission le plus faible parmi les questions ouvertes : 4,5 % contre une moyenne de 19,0 % pour l'ensemble des questions ouvertes. Le contexte très familier de l'unité, particulièrement pertinent pour des jeunes de 15 ans, un stimulus très court et un thème couramment abordé en milieu scolaire sont certainement des facteurs susceptibles d'expliquer cet engagement des élèves.

Dans la *première question* de niveau 3, pour obtenir le crédit il faut répondre correctement aux 3 options, c'est-à-dire « oui », « non », « oui ». Au travers de ces 3 propositions, l'exercice physique est considéré de façon large et l'élève doit faire appel à différentes connaissances en biologie relatives au système circulatoire, à la régulation de la masse corporelle. Notons que répondre à la troisième affirmation ne nécessite pas la maîtrise du catabolisme des graisses mais qu'il s'agit davantage de « bon sens ». La deuxième affirmation (« l'exercice physique conduit à un régime alimentaire sain ») est quelque peu subtile : être d'accord avec cette affirmation suppose de considérer un lien de cause à effet (« conduit à ») entre un exercice physique régulier et une saine alimentation, alors que s'ils sont liés, c'est seulement par un objectif commun, un comportement en faveur de son capital santé ou un résultat sportif... Cette question fait appel à des concepts scientifiques simples et communs. Or, seul un élève de transition sur deux (49 %) répond correctement et ils ne sont plus que 29 % en filière de qualification.

Pour répondre à la *question 2*, il faut cette fois identifier des liens de cause à effet : l'activité musculaire s'accompagne d'un accroissement du flux sanguin et empêche la formation de graisses dans le corps. Cet item, plus simple que le précédent puisqu'il suffit de répondre correctement à deux affirmations (et non 3), est très « rassurant » pour les élèves habitués à ce genre d'approche dans le cadre scolaire. Il fait appel à des connaissances très répandues et est du niveau le plus élémentaire (niveau 1).

La *question 3* est plus complexe (niveau 4), par sa forme tout d'abord, puisqu'il s'agit d'une question qui nécessite la construction d'une argumentation. Ensuite, répondre correctement exige de pouvoir relier plusieurs éléments de connaissances pour fournir une explication adéquate :



Pour obtenir le crédit, l'élève doit invoquer le besoin accru en oxygène pendant une activité physique et/ou spécifier que la respiration plus intense permet de faire baisser le niveau de dioxyde de carbone qui tend à s'élever. Compte tenu que la question se situe au niveau 4 (et donc s'est révélée relativement complexe au niveau international), on peut considérer qu'en Communauté française, un pourcentage d'élèves plus élevé qu'attendu répond correctement.

## MARY MONTAGU

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

### L'HISTOIRE DE LA VACCINATION

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

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

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

#### Question 1

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

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

#### Question 2

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

Quelle en est la raison ?

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

#### Question 3

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

.....  
.....

		Pourcentages de réponses correctes	
	Niveau	Transition (G + TT + AT)	Qualification (TQ+ AQ + P)
Question 1	2	82 %	63 %
Question 2	2	91 %	71 %
Question 3	3	68 %	39 %

Il est intéressant de noter qu'un très faible pourcentage d'élèves répond en termes d'augmentation du besoin en oxygène et d'élimination du CO<sub>2</sub>, la plupart des réponses créditées ne mentionnant que l'apport supplémentaire d'oxygène. Parmi les réponses fausses, le terme « air » est souvent utilisé à la place du terme « oxygène » dans l'explication fournie, indicateur d'une mauvaise maîtrise des échanges gazeux ou, à tout le moins, d'un manque de précision conduisant à fournir une réponse de sens commun (« j'ai besoin d'air pour vivre ») plutôt que scientifique.

Sur le thème de la santé à nouveau, les questions liées à l'unité « **Mary Montagu** » engagent des connaissances de base du système immunitaire. Même si cette matière est généralement au programme des élèves du troisième degré de l'enseignement secondaire de transition (enseignement général et technique ou artistique de transition), la question sous forme de choix multiple, est très accessible aux élèves car les connaissances requises sont largement relayées dans le grand public par le biais de messages de santé publique tels que les campagnes de vaccination ou les appels à une consommation responsable des antibiotiques. Cet item illustre parfaitement l'objectif de PISA de mesurer une culture scientifique et non d'évaluer un cursus scolaire uniquement.

La *question 1*, de niveau 2 sur l'échelle de compétence, consiste en une application directe de connaissances relevant d'une seule discipline scientifique ; elle ne nécessite pas d'interprétation de la situation. Les élèves doivent reconnaître que les vaccins sont utilisés pour protéger de maladies provoquées par des agents extérieurs au corps humain<sup>4</sup>. Le terme « virus », spécifiquement utilisé dans la proposition correcte (B) et qui figure dans le stimulus de l'unité, donne un indice aux élèves, ce qui peut rendre cet item plus facile. Les élèves de la Communauté française répondent en général correctement à cette question.

La *question 2*, également de niveau 2, fait appel à des compétences similaires : invoquer un fait scientifique concret et l'appliquer dans un contexte relativement simple. Malgré l'absence des notions visées au programme de beaucoup d'élèves de 15 ans, la question à choix multiple, reste très simple : la proposition correcte (B) est la seule où apparaît la notion d'anticorps, terme largement connu pour participer aux défenses de l'organisme. Elle est très bien réussie par les élèves des deux filières.

La *question 3* nécessite le développement d'une courte argumentation. Il s'agit pour cela de comprendre les caractéristiques du système immunitaire chez l'être humain et de pouvoir prédire les conséquences qu'impliquent des changements au sein de ce système. Concrètement, les réponses doivent directement ou indirectement faire référence au fait que les personnes âgées et/ou les enfants ont un système immunitaire plus faible que la population en général. Ainsi, une réponse telle que « Ces personnes sont moins résistantes aux maladies » est suffisante pour obtenir le crédit. Cet item se situe au niveau 3 de l'échelle. Il pose davantage de difficultés aux élèves de l'échantillon et particulièrement aux élèves des filières qualifiantes. L'absence d'indices et la nécessité de construire une réponse sont sans doute des éléments explicatifs.

### III.3. UTILISER DES FAITS SCIENTIFIQUES

Utiliser des faits scientifiques consiste tout d'abord à pouvoir donner du sens à des résultats scientifiques en se servant de ses connaissances *en* sciences et *à propos* de la science. En se fondant sur des éléments de preuve disponibles, les élèves doivent pouvoir tirer une conclusion ou opter pour une proposition parmi différentes présentées. Ils doivent encore pouvoir expliquer les raisons pour lesquelles une conclusion est valide ou non en se basant sur la démarche mise en œuvre, expliquer également les hypothèses à la base d'une

---

<sup>4</sup> La proposition B, correcte, n'exclut bien évidemment pas que des vaccins protègent d'infections bactériennes comme les vaccins contre le tétanos et la tuberculose.

## ÉCRANS SOLAIRES

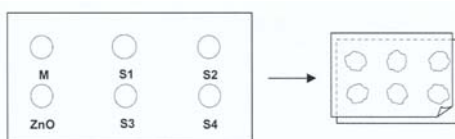
Mimi et David se demandent quel écran solaire offre la meilleure protection à leur peau. Les écrans solaires ont un *indice de protection solaire (IP)* indiquant dans quelle mesure ils absorbent les rayons ultraviolets de la lumière du soleil. Un écran solaire à IP élevé protège la peau plus longtemps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

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

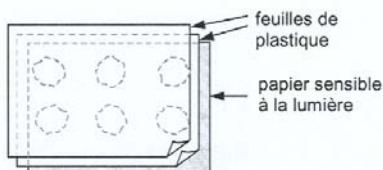
- deux feuilles de plastique transparent qui n'absorbent pas la lumière du soleil ;
- une feuille de papier sensible à la lumière ;
- de l'huile minérale (M) et une crème contenant de l'oxyde de zinc (ZnO) ;
- quatre écrans solaires différents qu'ils ont nommés S1, S2, S3, et S4.

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

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



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



Question 1

Question 2

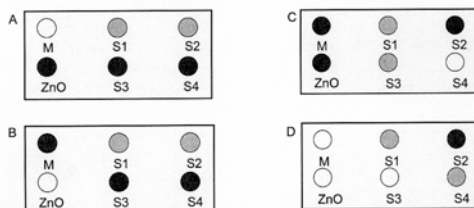
*Voir « Identifier des questions d'ordre scientifique »*

Question 3

Question 4

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

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



Réponse : .....

Explication : .....

		<b>Pourcentages de réponses correctes</b>	
	Niveau	Transition (G + TT + AT)	Qualification (TQ+ AQ + P)
Question 4	4	39 %	7 %

conclusion scientifique. Réfléchir aux implications dans la société des progrès de la science et de la technologie relève également de cette compétence. Enfin, les élèves doivent être capables de présenter, de manière claire et logique, les liens qui existent entre les faits et les conclusions.

### **Communauté française**

Dans les *Socles de compétences* cette compétence est partiellement reprise sous l'appellation « *Structurer les résultats, les communiquer, les valider, les synthétiser* ». Les « Compétences terminales » sont plus vagues et utilisent simplement les termes « *Bâtir un raisonnement logique [...] communiquer* ».

Avec un score de 493 en moyenne, les élèves de la Communauté française ont des résultats comparables à la moyenne de l'Ocdé. Cette compétence sous-tend la faculté de raisonnement déductif et inductif, la prise de décision critique, l'élaboration et la communication d'explications basées sur des données. Ces facultés cognitives, essentielles à toute investigation scientifique, ne sont cependant pas propres aux sciences dites exactes, il s'agit de compétences largement transversales. Tout comme la compétence « identifier des faits scientifiques », cette troisième compétence est développée dans diverses disciplines scolaires comme les cours d'histoire, de géographie, de sciences sociales...

### **Exemples de questions**

La situation « **Écrans solaires** » a déjà été exposée précédemment, les trois premiers items évaluant la compétence « Identifier des questions d'ordre scientifique ». C'est le quatrième item qui est ici analysé.

Cette question implique d'être capable de faire la synthèse des données, de prédire le résultat de l'expérience, de comprendre et d'interpréter un ensemble de résultats proposés sous forme de schémas, c'est-à-dire établir un lien entre les tons de gris présentés dans les schémas et les éléments d'information qui sont donnés dans le stimulus de l'unité et de la question. Ils doivent enfin être capables de justifier le pattern proposé. Concrètement, pour parvenir à une réponse correcte, il faut combiner trois éléments : 1) c'est l'huile minérale qui absorbe le moins de lumière et l'oxyde de Zinc qui en absorbe le plus, 2) le papier sensible à la lumière blanchit sous l'effet de la lumière et 3) seul le diagramme A satisfait aux deux critères. Comme les élèves doivent combiner plusieurs éléments d'information et expliquer la cohérence logique pour formuler une conclusion correcte, cet item se révèle relativement complexe et se situe au niveau 4. Une pratique expérimentale régulière est très certainement un atout pour répondre correctement à cette question, or celle-ci est trop peu développée en Communauté française (cette remarque est corroborée par les élèves, comme expliqué au chapitre IV). Les résultats à cette question sont, sans surprise, assez faibles puisque seuls un peu plus d'un tiers des élèves de transition obtiennent le crédit complet. Par ailleurs, cette question paraît assez inaccessible aux élèves du qualifiant questionnés (dont 43 % ne répondent pas du tout à la question, contre 22 % en transition).

## L'EFFET DE SERRE

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

### L'EFFET DE SERRE : RÉALITÉ OU FICTION ?

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

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

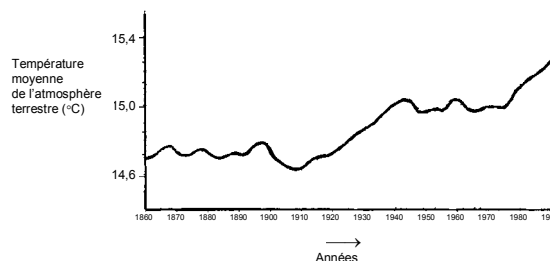
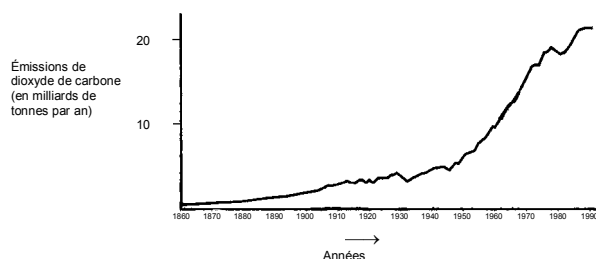
La plus grande partie de l'énergie venant du soleil traverse l'atmosphère terrestre. La Terre absorbe une partie de cette énergie, et une autre partie est réfléchiée et renvoyée par la surface de la Terre. Une partie de cette énergie réfléchiée par la Terre est absorbée par l'atmosphère.

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

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

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

André, un étudiant, s'intéresse au rapport possible entre la température moyenne de l'atmosphère terrestre et l'émission de dioxyde de carbone sur Terre. Dans une bibliothèque, il découvre les deux graphiques suivants.



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

#### Question 1

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

.....

#### Question 2

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

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

.....

#### Question 3 *relève de la compétence « expliquer des phénomènes de manière scientifique »*

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

Citez un des facteurs auxquels Jeanne fait allusion.

.....

	Niveau	Pourcentages de réponses correctes	
		Transition (G + TT + AT)	Qualification (TQ+ AQ + P)
Question 1	3	71 %	30 %
Question 2	(4 <sup>5</sup> ) 5	(34 %) 33 %	(16 %) 9 %
Question 3	6	18 %	7 %

<sup>5</sup> Les élèves qui ont donné certains éléments de réponse à cette question ont obtenu un crédit partiel. Ces réponses partielles correspondent à un niveau 4 de difficulté et les pourcentages d'élèves répondant dans ce sens sont donnés entre parenthèses.

L'unité « **L'effet de serre** » commence par un texte descriptif assez long et donc impose une charge de lecture importante, nécessaire pour se faire une idée du contexte. Pour répondre à la *première question*, les élèves doivent interpréter des données présentées sous forme graphique, ils doivent comprendre que les deux graphiques suivent une tendance ascendante au fil du temps, qu'il existe une corrélation positive entre les deux graphiques et que celle-ci pourrait soutenir la conclusion proposée, à savoir un lien de cause à effet entre l'augmentation de la température moyenne et l'augmentation des émissions de gaz carbonique. Des réponses telles que « plus il y a d'émissions de CO<sub>2</sub>, plus la température est élevée » ou « elles sont directement proportionnelles » ou même « tout augmente » obtiennent le crédit à cette question de niveau 3. Les taux de réussite à cet item sont fort différents dans les deux filières : presque trois quart des élèves de transition répondent en ce sens, tandis qu'ils sont moins d'un tiers en filière de qualification (avec un quart d'élèves qui ne répond pas).

La *deuxième question* est de niveau élevé (niveau 5), elle nécessite une meilleure compréhension et des facultés d'analyse plus approfondies que la question précédente. L'élève doit examiner des données dans le détail et se livrer à une analyse critique de la conclusion proposée. Il doit localiser dans les graphiques une période où les courbes ne sont pas toutes deux ascendantes et ensuite expliquer en quoi cette différence va à l'encontre de la conclusion proposée. « Entre 1900 et 1910 le CO<sub>2</sub> a augmenté alors que la température a continué à descendre », « La température est plus ou moins stable de 1940 à 1975 alors que les émissions de dioxyde de carbone sont en augmentation » sont des exemples de réponses qui valent un crédit complet. Un crédit partiel est accordé aux élèves qui comprennent l'objet de la question et identifient effectivement une différence entre les deux graphiques mais qui sont incapables de l'expliquer : « C'est à peu près en 1910 que la température a chuté et cela a duré un certain temps », « Auparavant, il y avait peu d'émissions de CO<sub>2</sub> et pourtant la température était élevée »... Un tiers des élèves de transition obtiennent un crédit complet et le même pourcentage, un crédit partiel. En qualification, cette question de niveau élevé est faiblement réussie et son taux d'omission est très important puisque un élève sur deux « passe » la question (15 % en transition).

La *troisième question*, du niveau de compétence le plus élevé de l'échelle PISA, relève de la compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique », elle n'est donc pas analysée ici. Notons quand même que cet item a le taux d'omission le plus important parmi toutes les questions ouvertes de l'enquête (30 % d'omission en transition et 60 % en qualification).





## IV. LES ATTITUDES ENVERS LES SCIENCES

PISA 2006 accorde une attention particulière aux attitudes des jeunes face aux sciences : le programme PISA 2006 stipule que l'enseignement doit avoir aussi pour objectif d'éveiller l'intérêt des élèves pour les sciences et de les conduire à accorder de la valeur à la démarche scientifique.

« Les attitudes que les élèves adoptent à l'égard des sciences interviennent dans une grande mesure dans leur décision d'enrichir leurs connaissances scientifiques, d'embrasser une profession à caractère scientifique et d'appliquer des concepts et des méthodes scientifiques de manière productive dans leur vie (...) Les compétences en sciences d'un individu dépendent aussi de ses attitudes, de ses convictions, de ses inclinations, de sa perception de son efficacité et de ses valeurs » (Ocdé, 2007, p. 44).

Un aperçu des attitudes des élèves de la Communauté française est ici présenté suivant quatre dimensions : la perception que les élèves ont de leurs compétences en sciences, l'intérêt qu'ils portent aux sciences, leur projet d'études et de carrière en lien ou non avec les sciences et enfin, leur sens des responsabilités vis-à-vis des problèmes environnementaux. Une dernière partie est consacrée à la façon dont les cours de sciences sont « vécus » par les élèves ou organisés dans les écoles. Signalons cependant que seule une sélection d'items du questionnaire soumis aux élèves est ici présentée ; l'analyse complète des attitudes envers les sciences sera disponible dans *Les cahiers des Sciences de l'Éducation (à paraître)*.

Avant d'entrer dans l'analyse, une précaution liée au type de variables examinées mérite d'être soulignée : les données proviennent des réponses des élèves et non d'observations directes ou d'entretiens approfondis. Les informations recueillies donnent une idée de ce que les élèves considèrent comme important ou non (par exemple, ils peuvent se montrer d'accord avec diverses mesures de protection de l'environnement ou déclarer qu'ils sont capables d'expliquer certains phénomènes environnementaux), mais elles ne permettent pas pour autant d'affirmer que les élèves se comportent réellement comme ils le laissent entendre dans le questionnaire (par exemple, rien ne permet d'affirmer qu'ils se conduisent réellement comme des éco-citoyens responsables et qu'ils sont réellement bien informés des problématiques liées à la pollution et au développement durable).

### IV.1. LA PERCEPTION DE SES COMPÉTENCES EN SCIENCES

Les jeunes pensent-ils qu'ils peuvent réussir en sciences ? Le programme PISA investigate cette dimension au travers de deux variables : la première s'intéresse aux perceptions qu'ont les élèves de leurs compétences scolaires en sciences tandis que la seconde vise à évaluer dans quelle mesure ils s'estiment capables de mener à bien des tâches précises.

#### *Perception de ses compétences scolaires*

Propositions face auxquelles se positionner	% d'élèves d'accord ou tout à fait d'accord <sup>6</sup>	
	Communauté française	Ocdé
D'habitude, je peux répondre correctement aux questions des contrôles portant sur des notions de sciences.	68 (1,11)	65 (0,15)
J'apprends vite les notions de sciences.	62 (1,25)	56 (0,17)
En sciences, la matière est facile pour moi.	49 (1,45)	47 (0,18)

Tableau 4.1 – Perception de soi

<sup>6</sup> Seuls les élèves qui ont encore au moins un cours de sciences à l'école ont répondu à cette question. Sauf mention contraire, les autres questions concernent tous les élèves de l'échantillon.

Globalement, les élèves déclarent avoir une impression positive de leurs capacités académiques en sciences tandis que la perception de leur capacité à effectuer des tâches précises dépend de la nature de celles-ci. C'est ce qui observé au travers de la deuxième variable.

### *Perception de ses capacités*

Le tableau 4.2. reprend les pourcentages d'élèves certains **d'arriver facilement ou avec un peu d'effort** à réaliser les tâches proposées.

<b>Propositions face auxquelles se positionner</b>	<b>Communauté française</b>	<b>Océ</b>
Identifier la question scientifique qui est à la base d'un article de journal portant sur un problème de santé.	<b>76</b> (1,16)	73 (0,15)
Interpréter des informations scientifiques fournies sur l'étiquette des produits alimentaires.	<b>72</b> (1,01)	64 (0,16)
Expliquer pourquoi les tremblements de terre sont plus fréquents dans certaines régions que dans d'autres.	<b>68</b> (1,16)	76 (0,13)
Prévoir en quoi des changements apportés à l'environnement affecteront la survie de certaines espèces.	<b>67</b> (0,94)	64 (0,15)
Décrire le rôle des antibiotiques dans le traitement des maladies.	<b>58</b> (0,97)	59 (0,13)
Discuter sur la façon dont des données nouvelles pourraient modifier votre point de vue sur la probabilité qu'il existe de la vie sur Mars.	<b>50</b> (1,19)	51 (0,16)
Déterminer quelle est la meilleure de deux explications sur la formation des pluies acides.	<b>46</b> (0,99)	58 (0,15)

**Tableau 4.2. Perception de ses capacités personnelles**

Les jeunes de la Communauté française se sentent capables, et davantage qu'au niveau international, d'interpréter les étiquettes des produits alimentaires, par exemple. Par contre, moins d'un jeune de 15 ans sur deux se sent à l'aise par rapport au thème des pluies acides.

## **IV.2. L'INTÉRÊT DES ÉLÈVES POUR LES SCIENCES**

La motivation générale des élèves à l'idée d'apprendre et la motivation pour des matières spécifiques sont deux « moteurs » indépendants de l'apprentissage. Ainsi, un élève peut manifester un grand intérêt pour les sciences et s'investir dans cette matière sans pour autant éprouver une grande motivation pour l'apprentissage en général, ou l'inverse. C'est pourquoi il est important de comprendre l'intérêt que les élèves portent aux sciences, intérêt qui intervient dans leurs ambitions professionnelles.

L'intérêt et le plaisir des élèves pour les sciences sont envisagés au travers de trois variables : l'intérêt qu'ils portent à divers domaines scientifiques, le plaisir que les sciences peuvent leur procurer et enfin, la participation à des activités en rapport avec les sciences.

### L'intérêt pour divers domaines scientifiques

Propositions face auxquelles se positionner	% d'élèves moyennement ou très intéressés	
	Communauté française	Ocdé
Les phénomènes physiques	<b>63</b> (1,1)	49 (0,2)
Les phénomènes chimiques	<b>61</b> (1,2)	50 (0,2)
La biologie et les végétaux	<b>54</b> (1,1)	47 (0,2)
La biologie humaine	<b>74</b> (1,3)	68 (0,2)
Les phénomènes astronomiques	<b>55</b> (1,2)	53 (0,1)
Les phénomènes géologiques	<b>46</b> (1,3)	41 (0,1)
La manière dont les scientifiques conçoivent leurs expériences	<b>51</b> (1,1)	46 (0,2)
Ce qu'il faut faire pour qu'une explication soit scientifique	<b>39</b> (1,1)	36 (0,2)

Tableau 4.3. Intérêt général pour les disciplines scientifiques

### Le plaisir que procurent les sciences

Propositions face auxquelles se positionner	% d'élèves d'accord ou tout à fait d'accord	
	Communauté française	Ocdé
J'aime lire des textes qui traitent des sciences.	<b>50</b> (1,3)	50 (0,2)
Cela me plaît d'avoir à résoudre des problèmes en sciences.	<b>43</b> (1,4)	43 (0,2)
Je prends plaisir à acquérir de nouvelles connaissances en sciences.	<b>72</b> (1,2)	67 (0,2)
Cela m'intéresse d'apprendre des choses en sciences.	<b>78</b> (1,1)	63 (0,2)

Tableau 4.4. Plaisir apporté par les sciences

### La participation à des activités en rapport avec les sciences

Propositions face auxquelles se positionner	% d'élèves répondant très souvent ou régulièrement	
	Communauté française	Ocdé
Regarder des programmes télévisés sur des thèmes scientifiques.	<b>25</b> (1,13)	21 (0,12)
Acheter ou emprunter des livres sur des thèmes scientifiques.	<b>10</b> (0,69)	8 (0,09)
Surfer sur des sites Web traitant de thèmes scientifiques.	<b>16</b> (0,88)	13 (0,10)
Ecouter des émissions à la radio sur les progrès dans des domaines scientifiques.	<b>10</b> (0,57)	7 (0,08)
Lire des revues de sciences ou des articles scientifiques dans les journaux.	<b>20</b> (1,03)	20 (0,14)
Fréquenter un club de sciences.	<b>2</b> (0,38)	4 (0,07)

Tableau 4.5. Participation à des activités scientifiques

Les élèves de la Communauté française trouvent majoritairement les contenus et démarches scientifiques intéressants et disent prendre plaisir à apprendre les sciences. Ils sont à cet égard plus positifs que la moyenne internationale. En outre, ils profitent plus qu'au niveau international des activités scientifiques extrascolaires, notamment via les médias.

Il est intéressant de noter la différence importante entre le plaisir exprimé par les élèves pour l'apprentissage des sciences en général (plus de 70 % d'accord pour « trouver agréable d'apprendre des notions de sciences », « être intéressé par apprendre des choses

en sciences » et « prendre plaisir à acquérir de nouvelles connaissances en sciences ») et leur enthousiasme nettement moins affirmé pour la résolution de problèmes en sciences (50% d'accord). Il semble que la façon dont les élèves répondent à l'item de résolution de problèmes corrobore en partie les difficultés qu'ils éprouvent pour mobiliser des connaissances scientifiques dans le test cognitif. Autrement dit, leur relative « frilosité » face aux problèmes pourrait s'expliquer par les difficultés qu'ils rencontrent dans ce type de tâche. Dans une telle perspective, ceci est-il lié à la façon dont les sciences leur sont enseignées ? Des éléments de réponse à ce dernier questionnement sont apportés au point IV.5. qui traite de la façon dont les élèves perçoivent les méthodologies d'enseignement des sciences qui leur sont proposées en classe.

#### *Investissement des élèves dans les cours de sciences*

Malgré l'intérêt que les élèves paraissent manifester pour les sciences, il semble y avoir moins de pression à réussir en sciences que dans d'autres matières et cet écart est également perceptible au niveau de l'Océ. En effet, les élèves ont apprécié dans quelle mesure il était important pour eux de bien réussir dans les disciplines scolaires suivantes<sup>7</sup> :

Propositions face auxquelles se positionner	% d'élèves répondant très important ou important	
	Communauté française	Océ
Les cours de sciences	<b>72</b> (1,46)	78 (0,2)
Les cours de mathématiques	<b>91</b> (0,71)	92 (0,1)
Les cours de français (la langue d'enseignement)	<b>90</b> (0,64)	90 (0,2)

Tableau 4.7. Importance d'avoir de bons résultats

### IV.3. ÉTUDES ET CARRIÈRES SCIENTIFIQUES

Les jeunes francophones de 15 ans sont globalement positifs à l'égard des sciences, ils semblent s'intéresser aux sciences en dehors du cadre scolaire (plus qu'au niveau international). Cet intérêt se traduit-il en terme de perspectives d'études et de carrières ? Parmi les questions posées en lien avec les études et les professions, les élèves se sont positionnés face aux propositions suivantes :

Propositions face auxquelles se positionner	Communauté française	Océ
J'aimerais exercer une profession dans laquelle interviennent les sciences.	<b>40</b> (1,5)	37 (0,2)
J'aimerais étudier les sciences après mes études secondaires.	<b>31</b> (1,4)	31 (0,2)
J'aimerais passer ma vie à faire des sciences à un niveau avancé.	<b>18</b> (1,0)	21 (0,1)

Tableau 4.6. Motivation pour des carrières scientifiques

Le tableau 4.6. montre que les élèves de la Communauté française sont aussi nombreux qu'en moyenne internationale à envisager des études et des professions scientifiques : 31 % des élèves francophones de 15 ans déclarent vouloir étudier les sciences après leurs études secondaires et 40 % se déclarent d'accord avec la proposition selon laquelle ils aimeraient exercer une profession dans laquelle les sciences interviennent.

<sup>7</sup> Cette question n'a pas été posée aux élèves qui ont encore au moins un cours de sciences à l'école.

#### IV.4. LA SENSIBILISATION AUX PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX

« La *culture scientifique* renvoie aussi aux facultés de compréhension et de réflexion dont les individus ont besoin pour prendre des décisions personnelles et participer adéquatement à l'élaboration de politiques qui ont un impact sur leur vie. [...] Le cycle PISA 2006 a retenu les problèmes environnementaux comme domaine d'évaluation des connaissances et des attitudes des élèves pour mieux comprendre cet aspect de la *culture scientifique* » (Ocdé, 2007, p 166).

La **conscience que les élèves ont des problèmes environnementaux** est mesurée par la connaissance qu'ils pensent avoir sur le sujet. Le tableau ci-dessous présente les pourcentages d'élèves estimant qu'ils **pourraient expliquer clairement ou dans les grandes lignes** les thèmes environnementaux suivants :

Propositions face auxquelles se positionner	Communauté française	Ocdé
Les conséquences de l'abattage des forêts en vue de l'exploitation des sols.	<b>66</b> (1,12)	73 (0,13)
L'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.	<b>56</b> (1,26)	58 (0,18)
L'utilisation d'organismes génétiquement modifiés (OGM).	<b>40</b> (1,40)	35 (0,17)
Les déchets nucléaires	<b>38</b> (1,67)	51 (0,21)
Les pluies acides	<b>31</b> (1,56)	60 (0,15)

Tableau 4.8. Sensibilisation à des problèmes environnementaux

Les résultats observés en Communauté française et pour l'Ocdé sont assez différents et particulièrement face à deux propositions : celle concernant les déchets nucléaires d'une part (où les élèves francophones se déclarent moins « éclairés » que la moyenne Ocdé) et celle concernant les pluies acides d'autre part (où les jeunes francophones sont globalement peu nombreux à déclarer pouvoir expliquer le phénomène). Les francophones sont par contre plus nombreux qu'au niveau international à s'estimer éclairés sur l'utilisation des OGM.

D'autres questions, non présentées ici, montrent également que, globalement, les jeunes appréhendent les problèmes environnementaux et qu'ils sont assez pessimistes quant à leur évolution dans le temps.

Les élèves se sont encore prononcés par rapport à des **mesures de protection de l'environnement**. Les questions ci-dessous visent à voir dans quelle mesure ils associent ces problèmes à l'activité de l'homme et s'ils s'en sentent responsables. Les élèves ont ainsi été invités à indiquer s'ils étaient d'accord avec différentes politiques en matière de développement durable.

Propositions face auxquelles se positionner	% d'élèves d'accord ou tout à fait d'accord	
	Communauté française	Océ
Il est important d'effectuer des contrôles réguliers des émissions de gaz des voitures comme condition à leur utilisation.	95 <sup>(0,4)</sup>	91 <sup>(0,1)</sup>
Cela m'embête quand on gaspille de l'énergie en laissant fonctionner des appareils électriques pour rien.	86 <sup>(0,8)</sup>	69 <sup>(0,1)</sup>
Je suis favorable aux lois qui réglementent les émissions des usines, même si cela accroît le prix de leurs produits.	77 <sup>(1,2)</sup>	69 <sup>(0,1)</sup>
L'électricité devrait être produite autant que possible à partir de sources renouvelables, même si cela la rend plus chère.	80 <sup>(1,0)</sup>	79 <sup>(0,1)</sup>
Pour réduire le volume des déchets, l'utilisation d'emballages plastiques devrait être réduite au minimum.	86 <sup>(0,9)</sup>	83 <sup>(0,1)</sup>

Tableau 4.9. Responsabilisation à l'égard du développement durable

Les élèves de la Communauté française sont plus nombreux qu'au niveau international à soutenir des mesures contraignantes pour protéger l'environnement. C'est face aux lois qui réglementent les émissions des usines qu'ils se montrent le moins favorables (avec néanmoins plus de 75% d'accord !), sans doute à cause du lien avec l'accroissement du coût des produits.

En guise de conclusion, on peut souligner l'intérêt de telles variables attitudinales pour l'éclairage qu'elles apportent sur la façon dont les jeunes francophones se positionnent face aux sciences. En outre, les analyses de régression ont permis de mettre en évidence le **lien entre certaines variables et les résultats en sciences**. À caractéristiques scolaires et individuelles comparables, la perception de ses propres compétences en sciences, la conscience des problèmes environnementaux, le sentiment de responsabilité par rapport au développement durable sont liées à des performances plus élevées en sciences.

#### IV.5. LA PERCEPTION DES ÉLÈVES CONCERNANT LEUR COURS DE SCIENCES

La question traitée dans cette partie concerne **uniquement les élèves qui ont au moins un cours de sciences à l'école**. Cette question, constituée de 17 propositions, s'intéresse à la façon dont les élèves perçoivent la méthodologie d'enseignement des sciences. La question était la suivante : « En classe, dans les cours où vous apprenez les sciences, à quelle fréquence les situations suivantes se produisent-elles ? ». Nous avons classé l'ensemble de 17 propositions en trois catégories : la conception ou la réalisation d'expériences scientifiques, la présence d'une culture de classe favorisant le débat d'idées, les échanges de points de vue et enfin, les liens entre l'apprentissage des sciences en classe et leur utilité dans le quotidien, pour la compréhension du monde extérieur ou encore pour leurs applications dans les technologies.

### La conception ou la réalisation d'expériences scientifiques

	À tous ou la plupart des cours	À quelques cours	Jamais ou presque	À tous ou la plupart des cours	À quelques cours	Jamais ou presque
	Communauté française			Ocdé		
On demande aux élèves d'imaginer comment une question de sciences pourrait être étudiée au laboratoire	16 (0,87)	35 (1,03)	49 (1,17)	22 (0,18)	39 (0,15)	38 (0,19)
On demande aux élèves de mener une investigation pour tester leurs idées	19 (0,96)	33 (1,06)	48 (1,39)	23 (0,15)	36 (0,15)	41 (0,18)
On permet aux élèves de concevoir leurs propres expériences	15 (1,02)	25 (1,07)	60 (1,40)	17 (0,14)	28 (0,14)	55 (0,20)
On demande aux élèves de tirer les conclusions d'une expérience qu'ils ont réalisée	49 (1,47)	32 (1,15)	19 (1,14)	51 (0,20)	33 (0,15)	16 (0,17)
Les élèves passent du temps au laboratoire pour réaliser des expériences pratiques	11 (0,99)	30 (1,33)	59 (1,64)	22 (0,17)	47 (0,22)	32 (0,26)
Les expériences sont réalisées par le professeur à titre de démonstration	42 (1,25)	37 (1,42)	21 (1,53)	34 (0,16)	45 (0,15)	22 (0,17)
Les élèves réalisent des expériences en suivant les consignes du professeur	31 (1,20)	30 (1,26)	39 (1,65)	45 (0,20)	35 (0,14)	21 (0,21)

Tableau 4.10. Les expériences scientifiques en classe

Globalement, l'enseignement scientifique en Communauté française semble laisser peu de place à l'expérimentation scientifique comme forme d'apprentissage des sciences. Presque 60 % des élèves disent ne pas avoir de séance de laboratoire (contre environ 30 % au niveau international).

### Les débats d'idées et les échanges de point de vue

	À tous ou la plupart des cours	À quelques cours	Jamais ou presque	À tous ou la plupart des cours	À quelques cours	Jamais ou presque
	Communauté française			Ocdé		
Les élèves ont l'occasion d'expliquer leurs idées	67 (1,28)	24 (1,04)	9 (0,69)	61 (0,18)	28 (0,14)	10 (0,10)
Les cours font appel aux opinions des élèves sur les points de matière abordés	39 (1,14)	36 (1,10)	25 (0,96)	49 (0,19)	34 (0,15)	16 (0,14)
Les cours donnent lieu à un débat ou à une discussion en classe	29 (1,34)	42 (1,14)	28 (1,07)	35 (0,17)	40 (0,14)	24 (0,14)
Les élèves discutent des points de matière abordés	38 (1,17)	39 (0,94)	23 (0,88)	42 (0,16)	38 (0,14)	20 (0,14)

Tableau 4.11. Les débats d'idées et les échanges de point de vue

Les élèves francophones estiment majoritairement avoir l'occasion d'expliquer leur point de vue ou de discuter des matières abordées en classe. Ils estiment que leurs cours de sciences donnent parfois lieu à des débats.

## L'utilité des sciences dans la vie courante

	À tous ou la plupart des cours	À quelques cours	Jamais ou presque	À tous ou la plupart des cours	À quelques cours	Jamais ou presque
	Communauté française			Ocdé		
On demande aux élèves d'appliquer une notion de sciences à des problèmes quotidiens	37 (1,21)	40 (1,25)	22 (1,01)	16 (0,13)	34 (0,16)	28 (0,15)
Le professeur explique clairement en quoi les concepts scientifiques sont importants dans la vie	44 (1,30)	38 (1,10)	18 (0,87)	30 (0,15)	42 (0,13)	15 (0,13)
Le professeur fait appel à la science pour aider les élèves à comprendre le monde extérieur à la classe	40 (1,13)	39 (0,89)	21 (0,84)	46 (0,20)	39 (0,16)	21 (0,13)
Le professeur explique comment un principe de sciences peut s'appliquer à divers phénomènes (par ex., le mouvement des objets ou les substances ayant des propriétés semblables)	62 (1,12)	26 (0,85)	12 (1,08)	38 (0,16)	41 (0,14)	10 (0,10)
Le professeur donne des exemples d'applications des technologies pour montrer en quoi la science est importante pour la société	38 (0,95)	38 (1,01)	24 (0,96)	59 (0,16)	30 (0,14)	24 (0,14)

Tableau 4.12. L'utilité des sciences dans la vie courante

En Communauté française, les élèves considèrent que les concepts scientifiques étudiés sont généralement mis en relation avec le monde réel, l'explication donnée par le professeur apparaissant cependant comme la formule la plus exploitée pour faire cette connexion.

## IV.6. L'ORGANISATION PAR L'ÉCOLE D'ACTIVITÉS DE PROMOTION DES SCIENCES

Les informations qui suivent sont issues du questionnaire destiné aux chefs d'établissement. On leur demandait d'indiquer si leur établissement organisait des activités pour promouvoir l'engagement dans l'apprentissage des sciences des élèves de quatrième secondaire.

Propositions face auxquelles se positionner	% de chefs d'établissements ayant répondu que ces activités étaient organisées	
	Communauté française	Ocdé
Clubs de sciences	6 (2,66)	39 (0,50)
Expositions scientifiques	51 (5,52)	39 (0,63)
Concours de sciences	45 (4,58)	54 (0,54)
Projet de sciences (y compris projets de recherche) en dehors des programmes de cours	43 (5,53)	45 (0,70)
Excursions et activités de terrain	95 (2,39)	89 (0,36)

Tableau 4.13. Organisation par l'établissement d'activités de promotion de la science

Globalement, ce type d'activités est moins développé en Communauté française qu'au niveau de la moyenne Ocdé. Les clubs de sciences sont pratiquement absents des écoles francophones, alors qu'ils sont présents en moyenne dans 39 % des établissements de l'Ocdé. Par contre, les excursions et activités de terrain sont très présentes, tout comme dans la plupart des autres pays (89 % pour la moyenne Ocdé).



## V. TIRER PARTI DE PISA PAR L'EXPLOITATION DE QUESTIONS EN CLASSE

---

Les propositions présentées dans ce chapitre n'ont pas la prétention d'apporter les réponses à toutes les questions relatives à l'enseignement des sciences. Il s'agit d'une réflexion fondée sur les constats mis en lumière par l'enquête PISA.

L'enseignement des sciences en Communauté française poursuit, suivant l'orientation des élèves, plusieurs objectifs :

- munir chacun des compétences technoscientifiques suffisantes pour gérer sa vie de citoyen – pour tous les élèves ;
- développer les compétences et savoirs en sciences nécessaires à ceux qui orientent leur formation vers les sciences, les mathématiques ou la technologie (*Compétences terminales*) – pour les élèves de l'enseignement de transition, sciences générales.

PISA se centre sur ce premier objectif qui concerne tous les élèves.

### *Développer une approche systémique, centrée sur des situations réelles*

Pour les enseignants de la **filière de qualification** (technique ou artistique de qualification et professionnel), l'objectif de la formation scientifique rejoint la perspective du programme PISA. Les sciences devraient être principalement envisagées en lien avec **la vie courante** et ce pas uniquement en rapport avec les professions auxquelles les élèves se préparent. Si certaines formations qualifiantes requièrent l'acquisition de compétences scientifiques spécifiques, le développement d'une culture scientifique citoyenne reste essentiel.

Dans la **filière de transition** (général et technique ou artistique de transition), si les résultats de l'épreuve sont globalement satisfaisants, l'évaluation PISA révèle la difficulté qu'éprouvent les élèves à **mobiliser leurs connaissances** pour expliquer des phénomènes différents d'une application disciplinaire classique.

Un enseignement scientifique solide, destiné à former des adultes tournés vers les professions scientifiques, doit reposer sur l'application concrète. Cependant, il est nécessaire de sortir du concret pour accéder à la modélisation, à l'abstraction voire à la mathématisation des phénomènes. Pour nombre d'élèves, cette étape se traduit par une rupture avec le réel, les concepts scientifiques n'étant alors plus perçus qu'au travers des modèles étudiés au cours. Pour ces élèves, l'approche globale d'un problème scientifique issu de la vie courante pose problème. Cette difficulté est certainement encore plus prononcée pour les élèves inscrits dans les sections dites « sciences faibles », qui ne bénéficient pas de périodes de travail en laboratoire permettant davantage de construire ses savoirs et de les raccrocher au réel (59 % des élèves interrogés déclarent ne jamais ou presque jamais avoir de séances de laboratoire). En outre, il faut reconnaître que les séances de laboratoire, en principe beaucoup plus concrètes, restent parfois sans grande signification pour les élèves.

Dès lors, qu'il s'agisse d'élèves engagés dans des options scientifiques ou non, certaines phases de travail devraient être consacrées à une approche davantage systémique, centrée sur la situation réelle complexe plutôt que sur les concepts scientifiques sous-jacents. Sans négliger l'étude des concepts scientifiques « isolés », étape nécessaire à une maîtrise en profondeur des concepts enseignés, l'approche systémique donne du sens aux apprentissages, aide l'élève à construire des relations entre les savoirs scientifiques et le monde réel, entre les concepts scientifiques eux-mêmes. Il ne faudrait cependant pas se contenter d'une telle approche.

### *Favoriser le débat entre élèves et la production d'écrits pour aider la mobilisation des acquis*

Comme nous l'avons expliqué à maintes reprises, on a mis en évidence, au travers de PISA, que beaucoup d'élèves, s'ils maîtrisent une série de concepts, ne parviennent pas à les connecter avec des situations de la vie courante. On a également remarqué, au travers des réponses aux questions ouvertes de PISA, une difficulté dans l'expression ou la communication scientifique. Ces deux savoir-faire peuvent être travaillés en exploitant le débat entre élèves et surtout la production d'écrits. En effet, en sciences, il est important de prendre un certain recul par rapport aux savoirs, de développer une attitude réflexive tant sur les contenus que sur les démarches adoptées.

Le **débat entre élèves** permet à chacun de découvrir de nouvelles idées en écoutant le point de vue des autres. En sciences, la complexité de nombreux faits et théories scientifiques ainsi que la nécessité de se référer à différentes sources d'informations entraînent des débats et des conflits particulièrement riches entre élèves. Le dialogue avec les autres permet également de clarifier sa pensée, de trouver la forme et les mots les plus pertinents pour être compris, mais encore de défendre son point de vue en l'argumentant, en apportant des preuves. Ainsi, tout au long des apprentissages et activités scientifiques, ménager des temps d'échanges aide les élèves à structurer peu à peu leurs acquis, alors davantage mobilisables dans des situations inédites et complexes telles qu'elles se présentent dans la vie courante.

Lorsqu'ils se prononcent sur les cours de sciences qu'ils suivent, un tiers des élèves déclarent que tous leurs cours de sciences ou la plupart donnent lieu à des débats ou des discussions et 40 % que cela arrive à quelques cours. Le débat semble donc être une pratique relativement répandue en sciences même si elle pourrait être intensifiée puisque 28 % des élèves estiment encore que les discussions sont rares ou inexistantes.

Dans l'élaboration progressive d'une pensée scientifique, le langage oral ne suffit pas. Il permet une communication immédiate mais toute correction, toute expression d'un changement de point de vue doit se faire dans l'instant. La **production écrite** permet une mise à distance et une élaboration de la pensée ; l'écrit peut être réinvesti à tout moment et le travail peut s'inscrire dans le temps. L'écrit « brouillon », réalisé en cours d'apprentissage – texte suivi, graphique, schéma... – donne la possibilité à l'élève d'exprimer ses conceptions d'un phénomène, de tenter des mises en relation et de s'entraîner à construire une argumentation sur laquelle il pourra revenir le cas échéant en « fin » d'apprentissage. Il peut encore formuler ses questions en suspens, ses incompréhensions. L'écrit, pratiqué à bon escient<sup>8</sup> en cours d'apprentissage, favorise l'attitude réflexive essentielle pour structurer les concepts et démarches scientifiques en lien avec le monde réel (Giot & Quittre, 2006). Cette pratique est sans doute peu exploitée dans les cours de sciences, hormis lors des évaluations (mais il s'agit alors d'un autre rapport à l'écrit). Les questions ouvertes de PISA, présentées dans les pages qui suivent, peuvent être l'occasion pour les élèves de s'essayer à l'argumentation en sciences.

---

<sup>8</sup> Ces écrits ne doivent pas être répétitifs ni soumis à des exigences de forme et de fond trop contraignantes. Lors des premiers essais, les productions des élèves peuvent être très succinctes dans la mesure où cela s'avère souvent une expérience nouvelle dans le cadre d'un cours de sciences. Il s'avère que lorsque les élèves comprennent peu à peu le rôle de l'écriture en sciences et qu'ils sont assurés que leur travail ne sera pas coté, nombre d'entre eux prennent plaisir à s'y engager.

## Banque de questions PISA

Les questions de l'évaluation de PISA peuvent soutenir l'apprentissage que ce soit dans le but de former des citoyens scientifiquement cultivés ou pour, de temps à autre, favoriser une approche plus large d'un problème scientifique. Elles peuvent servir de point de départ à une recherche ou à un débat au sein de la classe, la plupart des situations présentées étant suffisamment complexes pour susciter l'échange d'idées tant au sujet de la démarche scientifique qu'à propos des savoirs engagés. C'est encore l'occasion, en fin d'apprentissage, de replonger les élèves dans le concret et de leur permettre de mobiliser des concepts nouvellement étudiés. Enfin, les questions ouvertes sont l'occasion pour les élèves, et particulièrement pour ceux qui éprouvent des difficultés face à l'écrit, de s'essayer à l'argumentation en sciences en dehors de toute évaluation.

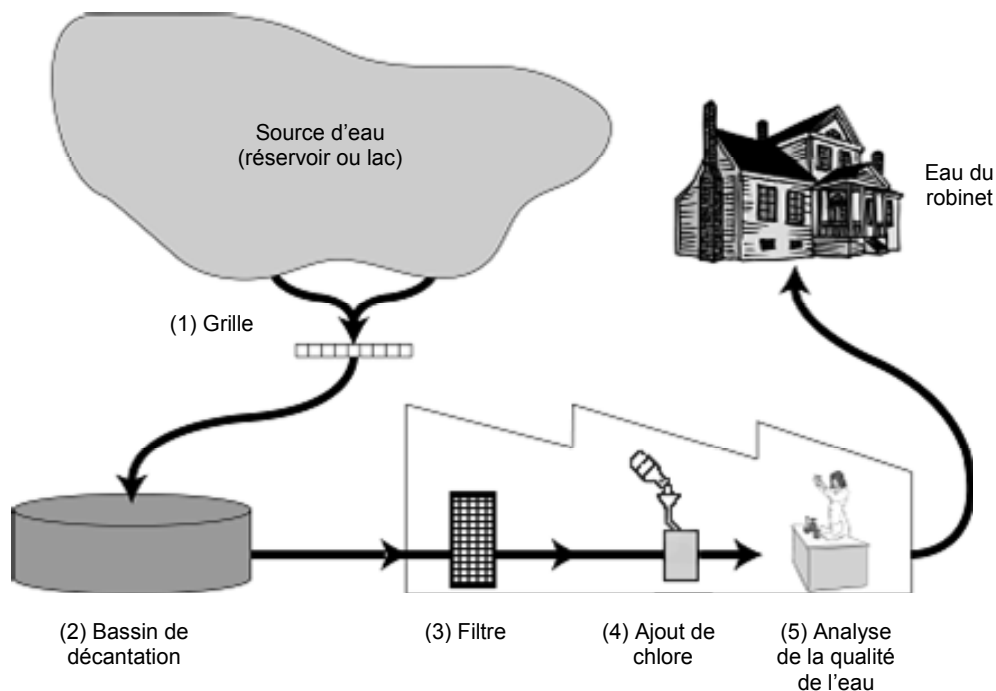
La majorité des questions de l'enquête ne peuvent être diffusées, car elles sont susceptibles d'être réutilisées lors des cycles PISA suivants. Néanmoins, certaines questions sont rendues publiques, c'est le cas des questions analysées dans le chapitre III et de certaines questions non retenues de l'essai de terrain (réalisé en 2005 sur un échantillon restreint d'élèves et avec une batterie de questions plus grande). Parmi les unités écartées après l'essai de terrain, celles proposées ci-après l'ont été pour des raisons d'équilibre du test ou parce qu'elles fonctionnaient moins bien dans certains pays ; il s'agit toutefois de questions qui respectent les critères de qualité définis pour PISA.

**ORGANISATION DES SITUATIONS EN FONCTION DES COMPÉTENCES QU'ELLES PERMETTENT DE TRAVAILLER**

Identifier des questions d'ordre scientifique		Expliquer des phénomènes de manière scientifique		Utiliser des faits scientifiques	
Les caries Q3	p.51	Eau potable Q1	p.47	Les caries Q1	p.51
Le tabagisme Q3	p.54	Eau potable Q2	p.47	Les caries Q2	p.51
Le tabagisme Q4	p.54	Eau potable Q3	p.48	Pot catalytique Q1	p.52
Pâte à pain Q2	p.55	Eau potable Q4	p.48	Pot catalytique Q3	p.52
Évolution Q2	p.57	Eau potable Q5	p.48	Évolution Q1	p.57
		Lumière des étoiles	p.49	Énergie éolienne Q1	p.58
		Lumière des étoiles	p.49	Énergie éolienne Q2	p.58
		Les ultrasons Q1	p.50		
		Les ultrasons Q2	p.50		
		Les ultrasons Q3	p.50		
		Pot catalytique Q2	p.52		
		Le tabagisme Q1	p.52		
		Le tabagisme Q2	p.53		
		Pâte à pain Q1	p.55		
		Pâte à pain Q3	p.56		
		Pâte à pain Q4	p.56		
		Évolution Q3	p.57		
		Énergie éolienne Q3	p.59		
		Énergie éolienne Q4	p.59		
<b>Critères de correction des unités et commentaires</b>				p.60	

Remarque : les questions portant sur la compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique » sont plus nombreuses car il s'agit de la compétence évaluée dans 48 % des questions PISA et qui, en outre, pose le plus de difficultés en Communauté française.

## EAU POTABLE



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

### Question 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.

.....

.....

### Question 2

La potabilisation de l'eau se déroule souvent en plusieurs étapes et fait appel à différentes techniques. Le processus de potabilisation 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.

---

**Question 3**

À la quatrième étape du processus de potabilisation, on ajoute du chlore à l'eau.

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

.....

.....

---

**Question 4 :**

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

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

.....

.....

---

**Question 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.

<b>Est-ce que la consommation d'eau polluée peut provoquer ce problème de santé ?</b>	<b>Oui ou Non ?</b>
Diabète	Oui / Non
Diarrhée	Oui / Non
VIH / SIDA	Oui / Non

## 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 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.

---

### Question 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.

## 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 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 l'intérieur de l'abdomen à une vitesse de 1 540 m/s. Quelle est la mesure que la machine doit effectuer pour pouvoir calculer la distance ?

.....

.....

### Question 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 ?

.....

.....

### Question 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



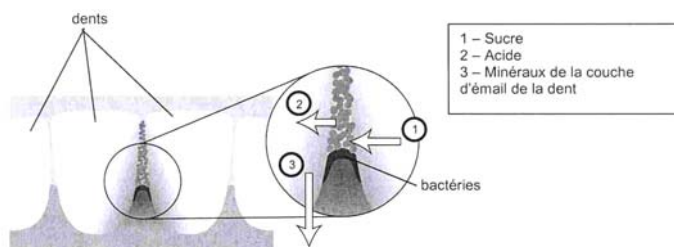
## LES CARIES

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 :

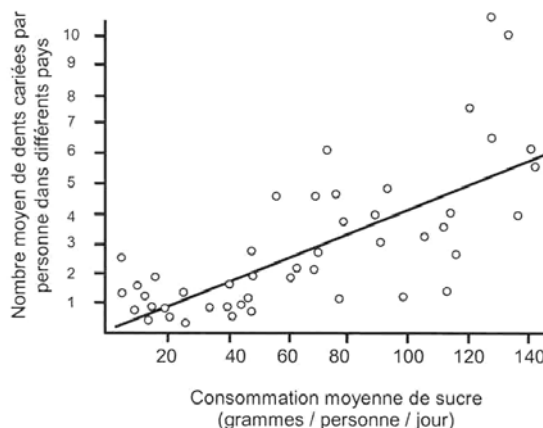
- les bactéries qui provoquent les caries se nourrissent de sucre ;
- le sucre se transforme en acide ;
- l'acide abîme la surface des dents ;
- le brossage des dents aide à prévenir les caries.



### Question 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.



### Question 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.

### Question 3

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

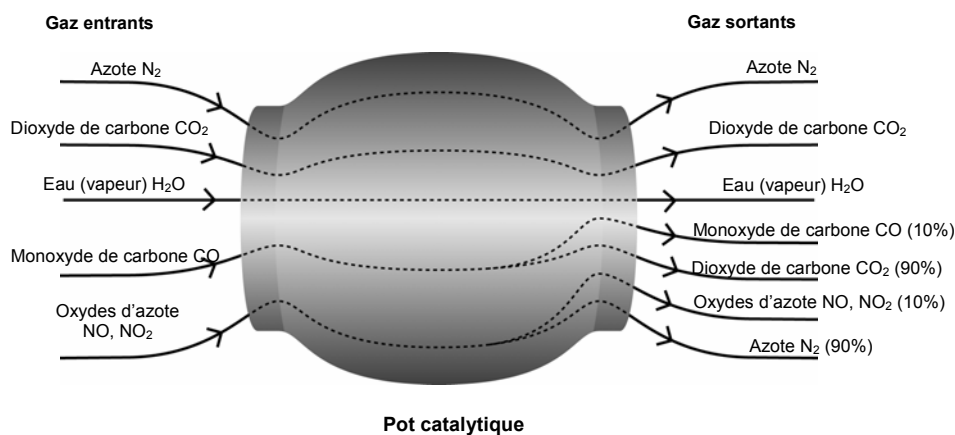
Voici plusieurs questions à propos des caries dans ce pays. Peut-on y répondre à l'aide d'expériences scientifiques ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des questions.

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

## POT CATALYTIQUE

La plupart des voitures modernes sont équipées d'un 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 1

En utilisant les informations fournies par le schéma ci-dessus, donnez un exemple de la façon dont le pot catalytique rend les gaz d'échappement moins nocifs.

.....

.....

### Question 2

A l'intérieur du pot catalytique, les gaz subissent des modifications. Expliquez ce qui se passe en utilisant les termes **atomes** ET **molécules**.

.....

.....

.....

### Question 3

Examinez les gaz émis par le pot catalytique. Citez un problème que les ingénieurs et les scientifiques travaillant sur le pot catalytique devront essayer de résoudre afin de produire des gaz d'échappement encore moins nocifs.

.....

.....

## 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 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 Transformer des molécules de dioxyde de carbone en molécules d'oxygène.

---

### Question 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.

<b>Est-ce que fumer du tabac augmente le risque de contracter cette maladie ?</b>	<b>Oui ou Non ?</b>
La bronchite	Oui / Non
Le VIH/SIDA	Oui / Non
La varicelle	Oui / Non

---

**Question 3**

Certaines personnes utilisent des patchs de nicotine comme aide pour s'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 les aider à s'arrêter de fumer.
- D La moitié du groupe, choisie au hasard, porte des patchs et l'autre moitié n'en porte pas.

---

**Question 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.

<b>Cette méthode de lutte contre le tabagisme est-elle fondée sur la technologie ?</b>	<b>Oui ou Non ?</b>
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

## 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 1

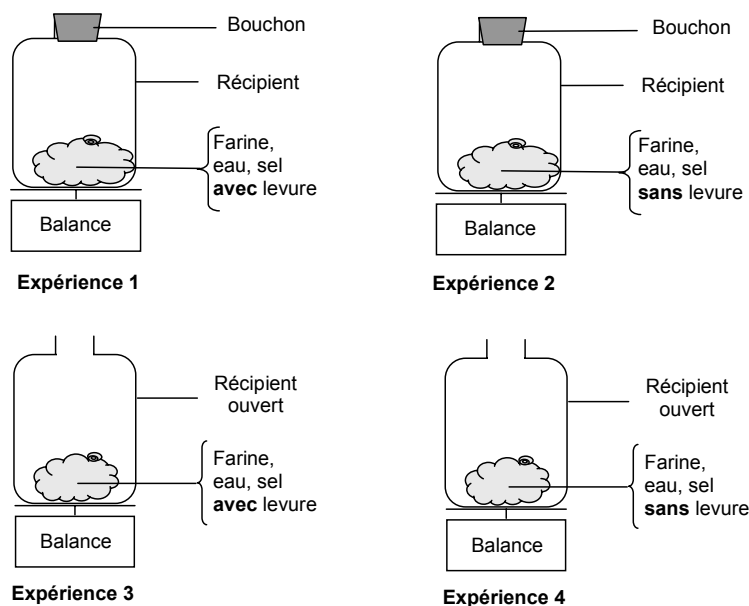
La fermentation fait lever la pâte. Pourquoi ?

- A La pâte lève parce qu'il y a production d'un alcool qui se transforme en gaz.
- B La pâte lève parce 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.

### Question 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.

---

**Question 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.

<b>Est-ce que cette explication sur la provenance des atomes de carbone est exacte ?</b>	<b>Oui ou Non?</b>
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

---

**Question 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.

# 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-contre 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 à 50 millions d'années	Il y a 39 à 31 millions d'années	Il y a 19 à 11 millions d'années	D'il y a 2 millions d'années à aujourd'hui
Squelette de la patte (à la même échelle)				

### Question 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.

.....

### Question 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

### Question 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.

## ÉNERGIE ÉOLIENNE

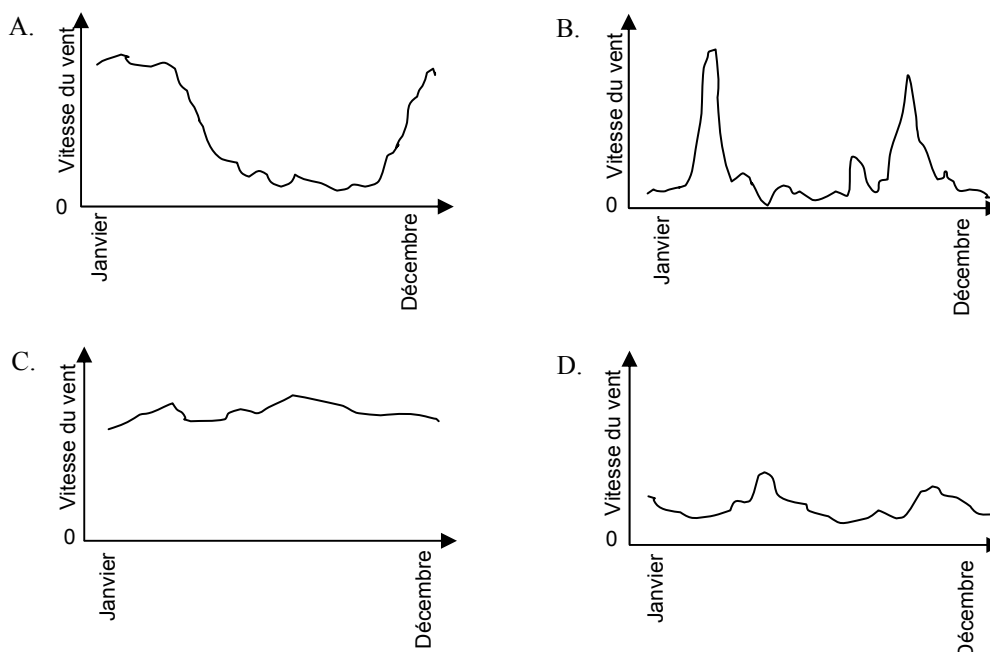
Beaucoup de gens considèrent que l'énergie éolienne est une source d'énergie électrique pouvant remplacer les centrales thermiques au pétrole ou au charbon. Les dispositifs présentés sur la photo sont des éoliennes équipées de pales que le vent fait tourner. Cette rotation permet à l'alternateur situé dans l'éolienne de produire de l'électricité.



### Question 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



### Question 2

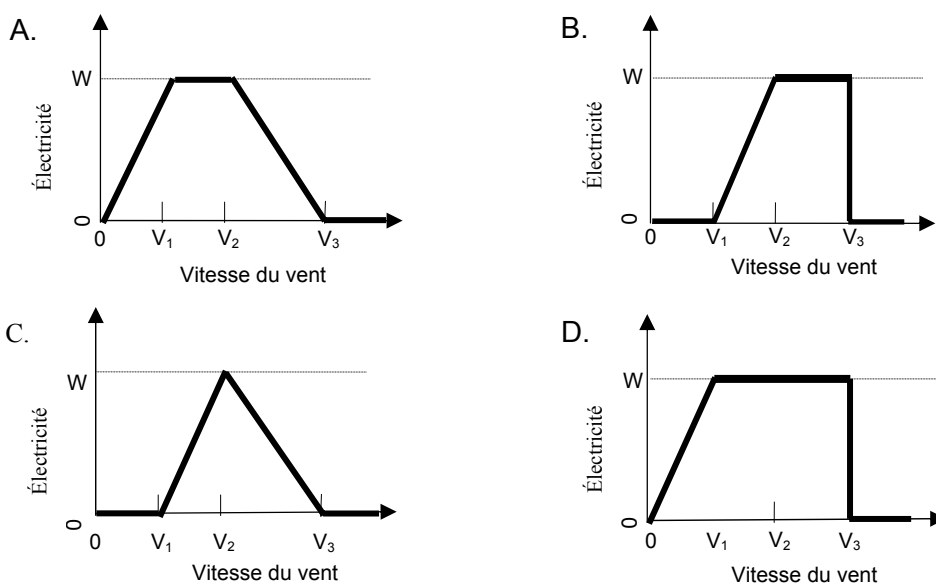
Plus le vent souffle fort, plus les pales de l'éolienne tournent vite et plus la quantité d'électricité produite est importante. Cependant, en situation réelle, il n'y a pas de relation directe entre la vitesse du vent et l'électricité produite. Ci-dessous figurent quatre « conditions de fonctionnement » d'une centrale éolienne en situation réelle.

- Les pales commencent à tourner quand le vent atteint la vitesse  $V_1$ .
- Pour des raisons de sécurité, la rotation des pales ne s'accélère plus quand la vitesse du vent est supérieure à  $V_2$ .
- La production d'électricité est au maximum ( $W$ ) quand le vent atteint la vitesse  $V_2$ .
- Les pales s'arrêtent de tourner quand le vent atteint la vitesse  $V_3$ .



(Question 2 suite)

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 ?

---

### Question 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.

---

### Question 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.....

.....

## EAU POTABLE

---

### Question 1

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

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. L'essai de terrain a montré que cet item est de **difficulté moyenne**.

#### Crédit complet

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

*Ex. : Quand elle passe à travers le sable et la poussière, l'eau est nettoyée.*

*Ex. : Elle a été filtrée naturellement.*

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

*Ex. : L'eau souterraine est enfermée dans la terre et la pollution de l'air ne peut donc pas la salir.*

*Ex. : 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.*

Autres réponses correctes

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

#### Pas de crédit

Réponses faisant référence au fait que l'eau souterraine est très propre (information déjà donnée)

*Ex. ; Parce qu'elle a été nettoyée.*

*Ex. : Parce qu'il y a des détritiques dans les lacs et les fleuves.*

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

*Ex. : Parce que l'eau souterraine passe par un filtre et on y ajoute du chlore.*

Autres réponses

*Ex. : Parce qu'elle n'est pas remuée et donc les boues du fond ne remontent pas.*

*Ex. : Parce que l'eau souterraine provient de la montagne, et n'est constituée que de neige fondue et d'eau.*

### Question 2

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

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**.

**Crédit complet :** C. Le gravier et le sable se déposent au fond.

### **Question 3**

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

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. Cet item est de **difficulté faible à modérée**.

#### **Crédit complet**

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

*Ex. : Le chlore tue les bactéries.*

*Ex. : Pour tuer toutes les algues.*

#### **Pas de crédit**

Autres réponses

*Ex. : L'eau devient moins acide et il n'y aura pas d'algues.*

*Ex. : Pour nettoyer l'eau davantage et tuer ce qui reste. [« Ce qui reste » n'est pas assez spécifique.]*

*Ex. : Pour la garder propre et potable.*

### **Question 4**

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

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. L'essai de terrain a montré que cet item est de **difficulté faible à modérée** en moyenne dans l'ensemble des pays.

#### **Crédit complet**

Réponses faisant référence au fait de faire bouillir l'eau

*Ex. : La faire bouillir.*

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

*Ex. : Traiter l'eau avec des tablettes de chlore (par ex. Micropur).*

*Ex. : Utiliser un filtre micropore.*

#### **Pas de crédit**

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

*Ex. : La mélanger à du chlorure dans un seau et puis la boire.*

*Ex. : Distiller l'eau.*

Autres réponses

*Ex. : Utiliser un filtre à café.*

*Ex. : Acheter de l'eau en bouteille jusqu'à la fin du processus d'épuration. [Élude la question posée.]*

### **Question 5**

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

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.

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

## LUMIÈRE DES ÉTOILES

---

### Question 1

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique.**

Les élèves doivent posséder des connaissances à propos l'effet de la lumière parasite sur la visibilité de la lumière des étoiles pour répondre correctement.

**Crédit complet :** C. En ville, l'intensité de l'éclairage public rend de nombreuses étoiles difficiles à apercevoir.

### Question 2

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

L'essai de terrain a montré que cet item est de **difficulté moyenne**. On a constaté avec surprise que le distracteur D avait piégé de nombreux élèves.

**Crédit complet :** A. Plus la lentille est grande, plus on capte de lumière.

## ULTRASONS

---

### Question 1

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

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.

#### **Crédit complet**

Elle doit mesurer le temps que met l'onde ultrason pour se déplacer de la sonde vers la surface du fœtus et être réfléchi.

*Ex. : Le temps de déplacement de l'onde.*

*Ex. : Le temps.*

*Ex. : Le temps. Distance = vitesse/temps. [Bien que la formule soit incorrecte, l'élève a correctement identifié que le « temps » est la variable manquante.]*

*Ex. : Elle doit trouver quand l'ultrason rencontre le bébé.*

#### **Pas de crédit**

Autres réponses

*La distance.*

### Question 2

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

#### **Crédit complet**

Les rayons X nuisent aux cellules du fœtus.

*Ex. : Les rayons X endommagent le fœtus.*

*Ex. : Les rayons X peuvent provoquer une anomalie de naissance chez le fœtus.*

*Ex. : Car le fœtus risquerait d'être exposé à des radiations.*

## Pas de crédit

### Autres réponses

Ex. : Les rayons X ne donnent pas une image nette du fœtus.

Ex. : Les rayons X émettent des radiations.

Ex. : L'irradiation est dangereuse. [Réponse insuffisante. Le risque pour le fœtus (bébé) doit être mentionné de façon explicite.]

Ex. : 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.]

## Question 3

### **Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

Cet item peut être considéré comme étant **relativement facile**. 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.

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

## LES CARIES

---

### Question 1

#### **Compétence : Utiliser des faits scientifiques**

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 à 'utiliser des faits scientifiques pour tirer une conclusion. L'essai de terrain a montré que cet item est **relativement facile**.

**Crédit complet :** D. Les bactéries produisent de l'acide.

### Question 2

#### **Compétence : Utiliser des faits scientifiques**

Cet item a relativement bien fonctionné lors de l'essai de terrain qui a montré qu'il était de difficulté moyenne. 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.

**Crédit complet :** B. Plus les gens mangent de sucre, plus ils ont de risques d'avoir des caries.

### Question 3

#### **Compétence : Identifier des questions d'ordre scientifique**

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. Selon l'analyse des résultats de l'essai de terrain, cet item est de **difficulté moyenne**.

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

## POT CATALYTIQUE

---

### Question 1

**Compétence : Utiliser des faits scientifiques**

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. 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. 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.

#### Crédit complet

Réponses qui mentionnent la conversion du monoxyde de carbone, ou celle des oxydes d'azote en d'autres composés.

*Ex. : Le monoxyde de carbone est transformé en dioxyde de carbone.*

*Ex. : Les oxydes d'azote sont transformés en azote.*

*Ex. : Il transforme les gaz nocifs en gaz moins nocifs, par exemple le CO en CO<sub>2</sub> (90 %).*

#### Pas de crédit

Autres réponses.

*Ex. : Les gaz deviennent moins nocifs.*

*Ex. : Il purifie le monoxyde de carbone et les oxydes d'azote. [Pas assez précis.]*

### Question 2

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

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. Lors de l'essai de terrain, les élèves ont eu beaucoup de mal à obtenir un crédit pour cet item qui s'est donc révélé **relativement difficile**.

#### Crédit complet

Exprime l'idée essentielle que les atomes se réorganisent en formant des molécules différentes en se servant de ces deux mots à la fois.

*Ex. : Les molécules se brisent et les atomes se recombinent pour former des molécules différentes.*

*Ex. : Les atomes se réarrangent et constituent des molécules différentes.*

#### Crédit partiel

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.

*Ex. : Les atomes se réorganisent pour former des substances différentes.*

*Ex. : Les molécules se transforment en d'autres molécules.*

*Ex. : 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.]*

*Ex. :  $2(\text{NO}_2) \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{O}_2$ .*

#### Pas de crédit

Autres réponses, y compris celles qui se bornent à répéter l'information fournie par le stimulus.

*Ex. : Le dioxyde de carbone se transforme en monoxyde de carbone.*

*Ex. : Les molécules se décomposent en atomes plus petits. [Pas d'indication du fait que les atomes se réorganisent.]*

### Question 3

**Compétences : Utiliser des faits scientifiques**

Les connaissances et compétences auxquelles cet item fait appel sont similaires à celles évaluées dans le premier item de l'unité.

#### **Crédit complet**

Les réponses acceptables doivent faire référence à l'amélioration des émissions de gaz libérés dans l'atmosphère, SOIT par une élimination plus complète des gaz nocifs (monoxyde de carbone et oxydes d'azote), SOIT par l'élimination du dioxyde de carbone.

*Ex. : Le monoxyde de carbone n'est pas entièrement transformé en dioxyde de carbone.*

*Ex. : Il n'y a pas assez d'oxydes d'azote convertis en azote.*

*Ex. : Augmenter le pourcentage de monoxyde de carbone converti en dioxyde de carbone et le pourcentage d'oxydes d'azote convertis en azote.*

*Ex. : On devrait retenir le dioxyde de carbone produit et ne pas le laisser s'échapper dans l'atmosphère.*

#### **Pas de crédit**

Autres réponses.

*Ex. : Une conversion plus complète des gaz nocifs en gaz moins nocifs. [Au moins un des gaz d'échappement nocifs doit être identifié.]*

*Ex. : Ils doivent essayer de faire en sorte que moins de gaz s'échappent.*

*Ex. : Ils devraient trouver un moyen de réutiliser les gaz d'échappement nocifs.*

*Ex. : Ils devraient essayer de fabriquer un véhicule qui roule avec un autre combustible liquide.*

## **LE TABAGISME**

---

### Question 1

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

Cet item ne traite pas directement du tabagisme, mais du fonctionnement des poumons. L'essai de terrain a montré que cet item est **relativement facile**.

**Crédit complet :** B. Transférer dans le sang l'oxygène de l'air que nous inspirons.

### Question 2

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

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 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.

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

### Question 3

**Compétence : Identifier des questions d'ordre scientifique**

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 est de **difficulté moyenne**.

**Crédit complet:** D. La moitié du groupe, choisie au hasard, porte des patches et l'autre moitié n'en porte pas.

#### **Question 4**

**Compétence : Identifier des questions d'ordre scientifique**

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 la lutte contre le tabagisme. L'analyse des résultats a montré que cet item est de **difficulté moyenne**.

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

## **PÂTE À PAIN**

---

#### **Question 1**

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

L'essai de terrain a montré que cet item est 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).

**Crédit complet :** C. La pâte lève parce que qu'il y a production d'un gaz, le dioxyde de carbone.

#### **Question 2**

**Compétence : Identifier des questions d'ordre scientifique**

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. Lors de l'essai de terrain, un quart seulement des élèves a répondu correctement à cet item, qui s'avère donc **relativement difficile**.

**Crédit complet** D. Le cuisinier devrait comparer les expériences 3 et 4.

#### **Question 3**

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

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 ». L'item est assez **difficile**.

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

#### **Question 4**

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

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 est de **difficulté moyenne**.

**Crédit complet** B. Leurs molécules bougent plus vite.

## ÉVOLUTION

---

### Question 1

**Compétence : Utiliser des faits scientifiques**

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. Cet item demande aux élèves de procéder à l'analyse comparative des données fournies dans le tableau pour donner une explication scientifique.

**Crédit complet**

Réponses faisant référence à une évolution progressive (à une progression dans le temps) de la structure du squelette de la jambe.

*Ex. : Le squelette de la jambe est fort semblable mais a changé petit à petit.*

*Ex. : Les doigts/les orteils ont fusionné pendant la période allant d'il y a 55 à 2 millions d'années.*

*Ex. : Le nombre de doigts a diminué.*

**Pas de crédit**

Autres réponses

*Ex. : La jambe a changé. [Pas assez explicite]*

*Ex. : Des mutations génétiques ont provoqué les transformations [Exact mais ne répond pas à la question].*

*Ex. : Les os de la jambe sont semblables. [Il est nécessaire de mentionner ou d'impliquer la notion de « changement progressif ».]*

### Question 2

**Compétence : Identifier des questions d'ordre scientifique**

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 présentet un **degré moyen de difficulté**.

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

### Question 3

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

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).

**Crédit complet** C. L'évolution est une théorie scientifique qui se fonde actuellement sur de nombreuses observations.

## ÉNERGIE ÉOLIENNE

---

### Question 1

**Compétence : Utiliser des faits scientifiques**

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. 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 est **très facile** : 75 % des élèves y ont répondu correctement.

Crédit complet            C

### Question 2

**Compétence : Utiliser des faits scientifiques**

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 estime qu'il évalue 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 est de **difficulté moyenne**.

Crédit complet:            B

### Question 3

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

Crédit complet            A. L'air est moins dense quand on monte en altitude.

### Question 4

**Compétence : Expliquer des phénomènes de manière scientifique**

Crédit complet

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]

Ex. : *N'émet pas de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).*

Ex. : *Le vent est une ressource inépuisable.*

Ex. : *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.  
Respecte l'environnement et durera très longtemps.*

[Inconvénient]

*Ex. : Il n'est pas possible de produire de l'électricité sur demande [Parce qu'on ne peut pas contrôler la vitesse du vent.]*

*Ex. : Les endroits qui conviennent pour les éoliennes sont peu nombreux.*

*Ex. : La quantité d'énergie produite par chaque éolienne est relativement faible.*

*Ex. : Il y a parfois de la pollution sonore.*

*Ex. : Cela dénature les paysages. [Pollution visuelle.]*

*Ex. : L'installation coûte cher.*

### **Crédit partiel**

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**

La réponse ne décrit pas d'avantage ni d'inconvénient qui soient corrects

*Ex. : C'est bon pour l'environnement ou la nature [Cette réponse ne fait que formuler une appréciation générale.]*

*Ex. : 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]*

## Pour en savoir plus...

- Baye, A., Quittre V., Hindryckx G., & Fagnant A. (2007). *Les acquis des élèves en culture scientifique. Premiers résultats de PISA 2006*.  
<http://www.enseignement.be/@librairie/documents/EVAL/INTER/PISA2006/>
- Baye, A., Quittre V., Hindryckx G., & Fagnant A. (2007). *PISA 2006. Exemples de questions de culture scientifique*.  
<http://www.enseignement.be/@librairie/documents/EVAL/INTER/PISA2006/>
- Baye, A., Fagnant, A., Hindryckx, G., Lafontaine, D., Matoul, A., Monseur, C., & Quittre, V., (à paraître). Les compétences des jeunes de 15 ans en Communauté française de Belgique en sciences, en lecture et en mathématiques. Résultats de l'enquête PISA 2006. *Les Cahiers des Sciences de l'Éducation*.
- Giot, B., & Quittre, V. (2006). *Les activités scientifiques en classe de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années primaires. Aider les élèves à structurer leurs acquis*. Bruxelles : Service Général du Pilotage du Système Éducatif, Ministère de la Communauté française.
- Ministère de la Communauté française (1999a). *Socles de compétences. Enseignement fondamental et premier degré de l'enseignement secondaire*. Bruxelles : Ministère de la Communauté française.
- Ministère de la Communauté française (2000). *Compétences terminales et savoirs communs. Humanités professionnelles et techniques*. Bruxelles : Ministère de la Communauté française.
- Ministère de la Communauté française (2001). *Compétences terminales et savoirs requis en sciences. Humanités générales et technologiques*. Bruxelles : Ministère de la Communauté française.
- Ocdé (2007). *PISA 2006 – Les compétences en sciences, un atout pour réussir. Volume 1 : analyse des résultats*. Paris : Ocdé.
- Ocdé (2007). *PISA 2006. Volume 2 : données*. Paris : Ocdé.