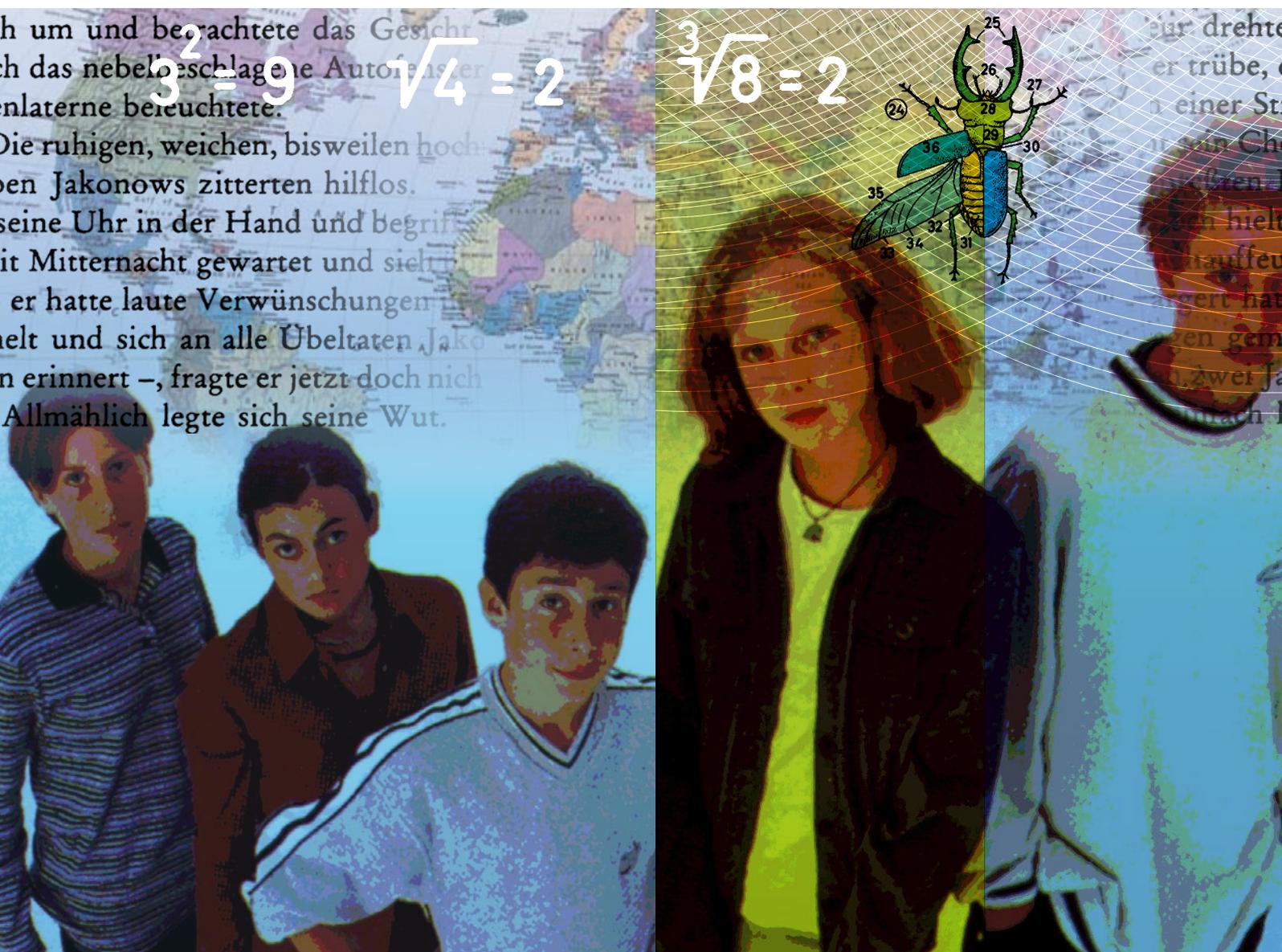


PISA 2006: Etudes sur les compétences en sciences

Rôle de l'enseignement,
facteurs déterminant les choix professionnels,
comparaison de modèles de compétences



OECD - PISA Programme for International Student Assessment



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI
Office fédéral de la statistique OFS



EDK | CDIP | CDPE | CDEP |

Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren
Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique
Conferenza svizzera dei direttori cantonali della pubblica educazione
Conferenza svizra dals directurs chantunals da l'educaziun publica

La série «Statistique de la Suisse»
publiée par l'Office fédéral de la statistique (OFS)
couvre les domaines suivants:

- 0** Bases statistiques et produits généraux
- 1** Population
- 2** Espace et environnement
- 3** Vie active et rémunération du travail
- 4** Economie nationale
- 5** Prix
- 6** Industrie et services
- 7** Agriculture et sylviculture
- 8** Energie
- 9** Construction et logement
- 10** Tourisme
- 11** Mobilité et transports
- 12** Monnaie, banques, assurances
- 13** Protection sociale
- 14** Santé
- 15** Education et science
- 16** Culture, médias, société de l'information, sport
- 17** Politique
- 18** Administration et finances publiques
- 19** Criminalité et droit pénal
- 20** Situation économique et sociale de la population
- 21** Développement durable et disparités régionales et internationales

PISA 2006: Etudes sur les compétences en sciences

Rôle de l'enseignement,
facteurs déterminant les choix professionnels,
comparaison de modèles de compétences

Auteurs Urs Moser et Domenico Angelone (IBE)
Christian Brühwiler, Patrizia Kis-Fedi
et Grazia Buccheri (PHSG)
Myrta Mariotta (USR)
Christian Nidegger (SRED)
Jean Moreau (URSP)
François Gingins (HEP)

Comité de rédaction Marco Buscher (OFS), Andreas Klausling (CDIP)
Elena Zafarana (OFS), Claudia Zahner Rossier (OFFT)

Editeur Office fédéral de la statistique (OFS)

- Mandant du rapport:** Groupe de pilotage PISA.ch:
Confédération suisse
(Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie /
Office fédéral de la statistique /
Secrétariat d'Etat à l'éducation et à la recherche)
et les cantons (Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique)
- Editeur:** Office fédéral de la statistique (OFS)
- Auteurs:** Urs Moser, Domenico Angelone, Christian Brühwiler, Patrizia Kis-Fedi, Grazia Buccheri, Myrta Mariotta,
Christian Nidegger, Jean Moreau, François Gingins
- Complément d'information:** Elena Zafarana
Direction nationale du programme PISA 2000–2003–2006
Office fédéral de la statistique
tél. 032 713 66 73
e-mail: elena.zafarana@bfs.admin.ch
- Diffusion:** Office fédéral de la statistique, CH-2010 Neuchâtel
tél. 032 713 60 60 / fax 032 713 60 61 / e-mail: order@bfs.admin.ch
- Numéro de commande:** 1048-0600
- Prix:** 19 francs (TVA excl.)
- Internet:** www.pisa.admin.ch
- Langue du texte original:** Allemand, français
- Traduction:** Services linguistiques de l'OFS, Neuchâtel
- Autres langues:** Ce rapport existe également en allemand
- Graphisme de couverture:** Roland Hirter, Berne
- Graphisme/mise en page:** OFS
- Copyright:** OFS/CDIP, Neuchâtel/Berne 2009
La reproduction est autorisée, sauf à des fins commerciales,
si la source est autorisée
- ISBN:** 978-3-303-15480-9

Sommaire

Préambule	5
Avant-propos	7
Partie 1 Temps d'enseignement, organisation de l'enseignement, performances et intérêt des élèves pour les sciences	9
Partie 2 Engagement pour les sciences, attentes professionnelles et différences de genre	41
Partie 3 Compétences des élèves en sciences: apports de PISA et d'HarmoS	93
Glossaire	121
Publications PISA déjà parues à l'OFS	123

Préambule

Pour la première fois, en 2006, les sciences constituaient le domaine d'analyse prioritaire de l'enquête PISA. La Suisse a obtenu de meilleurs résultats, en comparaison internationale, que ne le laissaient présager certaines observations. L'impression existe en effet qu'en Suisse, trop peu de jeunes s'intéressent aux sciences, aux mathématiques, aux techniques et à l'informatique. On en vient même parfois à prévoir un manque de personnes qualifiées dans ces branches. De ce fait, les spécialistes ne s'attendaient pas à de très bons résultats aux tests de PISA 2006.

C'est pourquoi les résultats obtenus ont conduit divers acteurs politiques et économiques à soulever les questions suivantes:

- Pourquoi, malgré leurs aptitudes bien réelles, les jeunes ne montrent-ils pas plus d'intérêt pour les études scientifiques?
- Comment faire pour maintenir au-delà du secondaire l'intérêt des élèves pour les questions scientifiques?
- Comment peut-on intéresser davantage les jeunes femmes aux sciences?

Ces questions sont à l'origine des trois études dont le groupe de pilotage PISA.ch a confié la réalisation à des scientifiques et qui sont présentées ci-après sous forme de rapport thématique.

Les données de PISA 2006 permettent une analyse différenciée des compétences en sciences grâce à l'application d'une définition large de la notion de compétence. Celle-ci couvre outre les aspects cognitifs, les motivations et l'intérêt pour les disciplines et les questions scientifiques.

Dans le rapport national *PISA 2006: Les compétences en sciences et leur rôle dans la vie*, seuls quelques facteurs pouvant expliquer les performances en sciences ont été analysés. L'utilité d'une étude plus approfondie a alors été largement mise en évidence.

Comme la plupart des projets scientifiques et complexes, le projet PISA est une œuvre collective. La présente publication est aussi le fruit d'un travail de plusieurs partenaires. Nous adressons nos vifs remerciements à ses auteurs et autrices, au comité de rédaction et à toutes les personnes qui ont œuvré à sa réalisation.

Nous espérons que le présent rapport apportera aux autorités scolaires et politiques et aux milieux économiques des réponses à ces questions et des pistes utiles à leur action dans ce domaine.

Groupe de pilotage PISA.ch
La Présidente

Isabelle Chassot

Présidente de la Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique
et directrice de l'instruction publique du canton de Fribourg

Hans Ambühl

Secrétaire général de la Conférence suisse
des directeurs cantonaux de l'instruction
publique, Berne

Ursula Renold

Directrice de l'Office fédéral
de la formation professionnelle
et de la technologie, Berne

Therese Steffen Gerber

Secrétariat d'Etat à l'éducation
et à la recherche, Berne

Heinz Rhyh

Conférence suisse des directeurs cantonaux
de l'instruction publique, Berne

Ariane Baecheler

Office fédéral de la formation
professionnelle et de la technologie,
Berne

Marco Buscher

Office fédéral de la statistique,
Neuchâtel

Avant-propos

PISA 2006 a livré ses premiers résultats dans un rapport national publié en décembre 2007, en même temps que le rapport international de l'OCDE. Ce rapport national portait essentiellement sur les résultats obtenus en sciences par les élèves de 15 ans en Suisse, en comparaison des autres pays ayant participé à l'enquête. Il a été suivi, en décembre 2008, par la publication sur Internet d'une série d'indicateurs présentant à un large public les résultats en sciences des élèves de neuvième, par canton et région linguistique (<http://www.pisa.admin.ch> >> Résultats importants).

La présente publication approfondit l'analyse des données nationales sur les élèves de neuvième à l'échelle nationale, régionale et cantonale¹. Editée par la direction nationale du programme 2006 et réalisée par plusieurs scientifiques de la Suisse entière, elle étudie, pour les disciplines scientifiques, le rôle de l'enseignement ainsi que les facteurs qui déterminent les choix professionnels et compare deux modèles de compétences.

Ce volume comprend trois parties. Chacune d'elles est consacrée à un thème spécifique, qui a fait l'objet d'une analyse plus fouillée. La première étudie l'importance du temps d'enseignement et de l'organisation de ce dernier pour les résultats en sciences et pour l'intérêt porté aux questions de nature scientifique. La deuxième partie analyse les conditions qui favorisent les études en sciences et le choix de professions de nature scientifique. Elle étudie aussi plus particulièrement les différences observées entre les sexes pour ce qui est des performances en sciences et leurs causes possibles. La troisième partie établit une comparaison entre le modèle de compétence international de PISA et le modèle de compétence suisse de HarmoS sciences naturelles.

Les auteurs expriment leur reconnaissance au groupe de pilotage PISA, qui a assuré le financement et la direction stratégique du programme.

Les auteurs

¹ De la Suisse alémanique les cantons: Argovie, Bâle-Campagne, Berne, Saint-Gall, Schaffhouse, Thurgovie, la partie germanophone du Valais, Zurich, ainsi que tous les cantons et parties cantonales romands et le Tessin.

Temps d'enseignement, organisation de l'enseignement, performances et intérêt des élèves pour les sciences

Analyse du rôle joué par le temps d'enseignement et l'organisation de l'enseignement sur les performances en sciences et l'intérêt pour cette discipline, sur la base des données de l'enquête PISA 2006

Auteurs Urs Moser et Domenico Angelone (IBE, Zurich)

Sommaire

1	Contexte	13	4	Organisation de l'enseignement, performances et intérêt	30
1.1	Valeur accordée aux sciences à l'école	13	4.1	Organisation de l'enseignement	30
1.2	Importance des sciences pour le cursus scolaire et la carrière professionnelle	13	4.2	Organisation de l'enseignement, performances et intérêt	31
1.3	Revalorisation des sciences	14	4.3	Organisation de l'enseignement et sa perception par les élèves	32
1.4	Organisation de l'enseignement	14		Conclusion	34
2	Questions et méthode	16		Bibliographie	35
2.1	Questions générales	16	6	Annexe	36
2.2	Base de données	16	6.1	Nombre d'heures d'enseignement en sciences et en mathématiques: classes de 7^e à 9^e	36
2.3	Variables	17	6.2	Corrélation entre le temps d'enseignement et l'intérêt pour les sciences au niveau cantonal	37
2.4	Méthode d'analyse	19	6.3	Corrélation entre le temps d'enseignement et les compétences en mathématiques au niveau cantonal	38
3	Temps d'enseignement, performances et intérêt	20			
3.1	Temps d'enseignement en sciences et en mathématiques	20			
3.2	Temps d'enseignement et performances en sciences	21			
3.3	Temps d'enseignement et intérêt pour les science	26			
3.4	Temps d'enseignement et performances en mathématiques	27			

1 Contexte

1.1 Valeur accordée aux sciences à l'école

Les études consacrées, dans le cadre du Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA), aux performances en sciences et à l'intérêt pour cette discipline sont d'une grande actualité pour le système suisse de l'éducation et la politique des établissements scolaires. La question de la place à accorder aux sciences dans les programmes est déjà débattue depuis un certain temps. A la fin des années 1990, le programme de comparaison internationale des compétences scolaires TIMSS (*Third International Mathematics and Science Study*) avait mis en évidence un écart important entre les performances en mathématiques et celles en sciences au niveau secondaire I. Comparés à ceux d'autres pays, les élèves scolarisés en Suisse avaient alors obtenu d'excellents résultats en mathématiques à la fin du degré secondaire I, bien meilleurs qu'en sciences (Moser, Ramseier, Keller & Huber, 1997, p. 68). Cette observation a été confirmée par les trois enquêtes PISA réalisées par la suite.

Des différences importantes avaient également été relevées entre les deux disciplines pour ce qui est du nombre d'heures d'enseignement. La Suisse était le pays affichant à la fois le nombre d'heures le plus élevé en mathématiques et un nombre assez faible en sciences, au degré secondaire I. Pendant la scolarité obligatoire et dans tous les pays, les heures d'enseignement sont plus nombreuses en mathématiques qu'en sciences. L'écart est cependant particulièrement grand en Suisse. Dans notre pays, l'importance accordée aux sciences est particulièrement faible par rapport à celle donnée aux mathématiques. Cela pourrait être une raison qui explique qu'en comparaison internationale, la Suisse obtienne de moins bons résultats en sciences qu'en mathématiques (OCDE, 2007).

Entre-temps, l'importance secondaire qui est accordée aux sciences est devenue un thème de la politique de l'éducation. Selon plusieurs experts, les sciences et les technologies ne sont pas assez solidement ancrées dans les programmes scolaires suisses, quel que soit le degré

considéré (Furger, 2008). La révision partielle de l'ordonnance fédérale sur la reconnaissance des certificats de maturité gymnasiale a déjà permis de donner plus de poids aux sciences au niveau du gymnase (DFI/CDIP, 2007). Suite à cette révision, les disciplines scientifiques (biologie, physique et chimie) ne sont plus considérées comme un domaine générique (une note), mais comme trois disciplines distinctes (trois notes). Le temps d'enseignement consacré aux mathématiques et aux sciences est passé de 20–30% à 25–35%. En outre, l'informatique est désormais inscrite sur la liste des options complémentaires, ce qui peut être interprété comme un renforcement de l'apprentissage mathématique et technique. L'informatique est en effet une branche qui réunit des éléments de raisonnement mathématique, scientifique et de l'ingénierie.

Le nouveau programme d'enseignement de Suisse alémanique, qui sera probablement introduit en 2012, montrera dans quelle mesure l'apprentissage des sciences doit déjà être renforcé au degré obligatoire par une adaptation des programmes.

1.2 Importance des sciences pour le cursus scolaire et la carrière professionnelle

Les résultats relatifs aux compétences en sciences présentent d'autant plus d'intérêt pour la Suisse que les jeunes suivant une formation scientifique ou technique sont plutôt peu nombreux alors que de telles formations sont très demandées sur le marché du travail. D'après les estimations de l'association professionnelle Swiss Engineering, il manque par exemple à l'heure actuelle en Suisse de 1500 à 2000 ingénieurs et ingénieures pour l'industrie des machines (Jaschob, 2008).

Il ressort des études qui sont régulièrement réalisées sur l'évolution de la relève des ingénieurs et des ingénieures dans hautes écoles universitaires et spécialisées suisses que le nombre des immatriculations dans les domaines correspondants a chuté en 2003 et 2004 avant de se redresser en 2005. Une analyse des données

ventilées par domaine d'études a mis en évidence que l'ingénierie, l'informatique et la chimie avaient accusé une forte baisse des immatriculations en 2006. D'autres domaines, en revanche, tels que les sciences de la construction (architecture et planification), le génie mécanique et la microtechnique ont enregistré une hausse de la fréquentation (Umbach-Daniel, 2008a).

L'économie continuera d'avoir besoin à l'avenir de spécialistes dotés d'une bonne formation en sciences et en techniques. Les investissements que fait l'économie privée pour promouvoir aussi bien l'intérêt des élèves et des enseignants pour ces disciplines que leurs connaissances dans le domaine en sont la preuve. Le but de ces investissements est de montrer les perspectives de carrière qui s'offrent aux ingénieurs et aux ingénieures et de favoriser le développement des aptitudes chez de jeunes talents¹. Acteurs de l'innovation et créateurs de valeur ajoutée, les ingénieurs et les ingénieures constituent un groupe professionnel de première importance en Suisse. Les entreprises n'en rencontrent pas moins de plus en plus de difficultés à pourvoir les postes d'ingénieur (Umbach-Daniel, 2008b).

Face à la délocalisation de la production industrielle, l'économie suisse doit réagir en offrant d'autres solutions ou de meilleures solutions que la concurrence. Elle est par conséquent obligée d'innover. Même si l'économie et la société se transforment extrêmement rapidement, les professions scientifiques et techniques continueront d'être demandées en Suisse parce qu'il est dans la tradition de ce pays d'avoir une activité industrielle diversifiée, d'excellente qualité (Kiener, 2005).

1.3 Revalorisation des sciences

Une mesure relativement simple pour revaloriser les sciences consiste à adapter le temps d'enseignement qui leur est consacré. Un nombre plus élevé d'heures dans ces disciplines devrait améliorer les compétences des élèves et accroître leur intérêt. Les études menées jusqu'ici autorisent un certain optimisme: plus le nombre d'heures d'enseignement est élevé, meilleures sont les performances.

La corrélation positive qui existe entre le temps d'enseignement et les performances a pu être mise en évidence grâce à différentes méthodes. A partir des données TIMSS, une comparaison a été établie entre la

différence de temps d'enseignement en sciences et en mathématiques et la différence de performances dans ces deux disciplines parmi les pays ayant participé à l'étude. Indépendamment des caractéristiques des pays considérés, cette comparaison a permis de vérifier et confirmer l'hypothèse selon laquelle un pays a des résultats d'autant meilleurs en sciences, comparés à ceux en mathématiques, qu'il consacre plus de temps à l'enseignement des sciences par rapport aux mathématiques. La corrélation entre les deux différences était statistiquement significative et étonnamment nette (Moser et al., 1997, p. 70).

L'enquête PISA 2003 a permis de vérifier s'il existait une corrélation entre le nombre d'heures de mathématiques et les performances dans cette discipline. Le nombre d'heures de mathématiques varie parfois considérablement d'un canton à l'autre. PISA 2003 a montré que le nombre d'heures d'enseignement joue effectivement un rôle pour le niveau des performances: plus ce nombre est élevé, meilleures sont les performances (Ramseier, 2005).

1.4 Organisation de l'enseignement

L'organisation de l'enseignement offre une autre possibilité de revalorisation des sciences, qui passe donc aussi par l'aménagement du programme. Les sciences peuvent être enseignées comme disciplines ou matières à part entière ou sous la forme de thèmes ou de champs thématiques partiellement pluridisciplinaires. Un enseignement scientifique de type pluridisciplinaire a pour but premier d'établir un lien horizontal entre deux ou plusieurs matières et donc de favoriser l'étude interdisciplinaire et transdisciplinaire des phénomènes scientifiques (Labudde, Heitzmann, Heiniger & Widmer, 2005).

Au degré primaire, les sciences sont enseignées uniquement de manière pluridisciplinaire. Les cours correspondants sont le plus souvent intitulés «Approches du monde» ou «Environnement». Ces noms indiquent que les cours en question inculquent des connaissances qui vont bien au-delà des disciplines scientifiques classiques. La biologie, la chimie et la physique constituent les principales disciplines scientifiques enseignées à l'école. S'y ajoutent parfois l'astronomie et les géosciences (Szlovak, 2005).

Si l'on regarde plus en détail les programmes cantonaux, on constate que leur contenu varie. Dans le canton de Saint-Gall, par exemple, la branche «Mensch und Umwelt» (L'homme et son environnement) englobe les

¹ Accessible sous <http://w1.siemens.com>, consulté le 12.08.08.

thèmes suivants au primaire: l'espace et le temps, la nature et les techniques, l'individu et la société, la religion. Dans le canton de Zurich, la même branche porte sur la religion et la civilisation, les sciences de la Terre et l'économie ménagère (CDIP, 2008).

Il existe plusieurs variantes d'enseignement pluridisciplinaire parce que non seulement le contenu des cours, mais aussi la compréhension même de la notion d'enseignement pluridisciplinaire prennent diverses formes. *L'enseignement transdisciplinaire* prend en compte d'autres matières et ne se limite donc pas à une seule. *L'enseignement interdisciplinaire* permet d'acquérir des connaissances dans deux matières ou davantage et d'établir un lien entre elles. L'enseignement axé sur un thème présuppose que celui-ci est toujours en relation avec plusieurs autres. C'est un thème donné qui est au centre de cet enseignement et non la matière. Ces différentes variantes peuvent être mises en œuvre dans l'enseignement intégré. Dans cette forme d'enseignement, la biologie ou la physique ne sont plus inscrites en tant que telles au programme, mais sont dispensées dans un cours de sciences intégrées. Il existe encore une autre

possibilité: l'enseignement pluridisciplinaire peut, en complément des cours dans les différentes matières, prévoir d'autres méthodes pédagogiques, telles que les semaines- sciences ou l'enseignement interdisciplinaire dans des matières complémentaires (Labudde, 2004).

Ce bref aperçu montre les différences qui peuvent exister dans la compréhension de ce que sont les thèmes scientifiques et dans la forme de leur enseignement. L'appellation «enseignement pluridisciplinaire» recouvre des notions variées qui, même si elles ont été testées et mises en œuvre dans une multitude de modèles, s'appuient sur des bases théoriques très minces (Labudde et al., 2005, p. 105). Par ailleurs, un enseignement dit pluridisciplinaire ne garantit pas que les sciences soient effectivement dispensées de manière pluridisciplinaire.

L'étude de la corrélation qui existe entre l'organisation de l'enseignement selon le programme et les performances et l'intérêt des élèves doit par conséquent aussi tenir compte des nombreuses formes d'enseignement pluridisciplinaire et du manque de bases théoriques dans ce domaine.

2 Questions et méthode

2.1 Questions générales

Les performances dans une discipline peuvent être interprétées comme le résultat de l'offre, qualitative et quantitative, d'enseignement et de son utilisation par les élèves (Fend, 1998). Cette utilisation dépend principalement de l'intérêt des élèves et de leurs motivations. Inculquer des compétences suffisantes et éveiller l'intérêt, voilà deux objectifs pédagogiques qui interagissent et qui sont la condition d'une intégration réussie sur le marché du travail.

Il est relativement simple pour les responsables de la politique de l'éducation d'influencer directement l'offre, sur le plan quantitatif, à travers les objectifs fixés aux programmes. Sur le plan qualitatif, par contre, l'intervention politique ne peut être qu'indirecte, par exemple par le biais d'instruments de l'assurance qualité. Les programmes permettent aussi d'influencer l'organisation de l'enseignement par le biais des objectifs politiques qui leur sont assignés. C'est ainsi que les sciences sont enseignées dans certains cantons comme discipline à part entière et que, dans d'autres cantons, elles sont dispensées de manière pluridisciplinaire.

Il est relativement simple, comme on l'a déjà dit, d'influencer l'offre d'enseignement, en intervenant sur le nombre d'heures et l'organisation des cours. On analysera par conséquent ci-après les deux questions suivantes, d'un grand intérêt pour la politique de l'éducation:

1. Y a-t-il une corrélation entre le temps d'enseignement, d'une part, et les performances en sciences et l'intérêt des élèves pour cette discipline, d'autre part?
2. Y a-t-il une corrélation entre l'organisation de l'enseignement des sciences (cours de sciences ou cours pluridisciplinaires), d'une part, et les performances et l'intérêt des élèves, d'autre part?

L'analyse de ces deux questions a conduit à opérer plusieurs distinctions. La corrélation entre l'offre (temps et organisation de l'enseignement) et les performances et l'intérêt a chaque fois été examinée selon la filière

(exigences élevées, étendues et élémentaires) du degré secondaire I². Cette différenciation se justifie parce que le temps et l'organisation de l'enseignement peuvent avoir un effet différent selon la filière. La corrélation entre le temps d'enseignement et les performances est analysée à partir des performances en sciences et en mathématiques. Pour étudier la corrélation entre l'organisation de l'enseignement et les performances en sciences, les auteurs de ce rapport ont en outre procédé à une différenciation des domaines de compétence. Enfin, la corrélation entre l'organisation de l'enseignement et les diverses activités réalisées dans le cadre des cours de sciences (enseignement et apprentissage interactifs/ expérimentation/initiation à l'investigation scientifique/ application) a également été étudiée.

2.2 Base de données

Comme lors des précédentes enquêtes PISA, la Suisse a fait usage en 2006 de la possibilité qui lui était offerte de compléter l'échantillon des élèves de 15 ans, établi pour les comparaisons internationales, par un échantillon d'élèves de 9^e. L'échantillon d'élèves de 9^e a l'avantage, par rapport à celui sélectionné en fonction de l'âge, de permettre de décrire les performances en fonction des caractéristiques du système éducatif. Chaque canton pouvait en outre augmenter la taille de l'échantillon des élèves de 9^e afin de pouvoir procéder à des comparaisons et des analyses cantonales.

Le tableau 1 donne un aperçu de la base de données. Dans le cadre de la présente étude, nous avons utilisé les données relatives aux élèves de 9^e des cantons ayant augmenté la taille de leur échantillon. C'était le cas de

² Les élèves sont répartis entre trois filières, selon le niveau d'exigences de ces dernières: exigences élémentaires, exigences étendues et exigences élevées. La répartition se fait selon la filière cantonale si les classes sont homogènes et selon les indications sur le niveau d'enseignement si les classes sont hétérogènes.

T1 Base de données: échantillon d'élèves de 9^e, enquête PISA 2006

	Nombre d'élèves	Nombre d'écoles
Argovie	1 049	34
Bâle-Campagne	867	22
Berne (d)	1 114	40
Berne (f)	842	14
Genève	1 782	18
Fribourg (f)	1 674	11
Jura	788	12
Neuchâtel	1 603	15
Schaffhouse	840	20
Saint-Gall	1 103	31
Tessin	951	30
Thurgovie	1 206	44
Vaud	1 684	21
Valais (d)	978	19
Valais (f)	1 777	25
Zurich	1 079	48
Total	19 337	404

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

tous les cantons romands, des cantons d'Argovie, de Berne (partie alémanique), de Bâle-Campagne, de Schaffhouse, de Saint-Gall, de Thurgovie, du Valais (partie alémanique), de Zurich et du Tessin³.

2.3 Variables

Nous décrivons ci-après les variables utilisées pour réaliser les analyses présentées dans le présent rapport.

Performances en sciences et en mathématiques:

Les tests de compétences du programme international PISA se réfèrent à la notion de culture. Cette notion recouvre des compétences qui doivent permettre aux élèves de mettre à profit les connaissances et savoirs acquis et de les exploiter dans un contexte nouveau.

Pour les besoins du présent rapport, ce sont les compétences en sciences et en mathématiques qui ont été étudiées.

Par culture scientifique d'un individu, on entend ses connaissances scientifiques, sa capacité à les utiliser pour identifier des questions auxquelles les sciences peuvent apporter des réponses, pour acquérir de nouvelles connaissances, pour expliquer des phénomènes de manière scientifique et tirer des conclusions fondés sur les faits à propos de questions à caractère scientifique. Cette culture implique aussi la volonté de s'engager à propos de thèmes à caractère scientifique.

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

Les résultats des tests PISA sont présentés sur une échelle standardisée. Pour PISA 2000, l'échelle des compétences en lecture a été standardisée de sorte que la moyenne des résultats de l'ensemble des pays de l'OCDE se situait à 500 points et que l'écart-type correspondait à 100 points. Le même procédé a été appliqué à l'échelle représentant les compétences en mathématiques, pour PISA 2003, et à l'échelle des compétences en sciences, pour PISA 2006.

³ Les élèves d'écoles privées non subventionnées n'ont pas été pris en considération. Les analyses ayant chaque fois été réalisées séparément par filière (exigences élevées, exigences étendues et exigences élémentaires), les élèves de la section C dans le canton de Zurich en ont aussi été exclus.

Intérêt pour les sciences

L'intérêt correspond à un *construct* motivationnel spécifique à un objet donné. Les contenus sont considérés comme des déterminants importants de la motivation d'apprendre. Ces contenus et les activités d'apprentissage qui y sont liées sont associés à des sentiments positifs et sont jugés importants. Quiconque s'intéresse à un sujet, désire en savoir plus, cherche à s'informer et à élargir ses connaissances (Wild, Hofer & Pekrun, 2001, p. 221). S'ils trouvent un intérêt à ce qui leur est enseigné, les élèves reviendront plusieurs fois sur le sujet et tireront particulièrement profit de l'enseignement qui leur est donné.

Dans PISA 2006, l'intérêt pour les sciences a aussi été mesuré pour la première fois en relation avec des thèmes spécifiques. Après avoir traité une série d'exercices, les élèves devaient chaque fois indiquer quel intérêt ils portaient aux sujets abordés dans ces exercices. À l'image des compétences en sciences et en mathématiques, l'intérêt pour les thèmes scientifiques a été mesuré sur une échelle standardisée, sur laquelle la moyenne des pays de l'OCDE se situait à 500 points et l'écart-type correspondait à 100 points. L'intérêt pour un thème spécifique se différencie de l'intérêt général pour les sciences, lequel a été établi en estimant l'intérêt pour les diverses disciplines scientifiques (biologie, chimie, physique, par ex.).

Origine sociale/Indice du milieu socioéconomique

Un indice du statut économique, social et culturel, dit indice du milieu socioéconomique, a été établi dans le cadre de l'enquête PISA à partir des informations inscrites par les élèves sur le questionnaire. Cet indice considère trois aspects: le statut professionnel et le niveau de formation les plus élevés du père et de la mère, ainsi que le patrimoine familial. Il a une moyenne de 0 et un écart-type de 1. En d'autres termes, pour deux tiers des élèves, la valeur de l'indice oscille entre -1 et +1 et pour 95%, la valeur est comprise entre -2 et +2.

Ascendance allochtone

L'indice d'ascendance allochtone des élèves se compose de trois variables: (1) les élèves qui parlent dans la majorité des cas la langue d'enseignement; (2) les élèves nés en Suisse qui parlent dans la majorité des cas à la maison une autre langue que la langue d'enseignement (allophones, nés en Suisse); (3) les élèves nés à l'étranger qui dans la majorité des cas ne parlent pas à la maison la langue d'enseignement (allophones, nés à l'étranger).

Temps d'enseignement

Bien que les grilles horaires de la scolarité obligatoire (CDIP, 2008) aient été publiées depuis lors par le Centre d'information et de documentation IDES de la Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique (CDIP), les données relatives au nombre d'heures de cours de sciences et de mathématiques n'ont pas pu être exploitées sans demander des explications. Ces données ont donc été encore vérifiées par des expertes et des experts cantonaux.

Le nombre d'heures de mathématiques peut être déterminé de manière relativement fiable puisqu'il est possible de le reprendre directement des programmes. Les matières géométrie et dessin géométrique ont été considérées avec les mathématiques et sont incluses dans les chiffres. Pour ce qui est des sciences, par contre, il est plus difficile de déduire le nombre d'heures des programmes parce que la branche «L'homme et son environnement», par exemple, recouvre d'autres matières que les disciplines scientifiques proprement dites. Les experts cantonaux ont donc dû commencer par déterminer le nombre d'heures consacrées à la biologie, à la chimie, à la physique et à la géographie.

Le temps d'enseignement d'une matière donnée a été enregistré par filière (exigences élevées, exigences étendues et exigences élémentaires), pour les élèves de 9^e comme pour ceux de 7^e à 9^e du degré secondaire I. Dans le cas des écoles aux exigences élevées (gymnases, par ex.), la valeur indiquée est une moyenne du nombre d'heures de toutes les classes préparant à la maturité. Le temps d'enseignement d'une matière a été déterminé sur la base du nombre de semaines d'école, du nombre de cours par semaine et de la durée des cours. Seuls sont considérés les cours obligatoires et les cours obligatoires à option. Les données se réfèrent à l'année 2005/06.

Organisation de l'enseignement

Les informations figurant dans les programmes ont fourni en partie les réponses à la question de l'organisation de l'enseignement. Des experts cantonaux ont en outre été consultés pour savoir si les sciences étaient enseignées dans leur canton comme discipline à part entière ou de manière pluridisciplinaire. Dans le premier cas, la biologie, la chimie, la physique et la géographie sont inscrites dans la grille horaire. S'il s'agit d'un enseignement pluridisciplinaire, en revanche, les matières scientifiques sont dispensées dans le cadre d'une branche intégrée, par exemple «L'homme et l'environnement» ou «sciences de la terre».

Enseignement des sciences

Pour décrire l'enseignement des sciences qui leur est donné, les élèves devaient indiquer, à propos de 17 affirmations concernant cet enseignement, à quelle fréquence diverses activités étaient pratiquées. Ils avaient le choix entre quatre catégories de réponses: (1) à tous les cours; (2) à la plupart des cours; (3) à quelques cours; (4) jamais ou presque jamais. Les réponses ont été regroupées en quatre dimensions. La dimension «interactivité dans l'apprentissage et l'enseignement» précise à quelle fréquence les élèves ont la possibilité, pendant le cours, d'expliquer leurs idées, de faire part de leur avis sur un sujet et de participer aux discussions de classe. La dimension «travaux pratiques» indique à quelle fréquence le personnel enseignant réalise des expériences en classe ou les élèves en réalisent sur instructions des enseignants. La dimension «recherches personnelles» renseigne sur la fréquence à laquelle les élèves étudient eux-mêmes des questions scientifiques au laboratoire et expérimentent leurs propres idées. La dimension «utilisation de modèles et d'applications» montre, d'une part, à quelle fréquence les enseignants expliquent pendant le cours comment des principes scientifiques s'appliquent à une série de phénomènes et, d'autre part, à quelle fréquence ils mettent en évidence l'importance de notions scientifiques pour l'individu et pour la société et pour la résolution de problèmes quotidiens.

Répartition cantonale des élèves par filière

Les analyses ont été réalisées par filière (exigences élevées/étendues/élémentaires). La répartition des élèves par filière varie beaucoup selon les cantons. Pour tenir compte de tels effets liés à la sélection, la variable «taux cantonal» a été contrôlée statistiquement. Ce contrôle permet de tenir compte de la proportion d'élèves scolarisés dans la filière considérée par rapport à l'effectif total d'élèves dans le canton.

2.4 Méthode d'analyse

Les analyses qui ont été réalisées sont en majorité des analyses de régression multivariées au niveau individuel (niveau des élèves). Ce type d'analyses permet d'estimer l'influence de plusieurs variables indépendantes (le sexe, l'origine sociale, l'ascendance allochtone, par ex.) sur une variable dépendante (par ex. les performances en sciences).

Toutes les analyses portant sur les performances et l'intérêt ont été réalisées à partir de données pondérées, en incluant les cinq valeurs plausibles (*plausible values*). Les erreurs-type des paramètres ont été estimées en utilisant les 80 poids de réplification. Cette méthode a permis de tenir compte du plan d'échantillonnage fort complexe de PISA lors de l'estimation de l'erreur-type (OCDE, 2005).

3 Temps d'enseignement, performances et intérêt

3.1 Temps d'enseignement en sciences et en mathématiques

Le tableau 2 indique le nombre d'heures de cours de sciences et de mathématiques en 9^e, au degré secondaire I. Les chiffres varient parfois considérablement selon les cantons. Ils divergent aussi souvent à l'intérieur d'un canton, selon la filière. Le tableau 10 en annexe donne les mêmes informations pour la 7^e à la 9^e classe du degré secondaire I.

Parmi les élèves de 9^e du degré secondaire I scolarisés dans des écoles aux exigences élevées, ceux du canton de Schaffhouse totalisent le plus grand nombre d'heures

de sciences (213), devant ceux du canton de Saint-Gall (200). En comparaison, les élèves de la même filière dans le canton de Neuchâtel et ceux du canton de Fribourg en comptent environ trois fois moins, soit respectivement 59 et 63 heures. Dans le cas des écoles aux exigences étendues, les disparités cantonales sont du même ordre de grandeur. Ainsi, l'enseignement des sciences représente 183 heures dans le canton de Saint-Gall, contre seulement 59 heures dans le canton de Neuchâtel, c'est-à-dire un tiers de moins. Les élèves scolarisés dans des écoles aux exigences élémentaires dans le canton du Valais se voient dispenser encore moins d'heures de sciences (41). Les élèves des écoles aux

T2 Nombre d'heures en sciences (biologie, chimie, physique et géographie) et en mathématiques (y c. le dessin géométrique), en 9^e, année scolaire 2005/06

	Sciences			Mathématiques		
	Exigences élevées	Exigences étendues	Exigences élémentaires	Exigences élevées	Exigences étendues	Exigences élémentaires
AG	124	169	124	154	154	185
BE (d)	146	94	94	146	117	117
BE (f)	117	117	117	117	146	146
BL	180	120	120	120	150	135
FR (f)	63	95	127	158	158	190
GE	87	87	87	144	144	144
JU	117	117	117	146	146	146
NE	59	59	59	117	146	176
SG	200	183	183	133	167	167
SH	213	161	161	133	176	176
TG	165	150	150	120	150	150
TI	116	116	116	144	144	144
VD	86	114	57	114	143	143
VS (d)	114	63	41	143	158	190
VS (f)	114	63	41	143	158	190
ZH	98	75	75	120	120	120

exigences élevées tendent à avoir plus d'heures de sciences que leurs collègues des écoles aux exigences étendues ou élémentaires.

S'agissant de l'enseignement des mathématiques, les différences entre les cantons sont moins importantes, mais restent substantielles. Parmi les élèves des écoles aux exigences élevées, ceux de la partie francophone du canton de Fribourg arrivent en tête avec 158 heures, ceux du canton de Vaud ferment la marche avec 114 heures. C'est dans le canton de Schaffhouse que les élèves des écoles aux exigences étendues totalisent le plus grand nombre d'heures de mathématiques (176). Dans la partie alémanique du canton de Berne, les élèves de cette filière n'ont que 117 heures de mathématiques. Les écoles aux exigences élémentaires de la partie francophone du canton de Fribourg et celles du Valais dispensent les unes comme les autres 190 heures de mathématiques, alors que celles de la partie alémanique du canton de Berne n'en enseignent que 117 heures. A la différence de ce que l'on peut observer avec les sciences, ce sont les élèves des écoles aux exigences élémentaires qui tendent à recevoir plus d'heures de mathématiques.

3.2 Temps d'enseignement et performances en sciences

Les performances en sciences dépendent de beaucoup de facteurs, notamment de la qualité de l'enseignement. Compte tenu des grandes disparités cantonales dans le temps d'enseignement des sciences et des mathématiques au degré secondaire I, on peut s'attendre à ce que la quantité de l'offre, elle aussi, se répercute sur les performances des élèves. Autrement dit, plus le nombre d'heures données dans une branche est élevé, meilleures seront les performances.

On ne peut cependant pas partir de l'hypothèse que cette corrélation existe de manière identique quelle que soit la filière de degré secondaire I. Les analyses ont donc été effectuées de manière séparée pour les trois filières. La répartition par canton des élèves selon la filière, le sexe, l'origine sociale et l'ascendance allochtone a en outre été contrôlée statistiquement.

Le tableau 3 répertorie les variables prises en compte dans les analyses et montre comment il faut interpréter les effets. Les variables figurent dans la première colonne. L'interprétation des effets est commentée dans

T3 Informations pour interpréter les résultats des analyses de régression

Variable	Effet (B)
Constante (moyenne)	Moyenne du groupe de référence
Garçons	Différence entre les performances des garçons et celles des filles
Allophones, nés en Suisse	Différence entre les performances des élèves allophones nés en Suisse et celles des élèves qui parlent dans la majorité des cas à la maison la langue d'enseignement.
Allophones, nés à l'étranger	Différence entre les performances des élèves allophones nés à l'étranger et celles des élèves qui parlent dans la majorité des cas à la maison la langue d'enseignement.
Origine sociale	Modification des performances si l'indice socioéconomique progresse d'un point
Taux cantonal	Modification des performances si le taux cantonal de la filière correspondante progresse d'1 %
100 heures d'enseignement en 9 ^e	Modification des performances si le temps d'enseignement en 9 ^e est augmenté de 100 heures
n	Nombre d'élèves pris en compte dans l'analyse
R ²	Variance expliquée, c'est-à-dire parts en % des différences de performances ou d'intérêt qui peuvent être expliquées par les variables incluses dans le modèle de régression.

la deuxième colonne. La constante correspond à la moyenne enregistrée pour une fille qui (1) parle dans la majorité des cas à la maison la langue d'enseignement, (2) est issue d'une famille d'origine sociale moyenne, (3) vit dans un canton où la proportion d'élèves dans la filière considérée (exigences élevées/étendues/élémentaires) équivaut à la moyenne des cantons pris en compte et (4) où le temps d'enseignement de la discipline considérée correspond aussi à la moyenne des cantons.

La première variable «garçon» met en évidence la différence qui existe entre les élèves, selon qu'il s'agit de garçons ou de filles. Les tableaux indiquent chaque fois de combien est l'écart entre les performances ou l'intérêt des garçons et les performances ou l'intérêt des filles. Les deux variables relatives à l'ascendance allochtone montrent les différences de performances entre les élèves allophones, nés en Suisse ou à l'étranger, et les élèves parlant dans la majorité des cas à la maison la langue d'enseignement. La variable «origine sociale» permet de connaître l'effet de l'origine sociale sur les performances. L'origine sociale ayant été traduite en un indice du milieu socioéconomique, une modification des performances

est indiquée quand l'indice progresse d'un point. La variable «taux cantonal» renseigne sur les variations des performances ou de l'intérêt des élèves quand le taux cantonal de la filière considérée progresse de 1%. Enfin, la variable «100 heures d'enseignement en 9^e» indique de combien de points les performances ou l'intérêt des élèves varient si ces derniers reçoivent 100 heures de plus d'enseignement dans la discipline considérée.

Le tableau 4 met en évidence l'effet des différentes variables sur les performances en sciences. Il présente les résultats des analyses de régression, qui ont été réalisées séparément pour chaque filière (exigences élevées/étendues/élémentaires). La première colonne énumère les variables dont l'effet sur les performances en sciences est étudié. Les colonnes intitulées «B» chiffrent l'effet des variables étudiées. Les colonnes intitulées «SE» donnent l'erreur-type des effets correspondants. Enfin, les colonnes intitulées «p» donnent la probabilité d'erreur correspondante.

La constante ou moyenne du groupe de référence est égale à 546 points dans la filière aux exigences élevées, à 484 points dans celui aux exigences étendues et à 422 points dans celui aux exigences élémentaires.

T4 Effets sur les compétences en sciences

Variable	Ecoles aux exigences élevées			Ecoles aux exigences étendues			Ecoles aux exigences élémentaires		
	B	SE	p	B	SE	p	B	SE	p
Constante (moyenne)	546.0	(3.1)	0.00	484.0	(4.4)	0.00	422.4	(4.6)	0.00
Garçons	17.2	(2.0)	0.00	24.8	(2.6)	0.00	22.2	(2.9)	0.00
Allophones, nés en Suisse	-30.0	(5.6)	0.00	-37.6	(4.3)	0.00	-42.0	(4.7)	0.00
Allophones, nés à l'étranger	-38.9	(5.3)	0.00	-44.4	(8.0)	0.00	-56.8	(5.2)	0.00
Origine sociale	11.0	(1.3)	0.00	7.8	(2.0)	0.00	9.5	(2.4)	0.00
Taux cantonal: exigences élevées	-1.7	(0.1)	0.00						
Taux cantonal: exigences étendues				1.8	(0.3)	0.00			
Taux cantonal: exigences élémentaires				1.8	(0.2)	0.00	1.5	(0.2)	0.00
100 heures d'enseignement en 9 ^e	18.6	(3.9)	0.00	12.4	(5.0)	0.01	14.8	(4.3)	0.00
n	6629			6406			4792		
R ²	27%			21%			18%		

B = Coefficient de régression non standardisé

SE = Erreur-type du coefficient de régression

p = Valeur p

Dans les trois filières en question, les garçons réalisent de meilleures performances en sciences que les filles. La différence, statistiquement significative, se chiffre à 17 points dans les écoles aux exigences élevées, à 25 points dans celles aux exigences étendues et à 22 points dans les écoles aux exigences élémentaires.

Les performances en sciences des élèves allophones, nés en Suisse, sont significativement plus mauvaises, quelle que soit la filière, que celles des élèves parlant en majorité la langue d'enseignement. Plus la filière est exigeante, moins les différences de performances sont grandes entre les deux groupes. La différence se chiffre à 30 points dans les écoles aux exigences élevées, à 38 points dans celles aux exigences étendues et à 42 points dans les écoles aux exigences élémentaires. Le déficit des élèves allophones nés à l'étranger est encore plus marqué. Il s'accroît à mesure que les exigences de la filière vont diminuant. De 39 points dans les écoles aux exigences élevées, la différence passe à 45 points dans celles aux exigences étendues et à 57 points dans les écoles aux exigences élémentaires.

Les performances dépendent de l'origine sociale, aussi à l'intérieur d'une filière donnée. Plus cette origine est élevée, meilleures sont les performances. Si l'indice socio-économique progresse d'une unité, les performances des élèves des écoles aux exigences élevées s'accroissent de 11 points, celles des élèves des écoles aux exigences étendues de 8 points et celles des élèves des écoles aux exigences élémentaires de 10 points.

La répartition, à l'intérieur du canton, des élèves par filière a aussi un impact statistiquement significatif sur les performances en sciences.

Dans les écoles aux exigences élevées, on obtient la corrélation suivante: plus le taux cantonal d'élèves scolarisés dans ces écoles est élevé, plus les performances sont mauvaises. Cela signifie que si, par exemple, la proportion de gymnasiens et de gymnasiennes augmente de 10% dans un canton, leurs performances diminuent de 17 points ($-17 = 10 \times -1.7$).

La corrélation inverse est observée dans le cas des écoles aux exigences élémentaires: plus le taux cantonal d'élèves scolarisés dans ces écoles est élevé, meilleures sont les performances des élèves. Si, par exemple, la proportion des élèves d'écoles à exigences élémentaires augmente de 10%, leurs performances s'améliorent en moyenne de 15 points.

Le taux cantonal a aussi une influence sur les performances des élèves des écoles aux exigences étendues. Il faut toutefois tenir compte du fait que le taux d'élèves des écoles aux exigences étendues représente une autre

proportion de la population selon la valeur que prend le taux d'élèves des écoles aux exigences élémentaires. On observe ainsi les deux corrélations suivantes: (1) plus le taux d'élèves des écoles aux exigences élémentaires est élevé, celui des élèves des écoles aux exigences étendues restant inchangé, meilleures sont les performances des élèves des écoles aux exigences étendues. Si, par exemple, la part d'élèves d'écoles aux exigences élémentaires progresse de 10%, la part d'élèves des écoles aux exigences étendues restant par ailleurs inchangée, les performances de ces derniers s'améliorent de 18 points. (2) Plus le taux d'élèves des écoles aux exigences étendues est élevé, celui des élèves des écoles aux exigences élémentaires restant inchangé, meilleures sont les compétences des élèves des écoles aux exigences étendues. Si, par exemple, la part d'élèves des écoles aux exigences étendues progresse de 10%, la part d'élèves d'écoles aux exigences élémentaires restant par ailleurs inchangée, les compétences des élèves des écoles aux exigences étendues augmentent de 18 points.

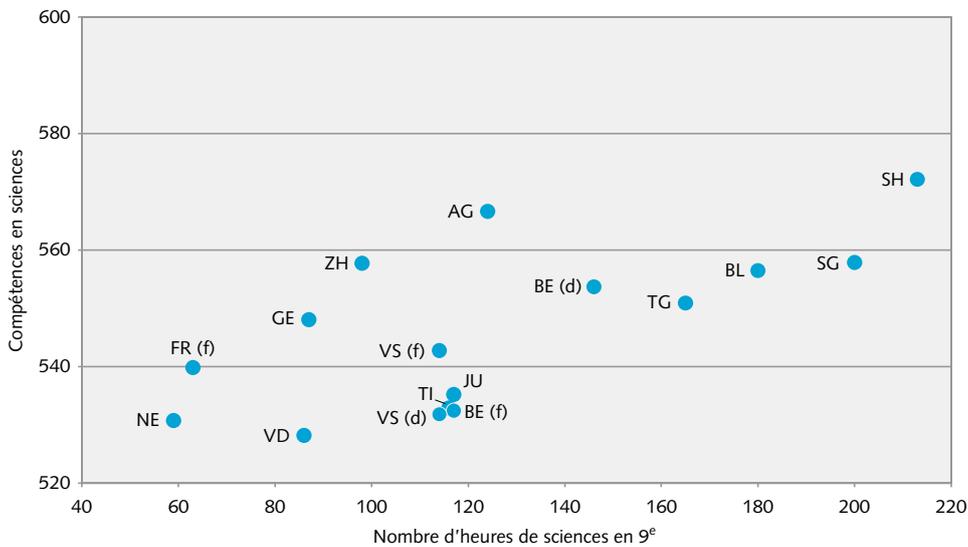
Les performances en sciences dépendent également du temps qui est consacré à leur enseignement en 9^e. Si ce temps est augmenté de 100 heures, les performances des élèves des écoles aux exigences élevées s'accroissent de 19 points environ, celles des élèves des écoles aux exigences étendues de 12 points et celles des élèves des écoles aux exigences élémentaires de 15 points.

Si, au lieu de prendre le temps d'enseignement en 9^e, on considère celui de la 7^e à la 9^e au degré secondaire I (voir le tableau 10 en annexe), la corrélation entre le temps d'enseignement et les performances n'est plus que de 8 points pour les élèves des écoles aux exigences étendues et de 11 points pour ceux des écoles aux exigences élémentaires. Dans le cas des écoles aux exigences élevées, par contre, on n'observe pas d'influence statistiquement significative du temps d'enseignement de la 7^e à la 9^e sur les performances en sciences.

Les pourcentages figurant sur la ligne «R²» indiquent la part des différences de performances qui peut être expliquée par les variables considérées. Ce sont les différences entre les élèves des écoles aux exigences élevées qui peuvent être le mieux expliquées par le modèle (27%). Celles constatées entre les élèves des écoles aux exigences étendues comme entre les élèves des écoles aux exigences élémentaires s'expliquent beaucoup plus difficilement (respectivement 21 et 18%). Les variables considérées ne permettent par conséquent pas d'expliquer la majeure partie des différences.

Les figures de 1 à 3 représentent les corrélations existant entre le temps d'enseignement et les performances

Fig. 1 Performances en sciences selon le nombre d'heures d'enseignement au degré secondaire I (classe de 9^e): exigences élevées



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

en sciences. La position d'un canton résulte du nombre d'heures consacrées aux sciences dans ses classes de 9^e et des performances moyennes, contrôlées statistiquement, de ses élèves⁴.

La figure 1 illustre la position des cantons en fonction du temps d'enseignement et des performances des élèves des écoles aux exigences élevées. Dans le canton de Neuchâtel, par exemple, les écoles aux exigences élevées dispensent un nombre d'heures de sciences comparativement moins élevé, ce qui explique que ce canton figure à gauche du graphique. Les écoles aux exigences élevées du canton de Schaffhouse, par contre, offrent plus d'heures de sciences, d'où la place de ce canton sur la droite du graphique.

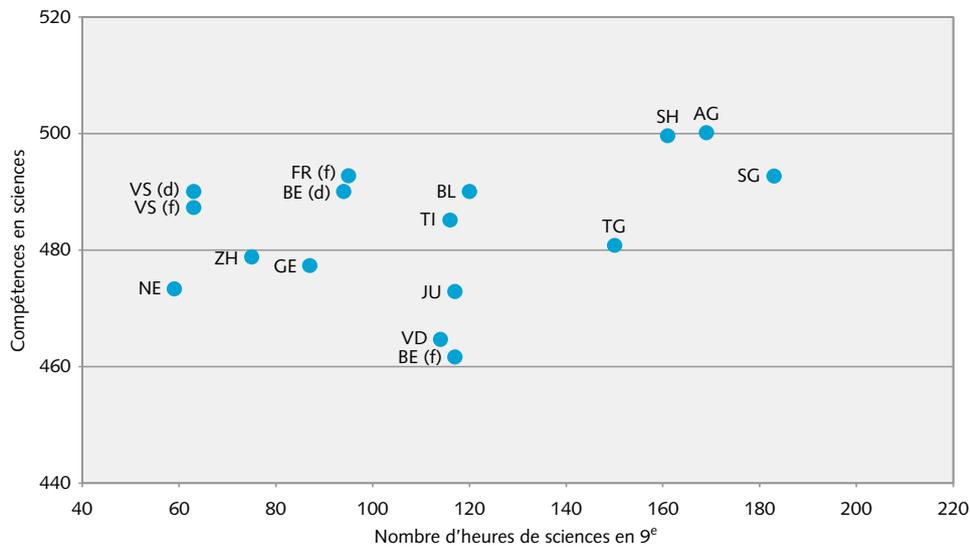
La figure 2 illustre la position des cantons en fonction du temps d'enseignement et des performances des élèves des écoles aux exigences étendues. Il ressort de ce

graphique que, dans cette filière, le temps d'enseignement en 9^e a moins d'impact sur les performances que dans les écoles aux exigences élevées.

Enfin, la figure 3 illustre la position des cantons en fonction du temps d'enseignement et des performances des élèves des écoles aux exigences élémentaires. Les parties francophone et alémanique du canton du Valais occupent une position à part. Les performances moyennes y sont relativement élevées en dépit d'un nombre d'heures très faible. D'autres analyses ont montré que la corrélation entre le temps d'enseignement et les performances est plus marquée si les deux parties du canton sont exclues des analyses. Abstraction faite du canton du Valais, les performances des élèves des écoles aux exigences élémentaires s'améliorent de 21 points si 100 heures de plus d'enseignement sont données.

⁴ Les performances moyennes, contrôlées statistiquement, des élèves d'un canton ont été calculées à partir des résultats des analyses de régression au niveau individuel, ces résultats ayant ensuite été agrégés au niveau cantonal. Dans les analyses de régression, le sexe, l'origine sociale, l'ascendance allochtone, la répartition cantonale des élèves par filière et le temps d'enseignement en 9^e ont été contrôlés statistiquement. Pour représenter la position de chaque canton, on a en outre veillé à avoir des écarts de performances et de temps d'enseignement – variables selon la filière – d'égale grandeur.

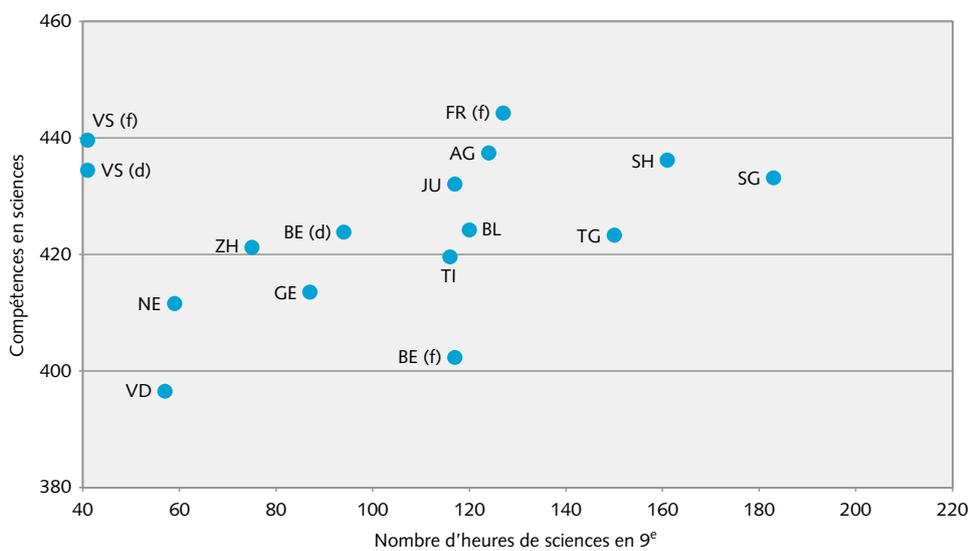
Fig. 2 Performances en sciences selon le nombre d'heures d'enseignement au degré secondaire I (classe de 9^e): exigences étendues



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Fig. 3 Performances en sciences selon le nombre d'heures d'enseignement au degré secondaire I (classe de 9^e): exigences élémentaires



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

3.3 Temps d'enseignement et intérêt pour les sciences

Le tableau 5 montre l'effet de chaque variable considérée sur l'intérêt pour les sciences. Les résultats peuvent être interprétés comme ceux présentés dans le tableau 4 et concernant l'effet de ces variables sur les performances. A l'image des performances, l'intérêt a été mesuré sur une échelle PISA, avec une moyenne $M = 500$ points et un écart-type $SD = 100$ points. Les analyses ont là encore été réalisées séparément pour chaque filière.

La constante ou moyenne du groupe de référence est égale à 505 points dans la filière aux exigences élevées, à 477 points dans celui aux exigences étendues et à 482 points dans celui aux exigences élémentaires.

Les garçons scolarisés dans des écoles aux exigences étendues s'intéressent davantage aux problèmes scientifiques que les filles. La différence entre garçons et filles est statistiquement significative, mais très faible (9 points). Chez les élèves d'écoles aux exigences élevées ou élémentaires, par contre, on n'observe pas de différence statistiquement significative.

L'ascendance allochtone des élèves joue aussi un rôle. L'intérêt pour les sciences des élèves allophones, nés en Suisse et scolarisés dans des écoles aux exigences étendues est significativement plus grand que celui des élèves qui parlent dans la majorité des cas à la maison la langue d'enseignement (différence de 13 points). L'intérêt est encore plus marqué chez les élèves allophones nés à l'étranger. La différence statistiquement significative que l'on observe par rapport aux élèves qui parlent dans la majorité des cas à la maison la langue d'enseignement se chiffre à 18 points dans les écoles aux exigences étendues et à 38 points dans celles aux exigences élémentaires.

Une corrélation statistiquement significative existe entre l'origine sociale et l'intérêt pour les sciences. Cet intérêt est d'autant plus grand que l'origine sociale, mesurée par l'indice socioéconomique, est élevée. L'origine sociale a toutefois un impact moindre sur l'intérêt (de 5 à 6 points) que sur les performances en sciences (de 8 à 11 points) (voir le tableau 4).

Les taux cantonaux jouent un rôle, faible mais statistiquement significatif, seulement dans le cas des écoles

T5 Effets sur l'intérêt pour les sciences

Variable	Ecoles aux exigences élevées			Ecoles aux exigences étendues			Ecoles aux exigences élémentaires		
	B	SE	p	B	SE	p	B	SE	p
Constante (moyenne)	505.3	(5.8)	0.00	477.1	(5.8)	0.00	481.8	(7.6)	0.00
Garçons	1.3	(3.5)	0.71	8.8	(3.6)	0.01	7.1	(4.5)	0.12
Allophones, nés en Suisse	-2.1	(5.9)	0.72	13.3	(6.6)	0.04	9.5	(6.3)	0.13
Allophones, nés à l'étranger	14.2	(10.5)	0.18	17.6	(8.2)	0.03	38.3	(6.0)	0.00
Origine sociale	6.3	(1.8)	0.00	5.1	(2.1)	0.02	5.9	(2.9)	0.04
Taux cantonal: exigences élevées	-0.3	(0.1)	0.00						
Taux cantonal: exigences étendues				-0.4	(0.3)	0.22			
Taux cantonal: exigences élémentaires				0.3	(0.2)	0.18	0.6	(0.2)	0.01
100 heures d'enseignement en 9 ^e	15.7	(5.7)	0.01	4.0	(6.8)	0.56	-6.6	(5.0)	0.18
n	6629			6406			4792		
R ²	2%			1%			2%		

B = Coefficient de régression non standardisé

SE = Erreur-type du coefficient de régression

p = Valeur p

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

aux exigences élevées et aux exigences élémentaires. Si le taux d'élèves des écoles aux exigences élevées progresse de 10%, l'intérêt de ces élèves recule de 3 points. En cas de hausse de 10% du taux d'élèves des écoles aux exigences élémentaires, l'intérêt de ces élèves augmente de 6 points.

Une corrélation entre le temps d'enseignement en 9^e et l'intérêt pour les sciences n'est statistiquement significative que dans les écoles aux exigences élevées. Plus l'offre est riche, plus l'intérêt des élèves est grand. Dans les écoles aux exigences étendues ou élémentaires, on ne relève pas de corrélation significative.

La ligne «R²» fait apparaître un résultat important qui indique la part des différences d'intérêt qui peut être expliquée par les variables considérées. Cette part représente au maximum 2% pour chacune des filières. L'intérêt pour les sciences dépend en fait d'une foule d'autres facteurs, qui n'ont pas été retenus pour cette étude.

Si, au lieu de prendre le temps d'enseignement en 9^e, on considère celui de la 7^e à la 9^e au degré secondaire I (voir le tableau 10 en annexe), on ne constate pas de corrélation statistiquement significative entre le temps d'enseignement et l'intérêt pour les sciences, quelle que soit la filière.

Les graphiques représentant les corrélations entre le temps d'enseignement et l'intérêt pour les sciences au niveau cantonal figurent en annexe (figures 4, 5 et 6). Leur interprétation est identique à celle des figures 1, 2 et 3. Comme dans le tableau 5, les résultats par canton ne présentent une corrélation positive entre le temps d'enseignement et l'intérêt pour les sciences que pour les écoles aux exigences élevées.

3.4 Temps d'enseignement et performances en mathématiques

Le tableau 6 met en évidence le rôle des variables considérées sur les performances en mathématiques. L'interprétation est identique à celle des résultats présentés dans le tableau 4, relatif aux performances en sciences.

Les performances en mathématiques sont légèrement plus élevées que celles en sciences, ce que reflètent les constantes. La moyenne du groupe de référence dans les écoles aux exigences élevées est de 551 points, celle établie pour les écoles aux exigences étendues est de 499 points et celle pour les écoles aux exigences élémentaires de 432 points.

Les performances en mathématiques des garçons sont significativement meilleures, du point de vue statistique,

que celles des filles. Les différences s'échelonnent entre 25 points dans les écoles aux exigences élevées et 31 points dans les écoles aux exigences élémentaires.

Les élèves allophones, nés en Suisse, réalisent des performances en mathématiques significativement moins bonnes que celles des élèves parlant dans la majorité des cas à la maison la langue d'enseignement. Dans les écoles aux exigences élevées, la différence est de 21 points et dans les écoles aux exigences élémentaires de 28 points. La différence diminue à mesure que les exigences des écoles augmentent: cette observation avait déjà été faite dans le cas des sciences (voir le tableau 4). On constate également que les différences de performances en mathématiques entre les élèves allophones, nés à l'étranger, et les élèves parlant dans la majorité des cas à la maison la langue d'enseignement sont plus marquées. La différence se chiffre à 35 points dans les écoles aux exigences élevées, à 38 points dans celles aux exigences étendues et à 47 points dans les écoles aux exigences élémentaires.

La corrélation entre l'origine sociale et les performances en mathématiques est statistiquement significative, mais un peu moins forte que celle observée pour les sciences. Si l'indice socioéconomique progresse d'une unité, les performances des élèves des écoles aux exigences élevées s'accroissent de 9 points, celles des élèves des écoles aux exigences étendues de 6 points et celles des élèves des écoles aux exigences élémentaires de 8 points.

La répartition, au sein d'un canton donné, des élèves par filière joue un rôle un peu plus important pour les performances en mathématiques que pour celles en sciences.

Dans le cas des écoles aux exigences élevées, on obtient la corrélation suivante: plus le taux cantonal d'élèves scolarisés dans des écoles aux exigences élevées est élevé, plus les performances sont mauvaises dans cette filière. Si la part d'élèves scolarisés dans ces écoles s'accroît de 10%, les performances des élèves reculent de 20 points.

La corrélation est à nouveau inverse dans le cas des écoles aux exigences élémentaires: plus le taux cantonal d'élèves scolarisés dans des écoles aux exigences élémentaires est élevé, meilleures sont les performances dans cette filière. Si la part d'élèves scolarisés dans ces écoles s'accroît de 10%, les performances progressent de 18 points.

Dans le cas des écoles aux exigences étendues, on observe les deux corrélations suivantes: (1) plus le taux d'élèves des écoles aux exigences élémentaires est élevé,

T 6 Effets sur les performances en mathématiques

Variable	Ecoles aux exigences élevées			Ecoles aux exigences étendues			Ecoles aux exigences élémentaires		
	B	SE	p	B	SE	p	B	SE	p
Constante (moyenne)	550.8	(3.5)	0.00	499.4	(4.2)	0.00	432.4	(4.7)	0.00
Garçons	25.2	(2.2)	0.00	29.0	(2.5)	0.00	30.9	(2.8)	0.00
Allophones, nés en Suisse	-20.7	(5.2)	0.00	-27.8	(5.9)	0.00	-27.8	(4.5)	0.00
Allophones, nés à l'étranger	-34.6	(5.6)	0.00	-37.9	(7.9)	0.00	-47.3	(4.8)	0.00
Origine sociale	8.8	(1.3)	0.00	5.5	(1.9)	0.00	7.7	(2.5)	0.00
Taux cantonal: exigences élevées	-2.0	(0.1)	0.00						
Taux cantonal: exigences étendues				2.0	(0.3)	0.00			
Taux cantonal: exigences élémentaires				1.9	(0.3)	0.00	1.8	(0.2)	0.00
100 heures d'enseignement en 9 ^e	36.6	(12.2)	0.00	15.6	(13.5)	0.25	31.4	(9.7)	0.00
n	6629			6406			4792		
R ²	25%			19%			15%		

B = Coefficient de régression non standardisé

SE = Erreur-type du coefficient de régression

p = Valeur p

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

celui des élèves des écoles aux exigences étendues restant inchangé, meilleures sont les performances des élèves des écoles aux exigences étendues. Si, par exemple, la part d'élèves d'écoles aux exigences élémentaires progresse de 10%, la part d'élèves des écoles aux exigences étendues restant par ailleurs inchangée, les performances de ces derniers s'améliorent de 19 points. (2) Plus le taux d'élèves des écoles aux exigences étendues est élevé, celui des élèves des écoles aux exigences élémentaires restant inchangé, meilleures sont les performances des élèves des écoles aux exigences étendues. Si, par exemple, la part d'élèves des écoles aux exigences étendues progresse de 10%, la part d'élèves des écoles élémentaires restant par ailleurs inchangée, les performances des élèves des écoles aux exigences étendues s'améliorent de 20 points.

La corrélation entre le temps d'enseignement en 9^e et les performances en mathématiques est plus marquée que celle observée dans le cas des sciences. Si ce temps est augmenté de 100 heures, les performances des élèves des écoles aux exigences élevées s'accroissent de 37 points et celles des élèves des écoles aux exigences élémentaires de 32 points. Il n'y a par contre pas de corrélation statistiquement significative entre le temps d'en-

seignement et les performances en mathématiques dans les écoles aux exigences étendues. Si l'on fait toutefois abstraction du canton de Zurich et de la partie alémanique du canton de Berne (figure 6.5), on relève un effet statistiquement significatif du temps d'enseignement sur les performances en mathématiques aussi dans les écoles aux exigences étendues. Si le temps d'enseignement en 9^e est augmenté de 100 heures, ces performances s'améliorent d'environ 80 points.

Si, au lieu de prendre le temps d'enseignement en 9^e, on considère celui de la 7^e à la 9^e, la corrélation entre le temps d'enseignement et les performances en mathématiques se réduit sensiblement. Elle est alors de 15 points dans les écoles aux exigences élevées et de 10 points dans les écoles aux exigences élémentaires. Dans la filière aux exigences étendues, on n'observe pas d'effet statistiquement significatif du temps d'enseignement sur les performances dans les classes de 7^e à 9^e, le taux cantonal étant statistiquement contrôlé. Les variables relatives au temps d'enseignement en classes de 7^e à 9^e et le taux de filière aux exigences étendues sont toutefois fortement corrélés. Cela signifie que l'effet ne peut pas être clairement attribué à une des deux variables.

Si le taux cantonal n'est pas statistiquement contrôlé,

on observe un effet significatif du temps d'enseignement sur les performances. Si 100 heures de plus sont données en mathématiques en classes de 7^e à 9^e, les performances des élèves des écoles aux exigences étendues s'améliorent de 20 points. Cet effet pourrait toutefois aussi résulter du taux cantonal.

Les graphiques représentant les corrélations entre le temps d'enseignement et les performances en mathématiques au niveau cantonal figurent en annexe (figures 7, 8 et 9). Leur interprétation est identique à celle des figures 1, 2 et 3.

4 Organisation de l'enseignement, performances et intérêt

4.1 Organisation de l'enseignement

Le tableau 7 donne plus de précisions sur l'organisation des cours, à partir des données figurant dans les programmes. Au degré primaire, l'enseignement des sciences est pluridisciplinaire dans tous les cantons. Au degré secondaire I, les sciences ne sont plus enseignées sous cette forme, dans les écoles aux exigences élémentaires, que dans neuf cantons ou parties de canton sur 16; dans les écoles aux exigences étendues, que dans 7 cantons ou parties de canton sur 16 et, dans les écoles aux exigences élevées, que dans trois cantons ou parties de canton sur 16.

Il est utile de rappeler encore une fois qu'il existe une grande variété de formes d'enseignement pluridisciplinaire (chapitre 1.4). Les interprétations tout comme la mise en œuvre de cet enseignement peuvent être très différentes. Enfin, les objectifs fixés dans le programme et concernant l'organisation des cours de sciences ne doivent pas obligatoirement être réalisés sous la forme prévue. L'analyse ci-après, qui considère, d'une part, l'organisation de l'enseignement et, d'autre part, les performances en sciences ou l'intérêt pour cette discipline, est donc principalement de type exploratoire.

T7 Organisation de l'enseignement (cours spécifique) dans les cantons ayant un échantillon représentatif, année scolaire 2005/06

	Degré primaire	Degré secondaire I		
		Exigences élevées	Exigences étendues	Exigences élémentaires
AG	pluridisciplinaire			pluridisciplinaire
BE (d)	pluridisciplinaire		pluridisciplinaire	pluridisciplinaire
BE (f)	pluridisciplinaire	pluridisciplinaire	pluridisciplinaire	pluridisciplinaire
BL	pluridisciplinaire			pluridisciplinaire
FR (f)	pluridisciplinaire			
GE	pluridisciplinaire			
JU	pluridisciplinaire	pluridisciplinaire	pluridisciplinaire	pluridisciplinaire
NE	pluridisciplinaire			
SG	pluridisciplinaire		pluridisciplinaire	pluridisciplinaire
SH	pluridisciplinaire			
TG	pluridisciplinaire			
TI	pluridisciplinaire	pluridisciplinaire	pluridisciplinaire	pluridisciplinaire
VD	pluridisciplinaire			
VS (d)	pluridisciplinaire		pluridisciplinaire	pluridisciplinaire
VS (f)	pluridisciplinaire		pluridisciplinaire	pluridisciplinaire
ZH	pluridisciplinaire			

4.2 Organisation de l'enseignement, performances et intérêt

Les sciences constituaient le point fort de l'enquête PISA 2006. Plusieurs exercices ont donc été proposés dans ce domaine aux élèves. Les résultats obtenus peuvent être différenciés en considérant les trois domaines de compétence scientifique suivants:

1. «Identifier des questions d'ordre scientifique» (par exemple, comprendre les principales caractéristiques d'une expérience scientifique)
2. «Expliquer des phénomènes de manière scientifique» (par exemple, appliquer des connaissances scientifiques et décrire et interpréter des phénomènes scientifiques)
3. «Utiliser des faits scientifiques» (par exemple, interpréter des faits scientifiques, en tirer des conclusions et les communiquer)

L'OCDE met ces trois domaines de compétence en relation avec les étapes du raisonnement scientifique. Un problème doit commencer par être identifié, puis les connaissances relatives aux phénomènes scientifiques sont appliquées et, enfin, les résultats sont interprétés et utilisés. Souvent, les élèves sont en mesure d'expliquer des phénomènes de manière scientifique, à condition toutefois d'avoir été familiarisés avec des connaissances et des théories scientifiques. Une solide culture scientifi-

que suppose aussi la capacité à identifier des questions scientifiques et à donner une interprétation plausible aux résultats. Si certaines lacunes sont relevées dans les domaines de compétence «identifier des questions d'ordre scientifique» et «utiliser des faits scientifiques», il y a lieu de s'interroger sur la forme sous laquelle l'enseignement scientifique doit être dispensé. Des lacunes dans domaine de compétence «expliquer des phénomènes de manière scientifique», en revanche, signifient que le personnel enseignant devrait davantage se concentrer sur la transmission de connaissances scientifiques (OCDE, 2007).

Le tableau 8 récapitule les résultats des analyses de régression consacrées au rôle de l'organisation de l'enseignement. Il présente l'effet de l'enseignement pluridisciplinaire, comparé à l'enseignement par matière, sur les performances en sciences, sur les trois domaines de compétence et sur l'intérêt pour les sciences. Les variables sexe, origine sociale, ascendance allochtone, répartition cantonale des élèves selon la filière et temps d'enseignement en 9^e ont été contrôlées statistiquement.

L'effet de l'enseignement pluridisciplinaire sur les performances en sciences est significativement négatif dans les écoles aux exigences élevées et significativement positif dans les écoles aux exigences étendues ou élémentaires. Dans les écoles aux exigences élevées, les performances des élèves suivant un enseignement pluridisciplinaire en sciences sont inférieures de 15 points à celles des élèves ayant un enseignement par matière.

T8 Rôle de l'organisation de l'enseignement pour les compétences en sciences et l'intérêt pour cette discipline

Dimensions	Ecoles aux exigences élevées			Ecoles aux exigences étendues			Ecoles aux exigences élémentaires		
	B	SE	p	B	SE	p	B	SE	p
Compétences en sciences	-15.2	(3.1)	0.00	6.7	(2.7)	0.01	8.8	(3.7)	0.02
Domaine de compétence: expliquer des phénomènes de manière scientifique	-14.8	(3.4)	0.00	5.3	(3.0)	0.08	8.6	(3.6)	0.02
Domaine de compétence: identifier des questions d'ordre scientifique	-16.5	(3.4)	0.00	4.2	(2.5)	0.09	8.6	(3.9)	0.03
Domaine de compétence: utiliser des faits scientifiques	-16.5	(3.7)	0.00	9.8	(3.1)	0.00	10.0	(4.1)	0.01
Intérêt pour les sciences	5.9	(3.2)	0.07	2.7	(4.3)	0.53	8.6	(4.0)	0.03

B = Coefficient de régression non standardisé

SE = Erreur-type du coefficient de régression

p = Valeur p

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Les performances des élèves qui suivent un enseignement pluridisciplinaire sont en revanche supérieures de 7 points dans les écoles aux exigences étendues et de 9 points dans les écoles aux exigences élémentaires. Les effets de l'organisation sur les performances se retrouvent sur les trois domaines de compétence, à cela près que, dans les écoles aux exigences élevées et pour ce qui est des domaines «expliquer des phénomènes de manière scientifique» et «identifier des questions d'ordre scientifique», ils ne sont statistiquement pas significatifs.

En ce qui concerne l'intérêt pour les sciences, on n'observe un effet significatif de l'organisation de l'enseignement que dans les écoles aux exigences élémentaires. Les élèves y suivant un enseignement pluridisciplinaire montrent un intérêt supérieur de 9 points à celui de leurs collègues qui reçoivent un enseignement par matière.

Il faut toutefois relativiser, dans les écoles aux exigences élevées, l'effet négatif de l'enseignement pluridisciplinaire sur les performances en sciences et les trois domaines de compétence considérés. Dans cette filière, l'enseignement pluridisciplinaire des sciences n'est proposé que dans la partie francophone du canton de Berne et dans les cantons du Jura et du Tessin (voir le tableau 7). Il se peut que les effets observés soient aussi liés à d'autres facteurs communs à ces trois cantons. Les résultats concernant les écoles aux exigences étendues et celles aux exigences élémentaires concernent en revanche des cantons faisant partie des deux régions linguistiques, francophone et alémanique.

lorsqu'il est pluridisciplinaire. Ce résultat est valable pour les trois filières. Les différences sont relativement grandes. Selon les élèves des écoles aux exigences élevées, les cours par matière sont significativement plus axés sur l'application des connaissances et les cours pluridisciplinaires sur l'enseignement et l'apprentissage interactifs. Dans les écoles aux exigences élémentaires, l'initiation à l'investigation scientifique a lieu significativement plus souvent dans les cours par matière que dans les cours pluridisciplinaires. On n'observe par ailleurs pas de différence statistiquement significative entre les deux formes d'organisation de l'enseignement.

4.3 Organisation de l'enseignement et sa perception par les élèves

Une échelle comprenant quatre degrés a été utilisée pour évaluer les déclarations des élèves sur l'enseignement. Ces derniers devaient indiquer si l'activité en question était pratiquée (1) à tous les cours; (2) à la plupart des cours; (3) à quelques cours; (4) jamais ou presque jamais. Leurs réponses ont été réunies en quatre indices, chacun étant standardisé de telle sorte que la moyenne de l'OCDE soit équivalente à 0 et l'écart-type à 1. Le tableau 9 donne les moyennes (M) de ces indices selon l'organisation de l'enseignement (par matière et pluridisciplinaire), les différences entre ces moyennes (D), l'erreur-type de ces différences (SE) et la probabilité d'erreur (p).

La réalisation d'expériences par le personnel enseignant et par les élèves sur instruction de ce dernier se produit significativement plus souvent, de l'avis des élèves, lorsque l'enseignement est donné par matière que

T9 Perception par les élèves de l'enseignement, selon les formes d'enseignement

	Enseignement par matière	Enseignement pluridisciplinaire			
	M	M	D	SE	p
Interactivité dans l'apprentissage et l'enseignement					
Exigences élevées	-0.07	0.18	-0.25	(0.04)	0.00
Exigences étendues	-0.09	-0.04	-0.05	(0.05)	0.32
Exigences élémentaires	0.04	0.10	-0.06	(0.04)	0.13
Travaux pratiques					
Exigences élevées	0.30	-0.15	0.45	(0.04)	0.00
Exigences étendues	0.31	0.05	0.26	(0.06)	0.00
Exigences élémentaires	-0.01	-0.23	0.22	(0.06)	0.00
Recherches personnelles					
Exigences élevées	-0.14	-0.09	-0.05	(0.04)	0.21
Exigences étendues	0.06	0.01	0.05	(0.05)	0.32
Exigences élémentaires	0.31	0.20	0.11	(0.04)	0.01
Utilisation de modèles et d'applications					
Exigences élevées	0.28	0.02	0.26	(0.04)	0.00
Exigences étendues	0.15	0.16	-0.01	(0.06)	0.87
Exigences élémentaires	0.01	-0.09	0.10	(0.06)	0.10

M = Moyenne

D = Différence des moyennes

SE = Erreur-type de la différence

p = Valeur p de la différence

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Conclusion

Les résultats de ces analyses montrent que l'adaptation des grilles horaires constitue un moyen d'intervention efficace. L'augmentation du nombre d'heures a de fortes chances d'entraîner une amélioration des performances. Il existe en effet une corrélation statistiquement significative entre le temps d'enseignement et les performances. Si les élèves reçoivent une heure de sciences de plus par semaine (40 semaines d'école par an), leurs performances s'améliorent d'une valeur comprise entre 5 et 8 points selon la filière. En mathématiques, l'amélioration oscille entre 6 et 15 points.

Même si la corrélation entre temps d'enseignement et performances est significative, ces résultats montrent aussi clairement que l'aspect quantitatif de l'offre n'est qu'un facteur parmi beaucoup d'autres qui influencent les performances scolaires. En fait, l'impact sur les performances et l'intérêt peut probablement être beaucoup plus grand si l'on prend des mesures pour améliorer la qualité de l'enseignement plutôt que d'augmenter le nombre d'heures de cours. Par ailleurs, toute hausse dans une matière se fait le plus souvent au détriment d'une autre, ce qui peut avoir des répercussions positives ou négatives aussi bien sur les performances que sur l'intérêt.

Il ressort en outre de ces résultats que les méthodes pédagogiques ne suffisent pas nécessairement à améliorer les performances et l'intérêt des élèves. Que les sciences soient enseignées par matière ou de manière pluridisciplinaire joue un rôle secondaire pour les performances comme pour l'intérêt pour cette discipline. Bien qu'en partie statistiquement significatives, les différences sont quasiment insignifiantes dans la pratique. L'effet négatif de l'enseignement pluridisciplinaire sur les performances scientifiques des élèves des écoles aux exigences élevées, d'une part, et l'effet positif de cet enseignement sur les performances scientifiques des élèves des écoles aux exigences élémentaires montent avant tout une chose: la structure apparente de l'enseignement importe pour finir peu. Une évaluation de l'enseignement pluridisciplinaire ne serait d'ailleurs pas fiable dans la mesure

où les objectifs concernant l'organisation de l'enseignement scientifique ne sont pas obligatoirement mis en pratique comme le prévoit le programme.

Un autre résultat qui est mis en évidence a trait à la répartition des élèves par filière du degré secondaire I. Le taux cantonal d'élèves d'une filière donnée a un effet sur les performances de ces élèves. Il s'agit là d'une variable sur laquelle la politique de l'éducation peut agir de manière relativement simple. Plus le pourcentage d'élèves scolarisés dans des écoles aux exigences élevées est élevé dans un canton, plus les performances moyennes de ces élèves sont basses. Si dans un canton, par exemple, 30% d'élèves fréquentent le gymnase, leurs performances moyennes en sciences sont environ inférieures de 17 points à celles enregistrées dans un canton où seulement 20% des élèves vont au gymnase.

Inversement, les performances moyennes des élèves des écoles aux exigences élémentaires s'améliorent quand la part cantonale de ces élèves (en %) s'accroît. Si dans un canton, par exemple, 30% d'élèves fréquentent une école aux exigences élémentaires, leurs performances moyennes en sciences sont environ supérieures de 15 points à celles enregistrées dans un canton où seulement 20% des élèves sont scolarisés dans cette filière.

Cette corrélation entre les taux cantonaux et les performances est certes purement liée à la sélection, mais elle renvoie à un problème, en relation avec le degré secondaire I, qui n'est pas résolu: du fait qu'il est défini en fonction de la filière fréquentée, le diplôme scolaire ne permet pas en Suisse de tirer des conclusions fiables sur les compétences d'un ou d'une élève. Si l'on considère le fait que les diplômes scolaires donnent certains droits à leurs titulaires, il paraît souhaitable de mener un débat sur une évaluation des compétences qui ne dépende pas de la filière.

Bibliographie

- DFI/CDIP** (2007, 27 juin). *Valorisation du statut des sciences expérimentales et du travail de maturité dans la formation gymnasiale*. Berne.
Accessible sous <http://www.edi.admin.ch>
- CDIP** (2008). *Grilles horaires de la scolarité obligatoire*. Berne: Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique (CDIP).
Accessible sous: <http://edudoc.ch> [23.06.08].
- Fend, H.** (1998). *Qualität im Bildungswesen. Schulforschung zu Systembedingungen, Schulprofilen und Lehrerleistung*. Weinheim: Juventa.
- Furger, M.** (2008, 22 mars). Bildungsdirektion will Naturwissenschaften aufwerten: Experten stellen mangelhafte Kenntnisse bei Lehrerinnen und Lehrern fest. *Neue Zürcher Zeitung*, 68.
- Jaschob, D.** (2008, 16 septembre). Die Konjunktur des «Ingenieurmangels». *Neue Zürcher Zeitung*, 216, p. 17.
- Kiener, U.** (2005). *Zukunft Engineering. Eine Expertenbefragung in der Schweiz*. Winterthur: Kiener Sozialforschung.
- Labudde, P.** (2004). Fächerübergreifender Unterricht in Naturwissenschaften: Bausteine für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 22 (1), 54–68.
- Labudde, P.**, Heitzmann, A., Heiniger, P. & Widmer, I. (2005). Dimensionen und Facetten des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts: ein Modell. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* (11), 103–115.
- Moser, U.**, Ramseier, E., Keller, C. & Huber, M. (1997). *Schule auf dem Prüfstand. Eine Evaluation der Sekundarstufe I auf der Grundlage der «Third International Mathematics and Science Study»*. Coire: Rüegger.
- OCDE** (2005). *PISA 2003. Data Analysis Manual. SPSS Users*. Paris: OCDE.
- OCDE** (2007). *PISA 2006. Les compétences en sciences, un atout pour réussir. Volume 1: Analyse des résultats*. Paris: OECD.
- Ramseier, E.** (2005). Analyse kantonaler Leistungsunterschiede. In Forschungsgemeinschaft PISA Deutschland/Schweiz/FL (Hrsg.). *PISA 2003: Analysen für Deutschschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein. Detaillierte Ergebnisse und methodisches Vorgehen*. (p. 163–225). Zürich: Kantonale Drucksachen- und Materialzentrale.
- Szlovak, B.** (2005). *HarmoS Comparaison de plans d'études – Sciences expérimentales*. Berne: Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique.
- Umbach-Daniel, A.** (2008a). *Ingenieur-Nachwuchs Schweiz 2007. Entwicklung des Ingenieurangebots an universitären Hochschulen und Fachhochschulen*. Accessibles sous: <http://www.ingch.ch> [13.09.08].
- Umbach-Daniel, A.** (2008b). *Ingenieure im Topmanagement der Schweizer Wirtschaft. Präsenz in Geschäftsleitungen und Verwaltungsräten. Karrieren und Karrierechancen. Schlussbericht*. Accessible sous: <http://www.ingch.ch> [13.09.08].
- Wild, E.**, Hofer, M. & Pekrun, R. (2001). Psychologie des Lernens. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.). *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch*. (p. 209–270). Weinheim: Beltz.

6 Annexe

6.1 Nombre d'heures d'enseignement en sciences et en mathématiques: classes de 7^e à 9^e

T 10 Nombre d'heures de sciences (biologie, chimie, physique et géographie) et de mathématiques (y c. le dessin géométrique): classes de 7^e à 9^e, année scolaire 2005/06

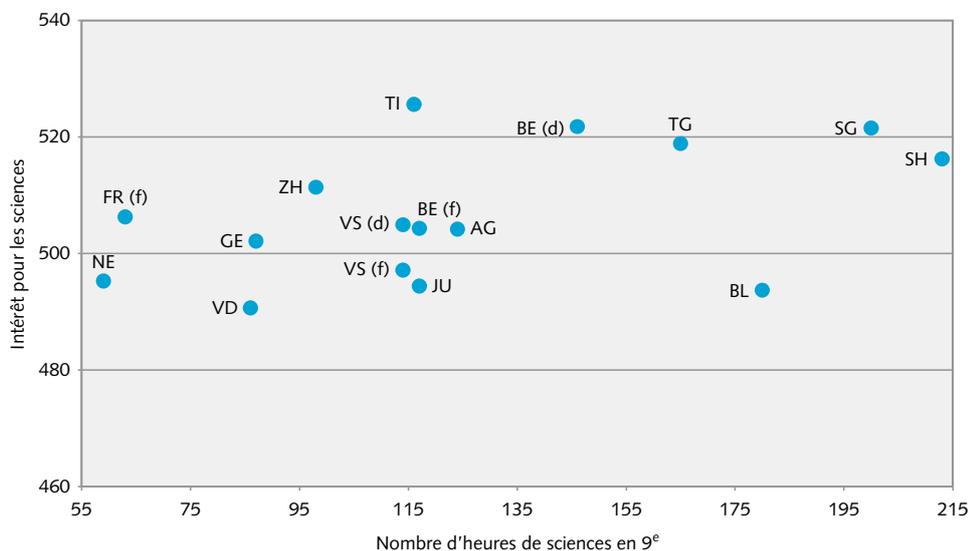
	Sciences			Mathématiques		
	Exigences élevées	Exigences étendues	Exigences élémentaires	Exigences élevées	Exigences étendues	Exigences élémentaires
AG	247	463	350	463	463	556
BE (d)	357	304	304	380	351	351
BE (f)	351	351	351	410	468	468
BL	420	480	360	390	450	435
FR (f)	253	348	348	443	475	570
GE	318	318	318	375	375	375
JU	325	325	325	439	439	439
NE	293	263	263	410	439	527
SG	400	383	383	467	500	500
SH	477	424	424	514	497	497
TG	375	360	360	480	510	510
TI	289	289	289	433	433	433
VD	314	342	228	342	456	428
VS (d)	304	253	231	459	475	475
VS (f)	304	253	231	459	475	475
ZH	293	240	240	390	480	480

© OFS/CDIP

Source: CDIP 2008 - Adapté par les experts cantonaux

6.2 Corrélation entre le temps d'enseignement et l'intérêt pour les sciences au niveau cantonal

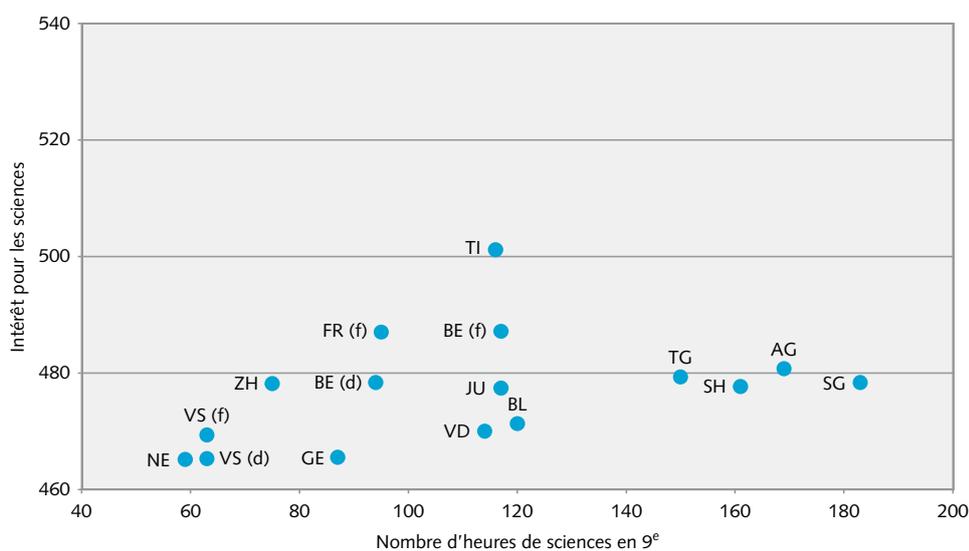
Fig. 4 Intérêt pour les sciences selon le nombre d'heures d'enseignement au degré secondaire I (classe de 9^e): exigences élevées



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

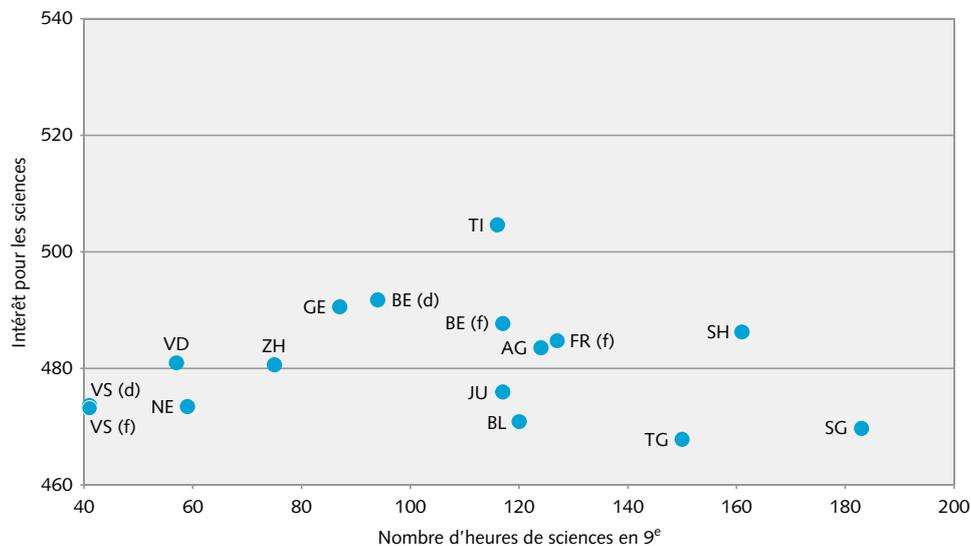
Fig. 5 Intérêt pour les sciences selon le nombre d'heures d'enseignement au degré secondaire I (classe de 9^e): exigences étendues



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Fig. 6 Intérêt pour les sciences selon le nombre d'heures d'enseignement au degré secondaire I (classe de 9^e): exigences élémentaires

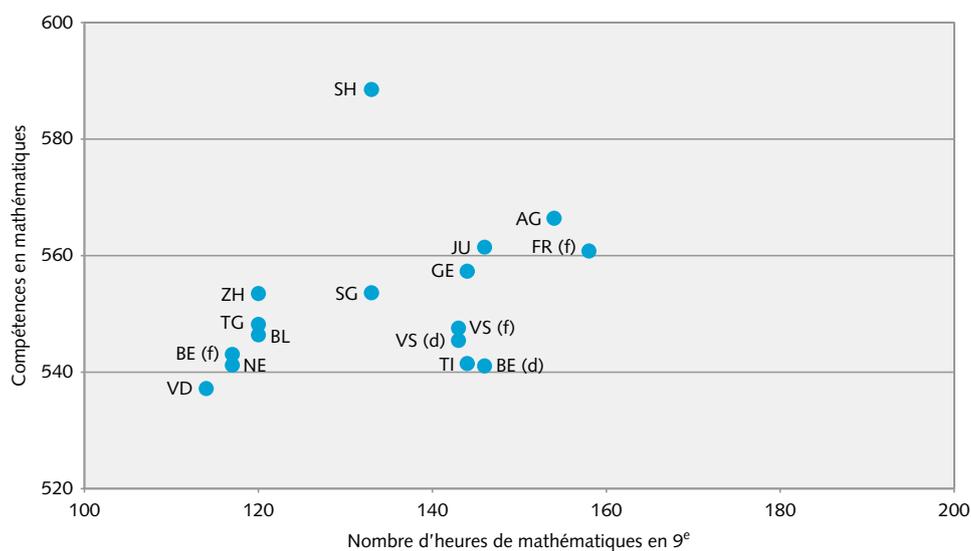


© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

6.3 Corrélation entre le temps d'enseignement et les compétences en mathématiques au niveau cantonal

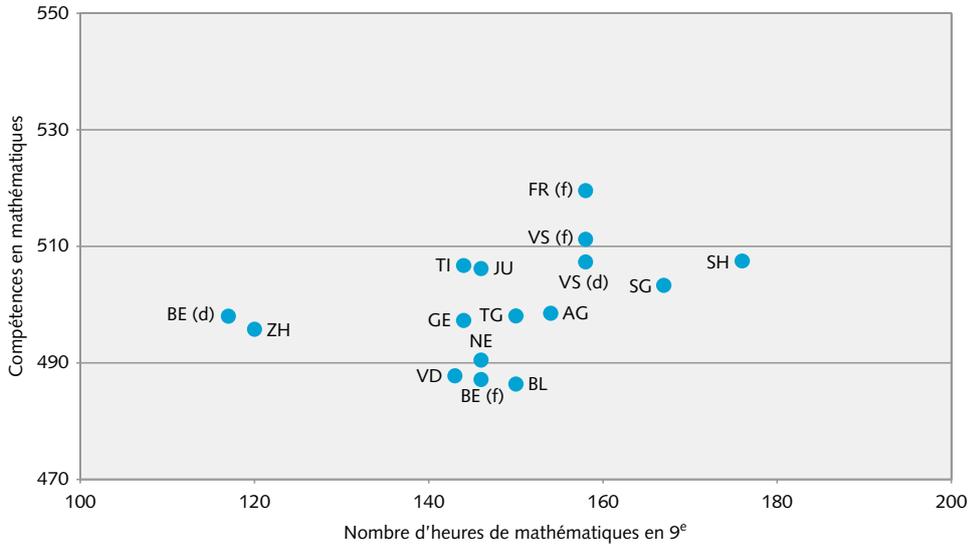
Fig. 7 Compétences en mathématiques selon le nombre d'heures d'enseignement au degré secondaire I (classe de 9^e): exigences élevées



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

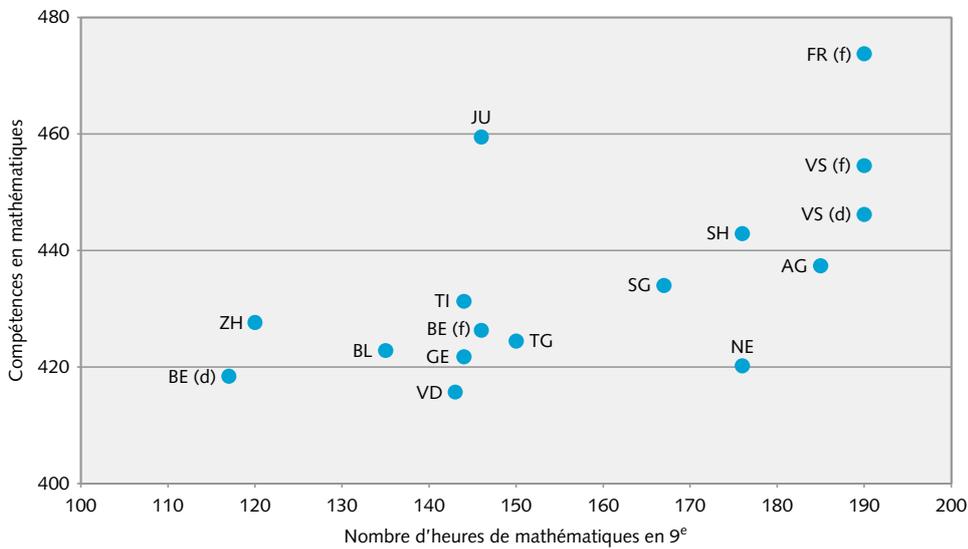
Fig. 8 Compétences en mathématiques selon le nombre d'heures d'enseignement au degré secondaire I (classe de 9^e): exigences étendues



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Fig. 9 Compétences en mathématiques selon le nombre d'heures d'enseignement au degré secondaire I (classe de 9^e): exigences élémentaires



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Engagement pour les sciences, attentes professionnelles et différences de genre

Partie 2A: Qui choisit des professions à caractère scientifique? page 45

Partie 2B: Les compétences en sciences: analyses des différences de genre, page 77

Auteurs Christian Brühwiler, Patrizia Kis-Fedi et Grazia Buccheri
(PH, Saint-Gall)
Myrta Mariotta (USR, Bellinzona)

Introduction

*Christian Brühwiler, Patrizia Kis-Fedi, Grazia Buccheri
et Myrta Mariotta*

Pour tenir compte du besoin d'encourager la relève dans les professions scientifiques, il importe de ne pas se limiter à développer chez l'élève la compréhension des concepts et des méthodes scientifiques: il faut aussi encourager chez lui une attitude positive vis-à-vis des sciences et éveiller son intérêt pour les sujets scientifiques. L'encouragement de l'intérêt pour les sciences revêt une grande importance pour notre société et pour notre politique de formation, comme on peut s'en convaincre, par exemple, en constatant que les carrières et les formations de type scientifique attirent de moins en moins les jeunes. Dans cette perspective, la question des différences selon le genre est d'une importance particulière, puisqu'on constate que les femmes s'orientent plus rarement que les hommes vers des cursus d'études scientifiques et techniques.

Vu l'ampleur de la problématique, le présent rapport s'articule en deux parties. La première partie visera à déterminer quelles sont les conditions susceptibles de

favoriser le choix d'un cursus d'études et d'une profession à caractère scientifique. Elle examinera non seulement des facteurs individuels comme l'intérêt pour les sciences ou l'origine sociale des jeunes, mais aussi les modalités des enseignements en sciences offerts par les écoles. Ses analyses permettront de proposer des pistes pour encourager chez les jeunes l'intérêt pour les sciences et les projets professionnels scientifiques, de manière à mieux mettre à profit le potentiel de notre jeunesse.

La seconde partie du rapport sera plus spécifiquement consacrée aux différences entre les performances en science selon le genre et à leurs causes possibles. Les rapports publiés jusqu'ici à propos de l'enquête PISA 2006 ont déjà constaté qu'en Suisse, les garçons disposent de meilleures compétences en sciences que les filles. On cherchera donc ici à cerner les facteurs susceptibles d'expliquer ces différences, en examinant notamment l'aspect de l'effort que les élèves disent avoir fourni pour répondre aux questions du test et celui de leur attitude vis-à-vis des sciences.

PARTIE 2A: Qui choisit des professions à caractère scientifique?

**Analyse de l'engagement des jeunes pour les sciences et de son encouragement
au niveau scolaire**

Auteurs Christian Brühwiler, Patrizia Kis-Fedi et Grazia Buccheri

Sommaire

1	Introduction au thème de l'étude	49	4.3	Compétences et engagement scientifiques des jeunes ayant des attentes professionnelles dans le domaine des sciences	67
2	Questions étudiées	50	5	Encouragement scolaire de l'intérêt pour les sciences et des projets professionnels à caractère scientifique	69
3	Engagement pour les sciences	51	5.1	Caractéristiques de l'enseignement	69
3.1	Motivation intrinsèque en faveur des sciences	52	5.2	Information à propos des professions à caractère scientifique	72
3.1.1	Intérêt pour les sciences	52	6	Conclusion	74
3.1.2	Plaisir apporté par les sciences	54		Bibliographie	89
3.1.3	Activités scientifiques	55		Annexe	91
3.2	Motivation extrinsèque en faveur des sciences	57			
3.2.1	Motivation instrumentale	57			
3.2.2	Motivation prospective pour l'apprentissage de sciences	58			
3.3	Engagement pour les sciences en fonction de la filière	60			
3.4	Relations entre les différents facteurs d'engagement pour les sciences	61			
3.5	Effets des caractéristiques individuelles sur l'engagement pour les sciences	62			
4	Attentes professionnelles dans le domaine des sciences	64			
4.1	Activité professionnelle espérée à l'âge de 30 ans	64			
4.2	Les jeunes particulièrement compétents choisissent-ils des professions à caractère scientifique?	66			

1 Introduction au thème de l'étude

Pour tenir compte du besoin d'encourager la relève dans les professions scientifiques, l'école ne devrait pas se limiter à développer chez l'élève la compréhension des concepts et des méthodes scientifiques: elle devrait aussi encourager chez lui une attitude positive vis-à-vis des sciences et éveiller son intérêt pour les sujets scientifiques. Un fort engagement en faveur des sciences n'est en effet pas seulement une condition essentielle pour que l'élève acquière d'excellentes compétences en sciences (Baumert, 2005); il joue aussi un rôle important pour lui permettre d'acquérir des connaissances scientifiques sa vie durant et peut exercer une influence décisive sur l'orientation de ses études et sur le choix d'une profession (Eglin-Chapuis, 2007). Face au manque, souvent déploré, d'une relève bien formée et en nombre suffisant dans les professions à caractère scientifique¹, on constate que l'encouragement de l'intérêt pour les sciences et des projets professionnels scientifiques revêt une grande importance pour notre société et pour notre politique de formation.

Dans une société de plus en plus marquée par les conquêtes technologiques, les besoins en relève qualifiée ne devraient en effet faire qu'augmenter à l'avenir. Mais on observe simultanément une baisse du désir des jeunes de choisir des professions ou des formations scientifiques ou techniques (Coradi, Denzler, Grossenbacher & Vanhooydonck, 2003). La répartition actuelle des diplômés de fin d'études des hautes écoles suisses est le reflet de cette tendance (OFS, 2007a; 2007b): alors que dans le domaine des lettres, des sciences humaines et des sciences sociales, le nombre de diplômés de fin d'études délivrés annuellement par les hautes écoles universitaires a presque doublé entre 1990 et 2007, passant de 1776 à 3289 diplômés, ce nombre n'a cessé de diminuer dans les domaines des sciences exactes et des sciences naturelles (passant de 1323 à 869), de la médecine et de la pharmacie (de 1231 à 962) et des sciences techniques (de 1079 à 589). Dans tous les domaines, la proportion de femmes était plus élevée en 2007 qu'en 1990. Ce

sont les domaines des lettres, sciences humaines et sciences sociales (avec 68% de femmes) et de la médecine et pharmacie (62%) qui, en 2007, présentent la plus forte proportion de femmes, tandis que cette proportion demeure relativement faible dans les domaines des sciences exactes et des sciences naturelles et des sciences techniques, avec près d'un tiers de femmes.

Ce recul du nombre des diplômés dans les domaines scientifiques qui affecte les hautes écoles universitaires est certes compensé, du point de vue purement numérique, par les diplômés délivrés par les filières ouvertes depuis quelques années dans les hautes écoles spécialisées. Entre 2000 et 2007, le nombre de diplômés de fin d'études délivrés par ces écoles dans les filières à caractère scientifique² a en effet triplé, passant de 1188 par an à 3621. Ce développement est cependant nettement inférieur à la moyenne des autres domaines d'études, puisque dans la même période le nombre de diplômés délivrés par l'ensemble des filières des hautes écoles spécialisées a presque quintuplé. Dans ces écoles, la proportion de femmes est considérablement plus élevée dans les filières de sciences sociales et dans le domaine de la santé, où elles représentent 75% des effectifs, que dans les filières scientifiques et techniques, où cette proportion est en moyenne de 22%.

Dans ce contexte, il est très important que les jeunes ne reçoivent pas seulement une solide formation de base en sciences, mais qu'ils puissent aussi développer leur intérêt pour ce domaine, afin qu'ils continuent de s'engager dans l'étude des disciplines scientifiques après leur scolarité. Pour garantir une relève qualifiée dans les professions scientifiques et techniques à exigences élevées, il faudrait notamment que les jeunes particulièrement compétents en sciences s'enthousiasment pour ce domaine. On cherchera à déterminer ci-dessous, sur la base des informations recueillies dans le cadre de l'enquête PISA 2006, dans quelle mesure de tels objectifs pourraient être atteints en Suisse.

¹ Furger, M. (22 mars 2008). La Direction de l'Instruction publique entend revaloriser les sciences. *Neue Zürcher Zeitung* (p. 55).

² On range dans les filières à caractère scientifique les cinq disciplines suivantes: (1) architecture, génie civil et aménagement du territoire, (2) technique et TI, (3) chimie et sciences de la vie, (4) agronomie et économie forestière, (5) santé.

2 Questions étudiées

La notion de compétences utilisée par l'enquête PISA 2006 est prise dans un sens large: elle tient compte non seulement d'aspects cognitifs, mais aussi de l'engagement en faveur des sciences. Le présent rapport complète les analyses nationales et cantonales de PISA 2006 réalisées jusqu'à présent sur la question de l'engagement des jeunes pour les sciences (Zahner & Holzer, 2007; Brühwiler, Abt, Buccheri & Kis-Fedi, en préparation); son but est d'apporter des conclusions utiles tant à la politique de la formation qu'à la pratique scolaire.

Ce rapport se pose principalement les questions suivantes: Quels sont les facteurs qui influencent le choix par les jeunes de projets professionnels à caractère scientifique et comment l'école peut-elle contribuer à encourager ce genre de projets? Pour répondre à ces questions, on examinera trois sujets: (1) l'engagement des jeunes pour les sciences, (2) leurs attentes professionnelles et (3) les possibilités d'encourager l'intérêt pour les sciences et les projets professionnels dans ce domaine en intervenant sur l'offre scolaire.

(1) Engagement pour les sciences

Dans un premier temps, on présentera, en les comparant les unes aux autres, les caractéristiques de l'intérêt des élèves pour les sciences et leurs motivations en la matière. On examinera ainsi différents aspects susceptibles de favoriser le choix d'un cursus d'études et d'une profession à caractère scientifique. On examinera non seulement des caractéristiques individuelles, telles que le genre ou la langue parlée en famille, mais aussi les différences observables entre les cantons ou entre les diverses filières, ainsi que les corrélations entre les aspects observés et les compétences des élèves dans les matières scientifiques.

Quel est l'importance, chez les jeunes vivant en Suisse, de l'engagement pour les sciences? Peut-on constater des différences entre les cantons, les genres ou les différentes filières? Quel lien existe-t-il entre engagement pour les sciences et compétences dans les

matières scientifiques? Quelles caractéristiques individuelles sont-elles liées à l'intérêt pour les sciences?

(2) Attentes professionnelles dans le domaine des sciences

Dans un deuxième temps, on cherchera à déterminer dans quelle mesure les jeunes ont le projet de s'engager dans des carrières scientifiques. On sera ici particulièrement attentif aux projets professionnels des élèves particulièrement compétents en sciences, puisque ceux-ci présentent de bonnes prédispositions pour des activités professionnelles exigeantes dans ce domaine.

Quelle est la proportion de jeunes qui ont des attentes professionnelles dans le domaine des sciences? Les jeunes particulièrement compétents en sciences ont-ils tendance à choisir des filières d'études et des professions dans le domaine des sciences? Quels sont les aspects de la motivation qui poussent les élèves à choisir des professions à caractère scientifique?

(3) Encouragement scolaire de l'intérêt pour les sciences et des projets professionnels à caractère scientifique

Dans un troisième temps, on examinera les types d'enseignement susceptibles d'influencer positivement l'intérêt pour les sciences et les projets professionnels dans ce domaine. Les stratégies possibles pour développer l'encouragement à l'étude des sciences dans le cadre scolaire sont particulièrement importantes, car on peut souvent constater que l'intérêt des élèves pour les disciplines scientifiques recule au cours de leur scolarité, en particulier au degré secondaire I.

Quel lien existe-t-il entre les activités didactiques en sciences (par ex. les expériences ou l'étude des applications) et l'intérêt pour les sciences? L'information que les jeunes ont à propos des professions à caractère scientifique influence-t-elle leurs projets professionnels?

3 Engagement pour les sciences

Dans l'enquête PISA, la notion de *compétences en sciences* est prise dans un sens large. Elle inclut non seulement la compréhension des concepts et des méthodes scientifiques, mais aussi des éléments relevant de la motivation et de l'attitude vis-à-vis des sciences. Un fort engagement en faveur des sciences est en effet important tant pour les jeunes concernés que pour la société.

Les résultats des précédentes enquêtes PISA ont déjà mis en évidence, pour les domaines de la lecture et des mathématiques, que des jeunes qui font preuve d'engagement et ont envie d'apprendre atteignent de meilleurs résultats que les autres (par ex. Artelt, Baumert, Julius-McElvany & Peschar, 2003; Brühwiler & Biedermann, 2005). Mais le développement de l'intérêt pour les sciences a aussi une valeur en soi: il faudrait que les jeunes continuent de s'occuper volontiers de questions et de sujets scientifiques au-delà de leur scolarité. Un tel intérêt personnel est tout à fait essentiel pour qu'ils puissent continuer d'acquérir des connaissances leur vie durant, ce qui est d'une grande importance dans une société marquée par les technologies.

Les aspects de la motivation ne sont pas seulement le moteur de l'acquisition des connaissances, mais aussi de précieux indices permettant de pronostiquer les choix des jeunes en matière de formation professionnelle ou de filières d'études (par ex. Beinke, 2006). On peut distinguer les aspects de la motivation intrinsèque et ceux de la motivation extrinsèque: les personnes qui obéissent à une motivation intrinsèque se consacrent à un sujet de leur propre initiative, par exemple parce qu'une activité leur procure du plaisir ou parce qu'une certaine chose leur paraît passionnante. Les personnes qui ont une motivation intrinsèque à exercer leur profession font spontanément preuve d'un vif intérêt pour leur activité professionnelle et témoignent d'une satisfaction au travail supérieure à la moyenne (Taskinen, Asseburg & Walter, 2008). Mais le choix des études et de la profession peut aussi être influencé par des aspects de la motivation extrinsèque, par exemple par des avantages extérieurs tels que les perspectives professionnelles, le salaire ou un grand prestige social (Wigfield, Eccles & Rodriguez, 1998).

Dans l'enquête PISA 2006, les facteurs de motivation des jeunes ont été intégrés dans le questionnaire aux élèves et on a établi sur leur base plusieurs indices¹. Dans la catégorie des facteurs de motivation intrinsèques, on trouvera les indices de l'*intérêt pour les sciences*, du *plaisir apporté par les sciences* et des *activités scientifiques*. Contrairement à ces trois indices, l'indice de la *motivation instrumentale* relève d'une motivation extrinsèque qui incite l'élève à s'occuper de sciences. La *motivation prospective* pour l'apprentissage des sciences relève elle aussi de la motivation extrinsèque; elle concerne principalement les aspects du choix du cursus d'études et de la carrière professionnelle.

Au moyen de ces indices, on examinera ci-dessous à quel point les jeunes résidant en Suisse s'engagent en faveur des sciences et quel lien il est possible d'observer entre cet engagement et leurs compétences dans les matières scientifiques.

Information 1: Interprétation des indices

Les indices de l'engagement pour les sciences sont basés sur des auto-évaluations des élèves à propos de leur attitude vis-à-vis des sciences et de leurs motivations en la matière. Pour établir chacun de ces indices, on a regroupé plusieurs questions similaires et on a fixé l'échelle de l'indice de telle manière qu'au sein de l'OCDE la valeur moyenne obtenue soit de 0 et que près des deux tiers des réponses se situent entre -1 et +1 (écart-type de 1).

Une valeur négative ne signifie donc pas nécessairement que les questions concernées ont reçu en général des réponses négatives, mais seulement que la proportion de réponses positives est plus basse que la moyenne obtenue dans les pays de l'OCDE. A l'inverse, une valeur positive indique une proportion de réponses positives plus élevée que la moyenne de l'OCDE.

On a pris pour règle de considérer que des différences supérieures ou égales à 0.20 point sont pertinentes (ce qui correspond à l'amplitude de l'effet: $d = 0.20$). En général, on n'a pas pris en considération les différences plus petites, même si celles-ci sont encore statistiquement significatives.

³ On trouvera davantage d'informations sur les données de base et sur les aspects méthodologiques de PISA 2006 dans la contribution de Moser et Angelone (dans le présent volume).

3.1 Motivation intrinsèque en faveur des sciences

3.1.1 Intérêt pour les sciences

L'intérêt pour un certain domaine d'activité joue un rôle essentiel dans l'apprentissage scolaire. Dans une approche théorique, on peut identifier différentes composantes de l'intérêt dans les actions ou les décisions motivées par un intérêt. On distingue ainsi des facteurs d'intérêt cognitifs, émotionnels ou liés à des valeurs (Krapp, 2002). Les activités portant sur un domaine qui correspond à un intérêt du sujet sont généralement liées à des émotions positives et à du plaisir.

Dans PISA 2006, on a évalué l'intérêt pour les sciences en demandant aux élèves à quel point ils s'intéressaient à acquérir des connaissances dans différentes matières scientifiques. Ceux qui ont répondu avoir beaucoup d'intérêt pour ces matières signalaient ainsi avoir de la curiosité pour les sujets scientifiques et être prêts à s'instruire sur ces sujets.

La figure 1 présente la fréquence des différentes réponses aux questions prises en compte pour établir l'indice de l'intérêt pour les sciences. Un peu plus de la moitié des élèves de neuvième année de notre pays

déclarent avoir beaucoup d'intérêt, ou un intérêt moyen, pour des questions de physique, de biologie humaine et d'astronomie, mais pour chacune de ces matières seuls quelque 20% des élèves indiquent avoir beaucoup d'intérêt. C'est pour les questions de chimie que l'on relève la plus grande proportion d'élèves déclarant avoir beaucoup d'intérêt, ou un intérêt moyen, avec presque 60%. L'intérêt pour la biologie des végétaux est nettement plus faible, puisque seuls 12% des jeunes interrogés disent avoir beaucoup d'intérêt pour cette discipline. Pour chacun des thèmes mentionnés, quelque 15 à 20% des élèves interrogés disent n'avoir aucun intérêt.

Avec une valeur moyenne de 0.03, l'indice de l'intérêt pour les sciences des élèves des écoles suisses se situe dans la moyenne des pays de l'OCDE. On ne constate entre les cantons que de faibles différences (figure 2a). Seuls deux cantons font exception: le canton du Tessin (M = 0.25), où les élèves témoignent d'un intérêt pour les sciences nettement supérieur à la moyenne, et la partie alémanique du canton du Valais, où les jeunes interrogés montrent pour elles un intérêt relativement faible (M = -0.17).

Dans les cantons francophones, les garçons font preuve d'un intérêt sensiblement plus prononcé pour les sciences que les filles (figure 2b); on ne constate en

Fig. 1 Intérêt pour les sciences

Dans quelle mesure trouvez-vous intéressant d'apprendre des choses dans les domaines scientifiques suivants?

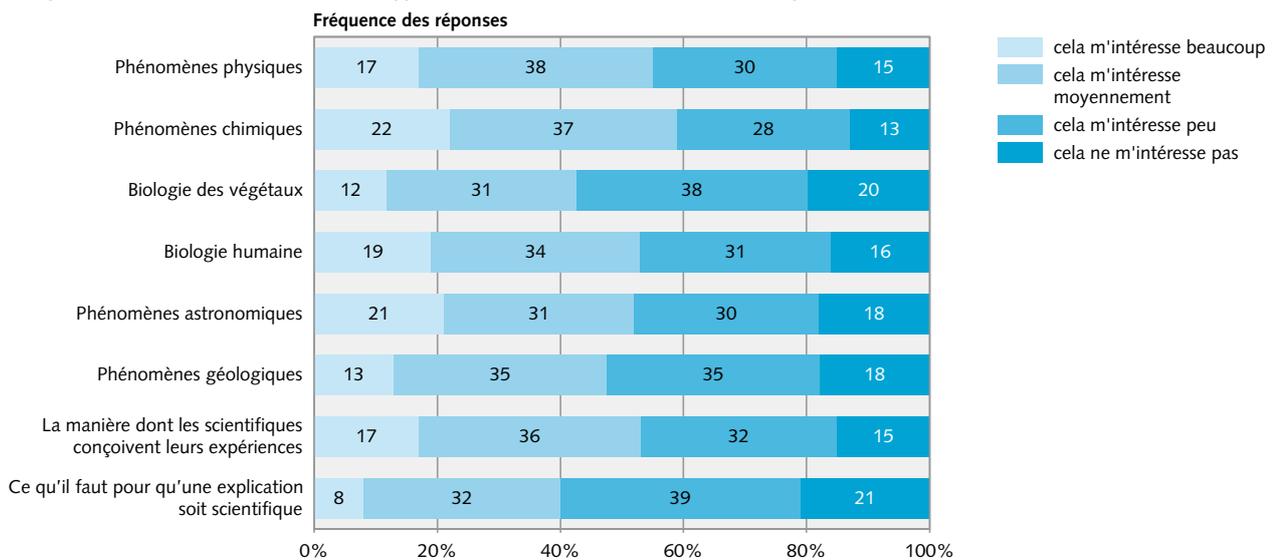
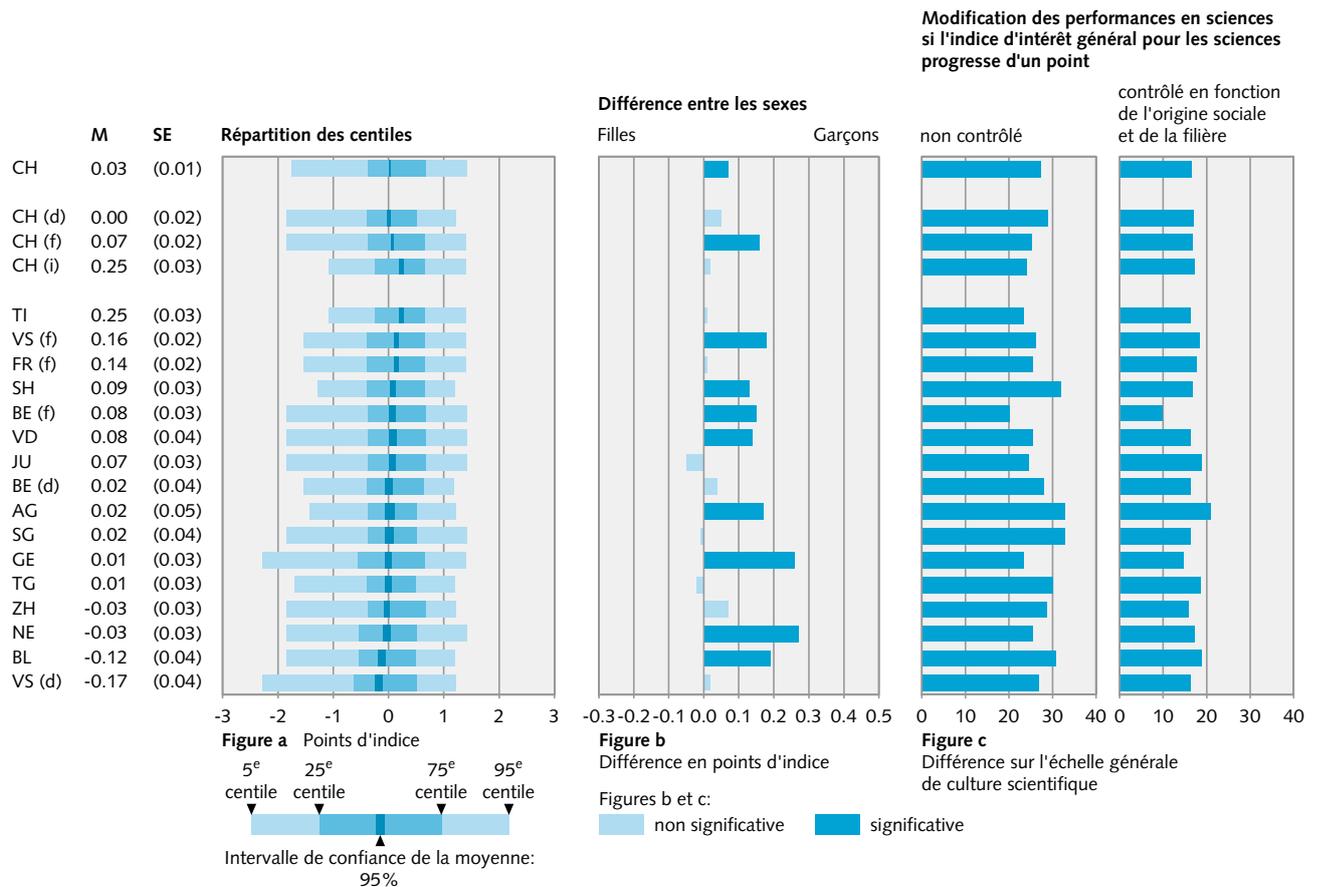


Fig. 2 Intérêt général pour les sciences: comparaison par régions linguistiques et par cantons



M = Moyenne
SE = Erreur-type de la moyenne
Remarque: les cantons sont classés en fonction de la valeur moyenne de l'indice.

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

revanche pas de différences de genre importantes dans la plupart des autres cantons.

On observe dans tous les cantons une claire corrélation entre l'intérêt pour les sciences et les performances en sciences⁴ (à gauche dans la figure 2c). En effet, lorsque l'indice de l'intérêt pour les sciences progresse d'un point, on enregistre, au niveau suisse, une progression des performances en sciences de 27 points.

Cette corrélation entre engagement en faveur des sciences et performances dans ce même domaine n'est cependant pas sans rapports avec l'origine sociale des élèves et la filière fréquentée. Ainsi, les jeunes dans les écoles à exigences élevées témoignent d'un plus grand intérêt pour les sciences que les élèves des autres filières (voir chapitre 3.3). C'est pourquoi on a aussi représenté dans

la figure ci-dessus le rapport entre intérêt pour les sciences et performances lorsque les caractéristiques relatives à l'origine sociale et à la filière demeurent constantes (à droite dans la figure 2c, voir aussi Information 2). Lorsque les résultats sont ainsi contrôlés en fonction de ces deux aspects, la corrélation entre intérêt pour les sciences et performances est moins étroite, comme on pouvait s'y attendre, mais elle demeure néanmoins significative. Cette corrélation n'est donc que partiellement explicable par le fait que les jeunes les plus intéressés par les sciences sont, plus souvent que les autres, inscrits dans des écoles à exigences élevées et issus de familles jouissant d'un statut socioéconomique favorable.

⁴ La contribution de Nidegger, Moreau et Gingins (dans le présent volume) fournit plus d'informations sur la manière dont les performances scientifiques sont définies et recensées dans le cadre de PISA 2006.

Information 2: Contrôle statistique des caractéristiques

Tant les performances scolaires que les intérêts des élèves dépendent aussi d'autres caractéristiques (autres variables), telles que l'origine sociale ou la filière fréquentée. L'influence de ces autres caractéristiques peut donc interférer avec la corrélation entre intérêt et performances, qui peut de ce fait apparaître plus forte (ou plus faible) qu'elle ne l'est réellement. Pour identifier précisément, ou isoler, la corrélation entre l'intérêt des élèves et leurs performances, on a contrôlé statistiquement leurs autres caractéristiques, c'est-à-dire qu'on les a maintenues constantes. Pour ce faire, on a procédé à des régressions linéaires multiples. Les résultats contrôlés (par ex. ceux présentés dans la figure 2c, à droite) indiquent donc la progression des performances pour une augmentation d'un point de l'indice de l'intérêt chez des élèves d'origine sociale moyenne et fréquentant une filière déterminée.

Information 3: Origine sociale/milieu socioéconomique

Dans le cadre de PISA 2006, on a établi au niveau international, sur la base des réponses au questionnaire des élèves, un indice du statut économique, social et culturel (en abrégé: origine sociale ou milieu socioéconomique). Cet indice rend compte du statut professionnel le plus élevé des parents, de la formation la plus élevée qu'ils ont achevée ainsi que des biens culturels présents à leur domicile. Cet indice a une valeur moyenne de 0 et un écart-type de 1; sa valeur est ainsi située entre -1 et +1 pour près des deux tiers des élèves.

3.1.2 Plaisir apporté par les sciences

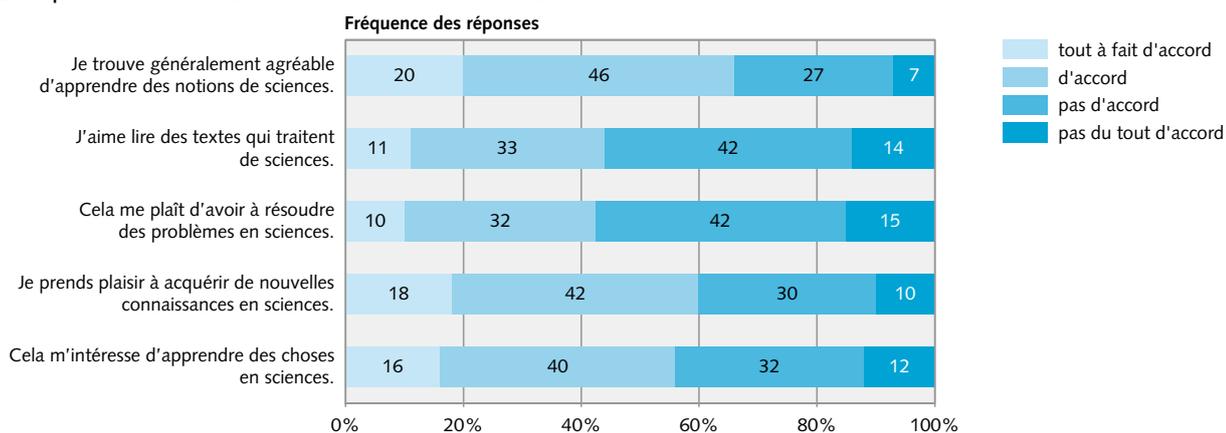
L'évaluation du plaisir apporté par un certain domaine d'activité rend compte de l'aspect émotionnel des activités motivées par un intérêt. Pour l'indice du plaisir apporté par les sciences, les élèves ont dû indiquer dans quelle mesure ils se consacrent volontiers à l'étude de sujets scientifiques.

Un peu plus de la moitié des élèves se déclarent d'accord avec les trois énoncés qui concernent concrètement l'étude de sujets scientifiques (figure 3). Seulement un peu plus de 40%, par contre, disent aimer lire des textes qui traitent de sciences et avoir à résoudre des problèmes en sciences.

En Suisse, les déclarations des élèves de neuvième année quant au plaisir que leur apportent les sciences sont comparables à celles des élèves des autres pays de l'OCDE. Comme pour la question relative à l'intérêt pour les sciences, on constate assez peu de différences entre les cantons dans les réponses concernant le plaisir apporté par les sciences (figure 4). La partie alémanique du canton du Valais fait exception, en présentant un indice de -0.29, nettement au-dessous de la moyenne suisse. Avec une valeur moyenne de -0.09, la Suisse alémanique présente un indice un peu inférieur à celui des autres régions linguistiques.

Fig. 3 Plaisir apporté par les sciences

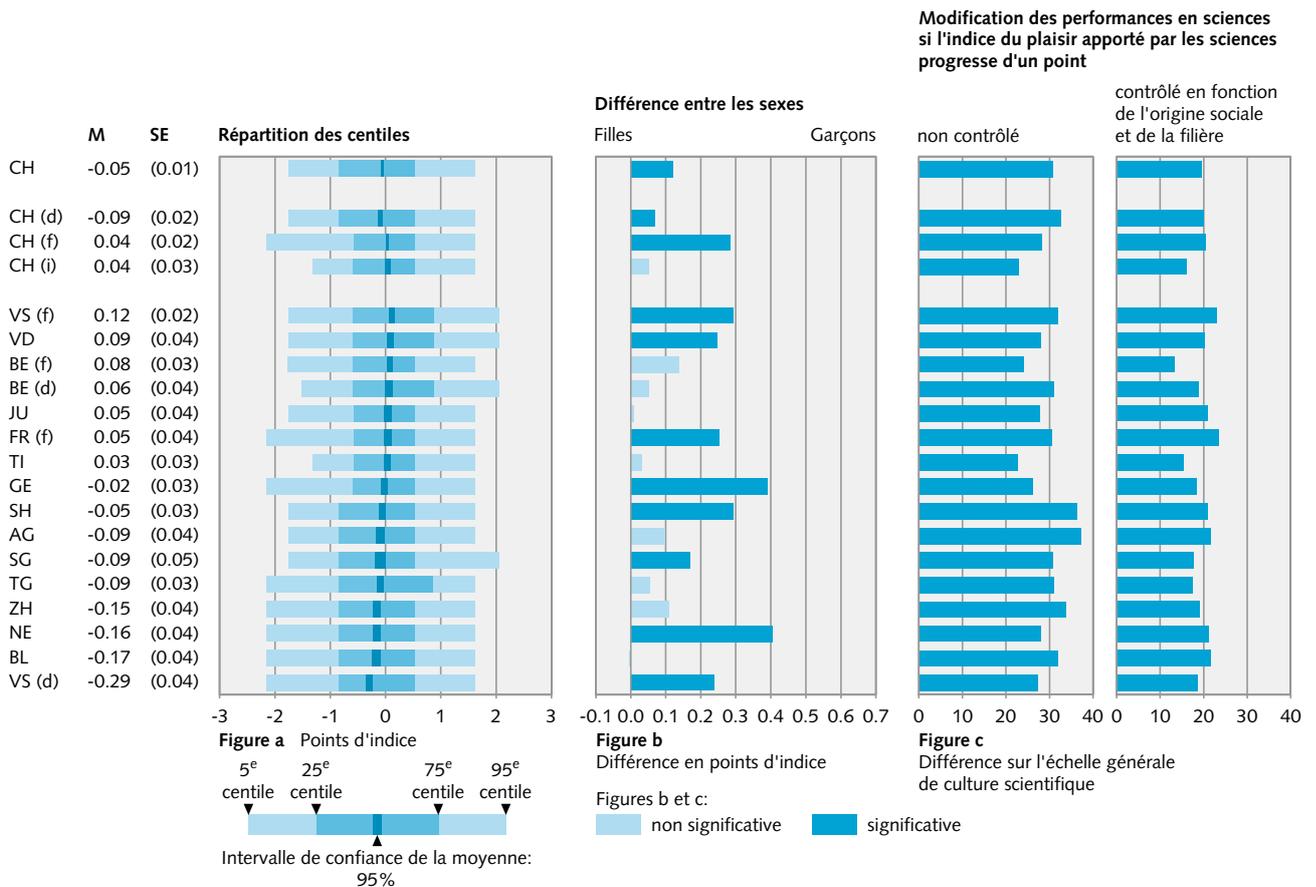
Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les énoncés ci-dessous?



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Fig. 4 Plaisir apporté par les sciences: comparaison par régions linguistiques et par cantons



M = Moyenne
SE = Erreur-type de la moyenne
Remarque: les cantons sont classés en fonction de la valeur moyenne de l'indice.

La différence entre les filles et les garçons, en faveur de ces derniers, est frappante en Suisse romande, surtout dans les cantons de Genève et de Neuchâtel. Par contre, la différence de genre est négligeable en Suisse alémanique et en Suisse italienne.

Dans tous les cantons, on constate que le plaisir éprouvé à l'étude des sciences se répercute sur les performances; la corrélation est nette, avec une progression moyenne des performances de 31 points, lorsque l'indice du plaisir augmente d'un point. La corrélation entre le plaisir apporté par les sciences et les performances scientifiques reste significative, même après un contrôle en fonction de l'origine sociale et de la filière.

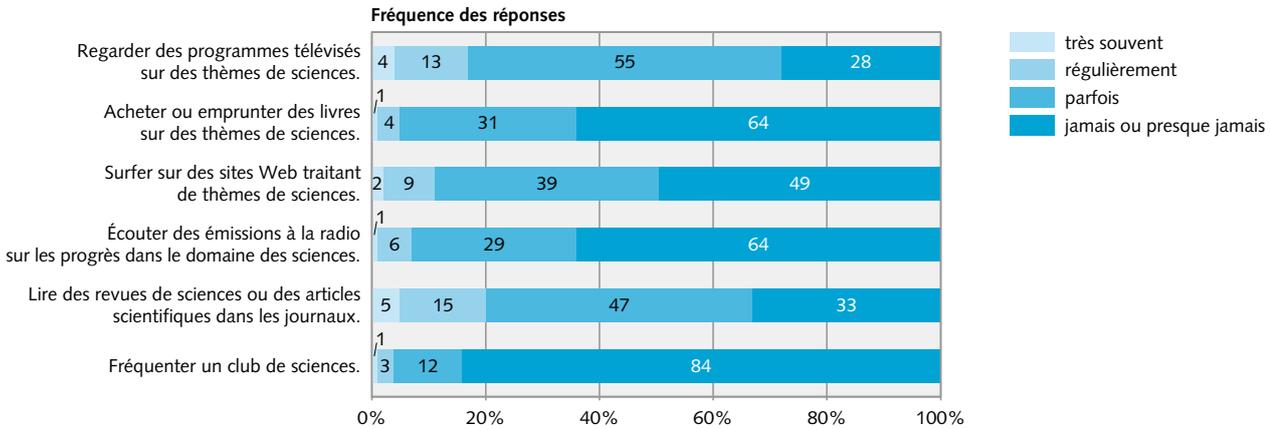
3.1.3 Activités scientifiques

L'indice des activités scientifiques rend compte de la fréquence avec laquelle les élèves s'informent sur des thèmes scientifiques, par le biais de différents médias. Cet indice reflète ainsi leur intérêt pour les sciences d'une manière concrète, en s'intéressant à leur comportement.

Comme dans tous les autres pays participant à l'enquête PISA, seul un petit nombre des jeunes de notre pays consacrent une partie de leurs loisirs à des sujets scientifiques (figure 5). Pourtant, 20% des élèves déclarent lire régulièrement, voire très souvent, des revues ou des articles de journaux consacrés à des thèmes scientifiques. En outre, 17% d'entre eux regardent régulièrement, ou même très souvent, des programmes télévisés sur des sujets scientifiques.

Fig. 5 Activités scientifiques

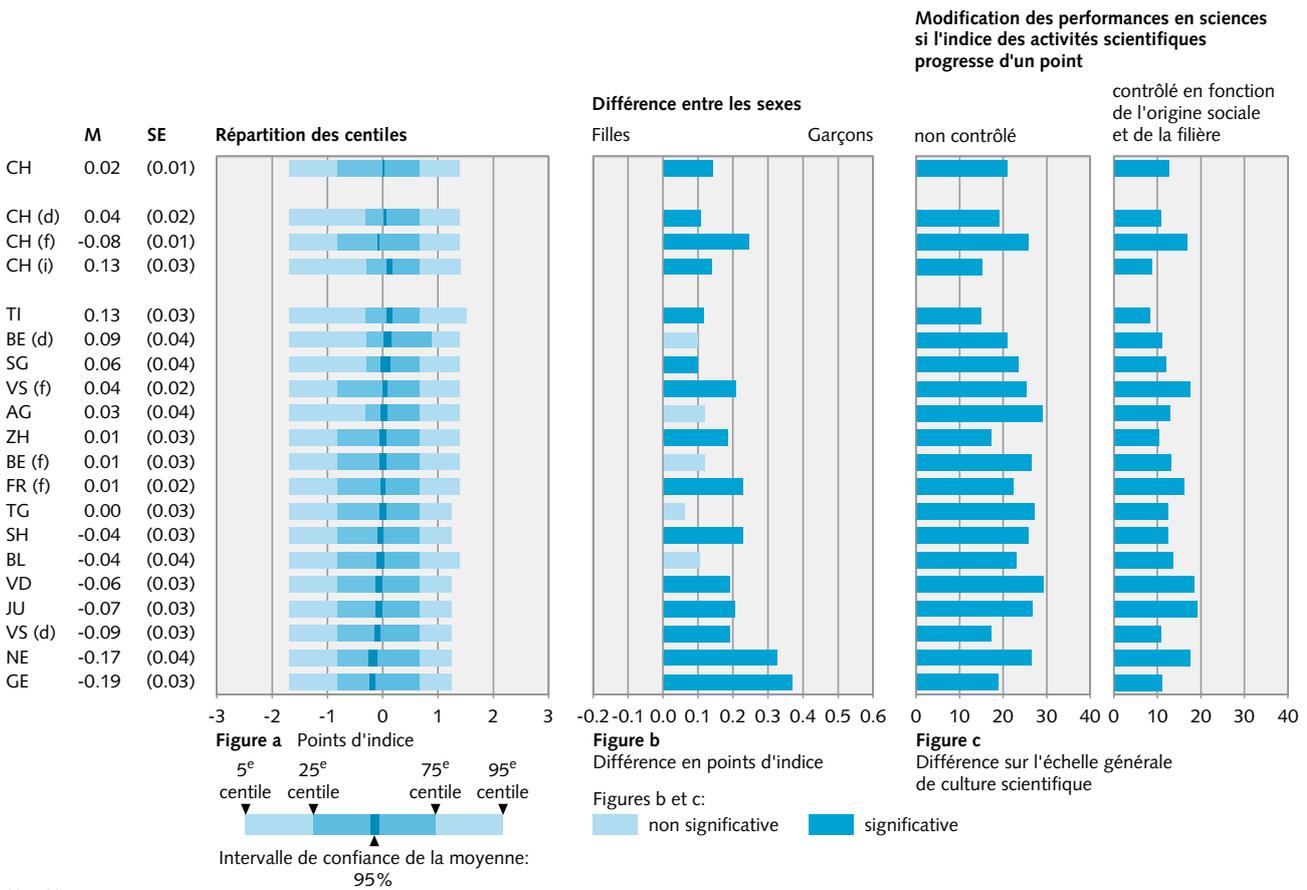
À quelle fréquence vous arrive-t-il de faire ce qui suit?



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Fig. 6 Activités scientifiques: comparaison par régions linguistiques et par cantons



M = Moyenne
SE = Erreur-type de la moyenne
Remarque: les cantons sont classés en fonction de la valeur moyenne de l'indice.

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

En Suisse, il est donc aussi rare que dans les autres pays de l'OCDE que les jeunes se consacrent à des activités scientifiques pendant leurs loisirs. La fréquence de ces activités est assez semblable d'un canton à l'autre (figure 6). Les moyennes relevées en Suisse romande, et notamment celles des cantons de Neuchâtel et de Genève, sont pourtant nettement plus basses que celle de la Suisse italienne; quant à la moyenne de la Suisse alémanique, elle se situe entre ces deux valeurs.

Dans tous les cantons et dans toutes les régions linguistiques, les garçons déclarent plus souvent que les filles avoir des activités scientifiques pendant leurs loisirs. Ces différences ne sont cependant pas significatives dans tous les cantons. Sur ce point encore, c'est dans les cantons de Neuchâtel et de Genève que l'on constate les différences de genre les plus nettes.

Les élèves qui consacrent le plus de temps à des activités scientifiques ont de meilleures compétences en sciences. Cette corrélation est pourtant un peu plus faible que celle déjà constatée entre intérêt pour les sciences et performances en la matière. Ainsi, un élève dont l'indice des activités scientifiques est supérieur d'un point à celui d'un autre élève obtiendra en moyenne 21 points de plus au chapitre des performances. Cette corrélation entre activités et performances scientifiques reste significative même après le contrôle en fonction de l'origine sociale et de la filière.

3.2 Motivation extrinsèque en faveur des sciences

3.2.1 Motivation instrumentale

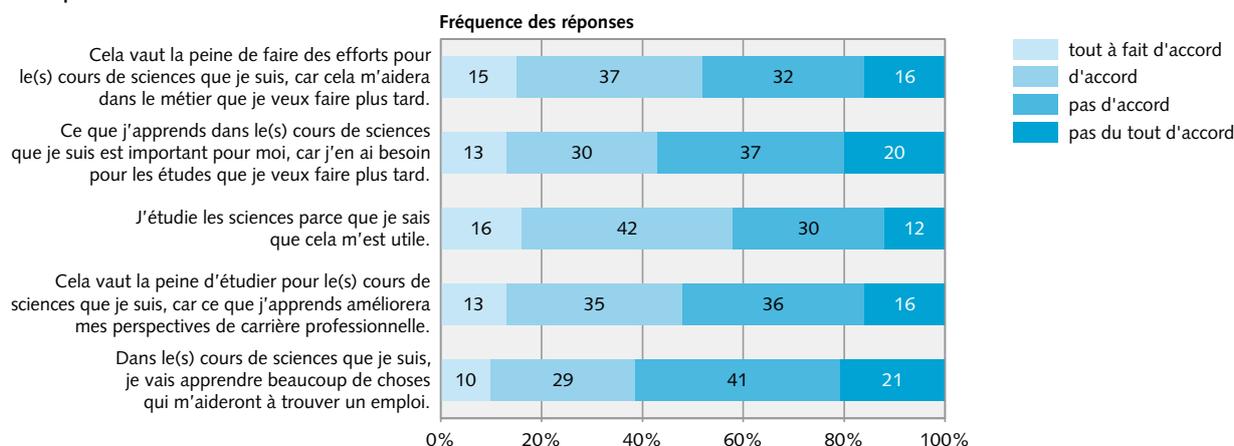
L'indice de la *motivation instrumentale* relève l'importance que les élèves attribuent à l'étude des sciences dans la perspective des études ou de la profession qu'ils ont en vue. Contrairement aux indices de l'intérêt et du plaisir liés à l'étude des sciences, le présent indice met l'accent sur la motivation extrinsèque que les élèves peuvent avoir pour se consacrer aux sciences.

Dans les réponses aux questions concernant les motivations instrumentales poussant à l'étude des sciences, l'utilité générale de ces sciences semble être au premier plan (figure 7). 58% des élèves sont en effet d'accord, voire tout à fait d'accord, avec l'affirmation «j'étudie les sciences parce que je sais que cela m'est utile». Mais lorsqu'on les interroge plus concrètement sur l'utilité des sciences pour la profession qu'ils envisagent ou pour trouver un emploi, la proportion de réponses positives baisse, pour se situer entre 40 et 50%.

En comparaison avec la moyenne de l'OCDE, on constate que l'indice de la motivation instrumentale en faveur des sciences est nettement plus faible en Suisse. À l'intérieur du pays, on remarque que cet indice est

Fig. 7 Motivation instrumentale

Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les énoncés ci-dessous?



clairement plus haut en Suisse italienne que dans les autres régions linguistiques (figure 8). À l'exception de cette valeur particulièrement élevée pour le canton du Tessin, les différences entre les cantons sont relativement faibles.

Dans la plupart des cantons, les garçons témoignent d'une motivation instrumentale plus élevée que les filles. Cette différence de genre est particulièrement frappante dans les cantons de Neuchâtel et de Genève; dans huit autres cantons, on ne relève par contre pas de différence de genre significative.

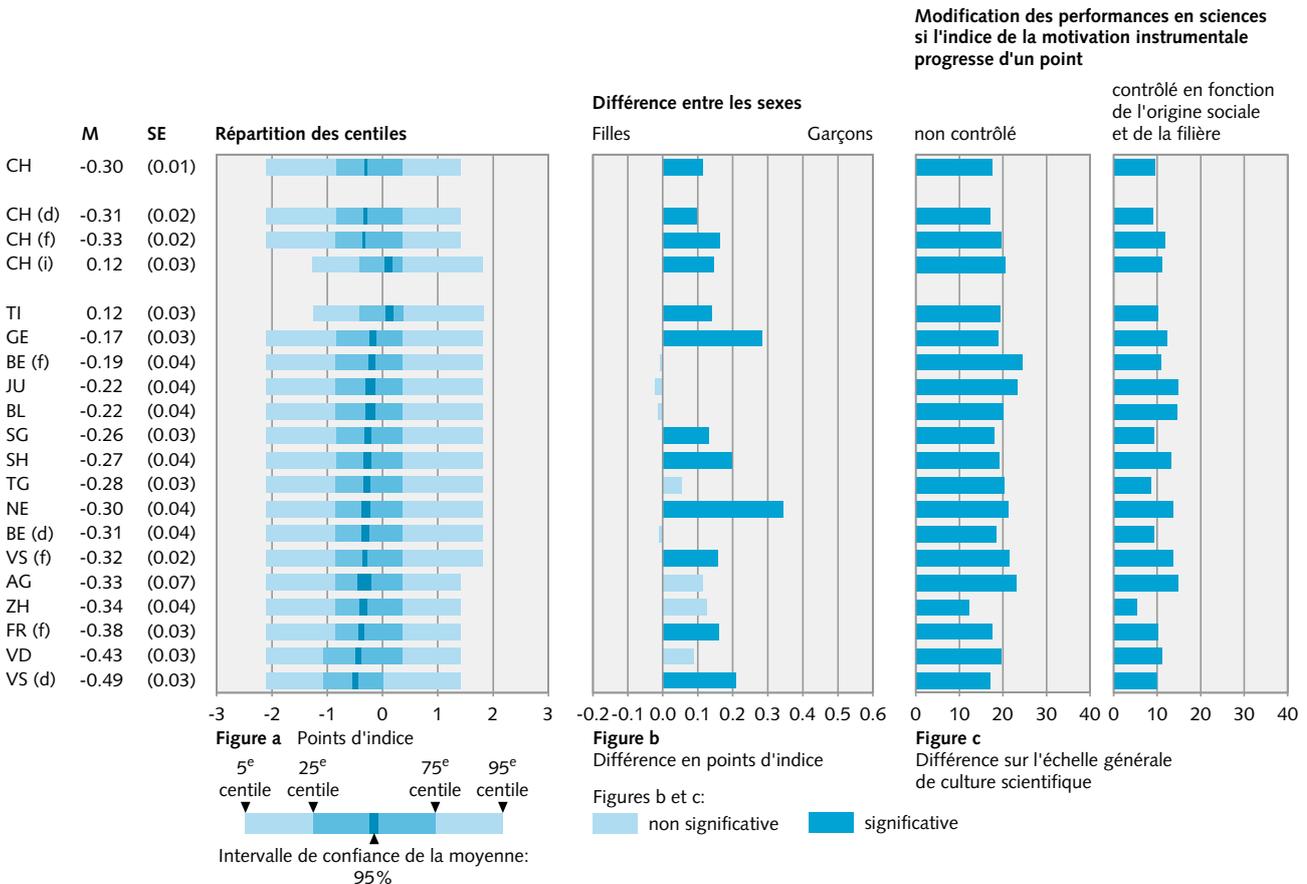
On constate dans tous les cantons une corrélation significative entre la motivation instrumentale et les performances en sciences. Au niveau suisse, l'augmentation des performances est de 18 points pour une progression d'un point de la motivation instrumentale. La corrélation entre la motivation instrumentale et les performances est

donc plus faible que celle des différents aspects de la motivation intrinsèque. Comme pour les autres indices, cette corrélation est en partie explicable par les différences relatives à l'origine sociale et à la filière.

3.2.2 Motivation prospective pour l'apprentissage des sciences

L'indice de la *motivation prospective pour l'apprentissage des sciences* vise à évaluer si les élèves souhaitent entreprendre plus tard des études en sciences, ou exercer une profession scientifique. Alors que l'indice de la motivation instrumentale, présenté ci-dessus, concerne l'utilité générale de l'étude des sciences pour l'avenir des élèves interrogés, l'indice de la motivation prospective met plus fortement l'accent sur les projets professionnels des jeunes.

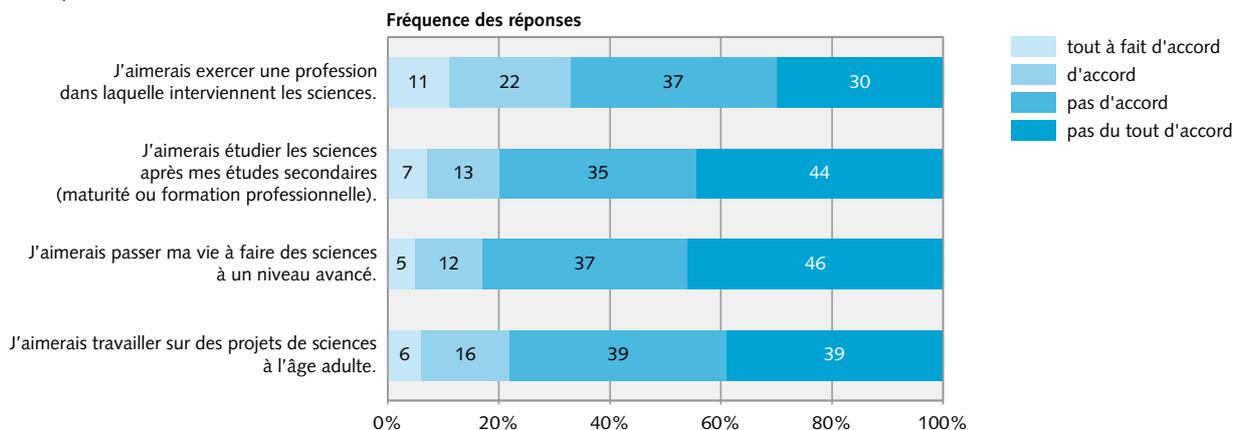
Fig. 8 Motivation instrumentale: comparaison par régions linguistiques et par cantons



M = Moyenne
SE = Erreur-type de la moyenne
Remarque: les cantons sont classés en fonction de la valeur moyenne de l'indice.

Fig. 9 Motivation prospective pour l'apprentissage des sciences

Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les énoncés ci-dessous?



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

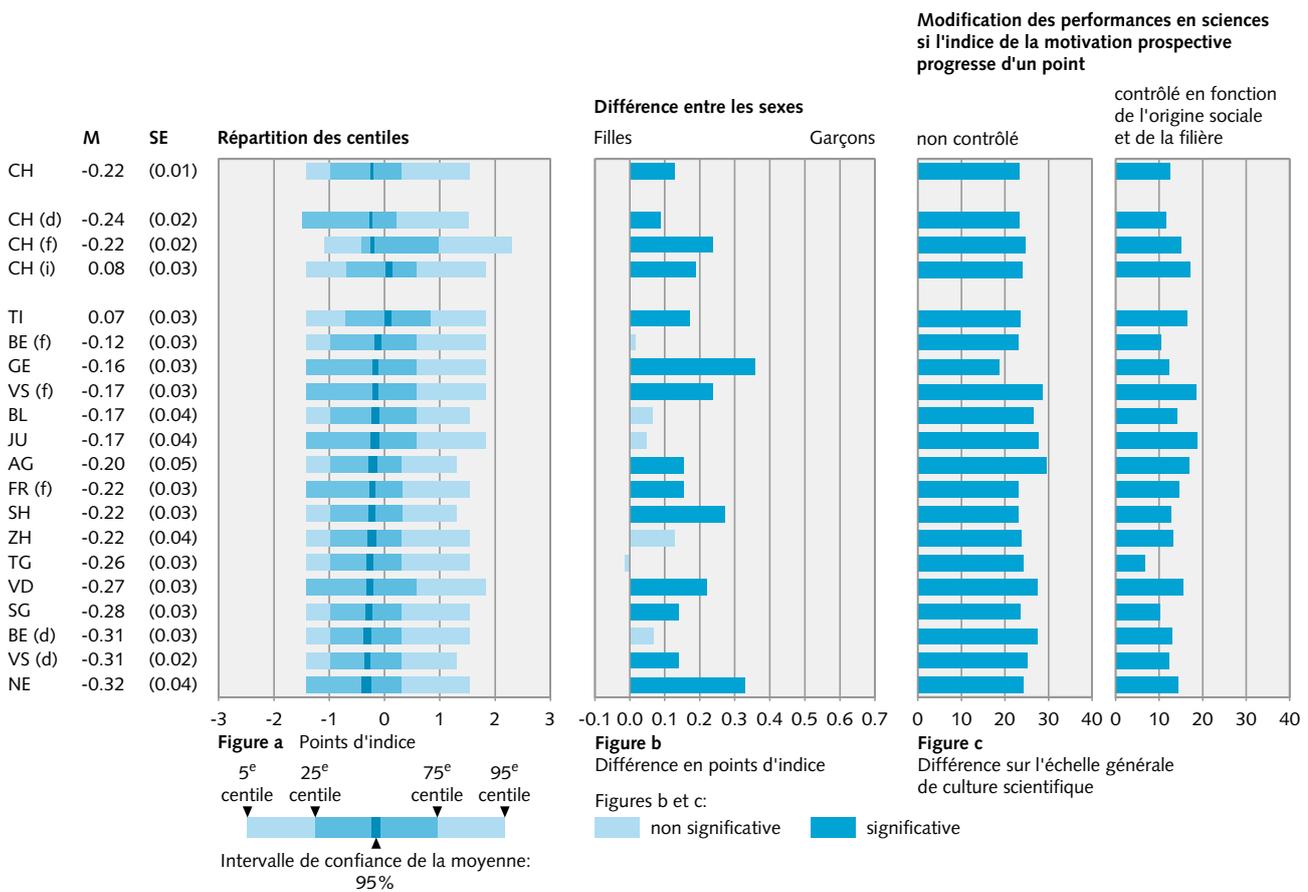
La figure 9 montre qu'en Suisse peu de jeunes souhaitent se lancer dans une carrière professionnelle scientifique après leurs études secondaires. Entre 70 et 80% des jeunes disent ne pas souhaiter exercer plus tard une profession en relation avec des questions scientifiques. Seuls 22% d'entre eux affirment qu'ils aimeraient travailler sur des projets scientifiques à l'âge adulte, alors même que 33% d'entre eux déclarent qu'ils aimeraient exercer plus tard une profession dans laquelle les sciences interviennent. Mais c'est l'idée de faire plus tard un travail scientifique à un niveau avancé, ou de faire des études de sciences, qui est le plus résolument repoussée par les élèves interrogés. Il est possible que la formulation des énoncés correspondants ait découragé certains élèves, ce qui pourrait expliquer en partie le peu de réponses positives. Cette hypothèse serait confortée par les études qui concluent que beaucoup d'élèves jugent ne pas avoir les compétences intellectuelles nécessaires pour entreprendre une carrière scientifique. Ils supposent en effet que seules les personnes très intelligentes ont les capacités nécessaires pour s'engager sur une telle voie (Osborne, Simon & Collins, 2003).

Les résultats du relevé de la motivation prospective pour l'apprentissage des sciences sont comparables à ceux enregistrés pour la motivation instrumentale (figure 9): cet indice est nettement inférieur à la moyenne des pays de l'OCDE dans tous les cantons, hormis en Suisse italienne. À l'exception du canton du Tessin, qui présente des valeurs sensiblement plus élevées que les autres, les différences entre les cantons sont très faibles.

Comme pour d'autres aspects de la motivation des élèves, les cantons de Genève et de Neuchâtel se distinguent par de très grandes différences de genre, qui jouent en faveur des garçons. Certes, dans la plupart des autres cantons, les garçons témoignent également d'une motivation prospective plus forte que les filles, mais ces différences ne sont pas toujours significatives.

On remarque une corrélation significative entre la motivation prospective et les performances en sciences. En effet, lorsque l'indice de la motivation prospective progresse d'un point on enregistre, au niveau suisse, une progression des performances de 23 points. Bien que cette corrélation soit en partie explicable par les différences relatives à l'origine sociale et à la filière, ses effets demeurent significatifs dans tous les cantons, même après le contrôle de ces deux caractéristiques.

Fig. 10 Motivation prospective pour l'apprentissage des sciences: comparaison par régions linguistiques et par cantons



M = Moyenne
SE = Erreur-type de la moyenne
Remarque: les cantons sont classés en fonction de la valeur moyenne de l'indice.

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

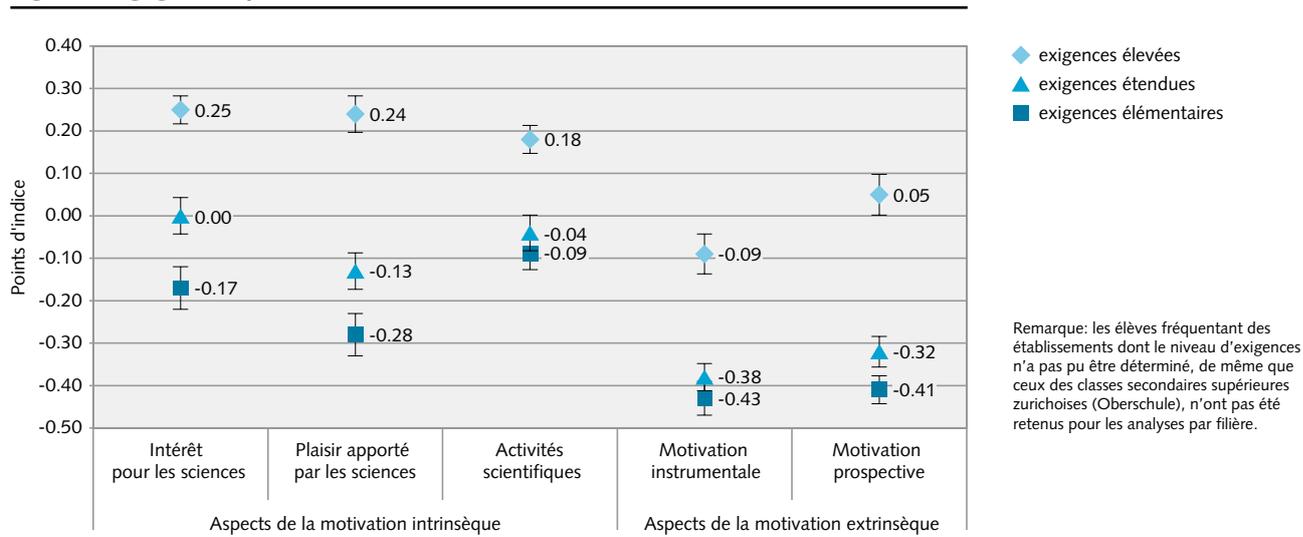
3.3 Engagement pour les sciences en fonction de la filière

Dans la figure 11, on a classé les caractéristiques de l'engagement pour les sciences en fonction de la filière fréquentée. Dans ce but, on a distingué trois niveaux d'exigences, dans lesquels on a réparti les élèves, selon qu'ils fréquentent une école qui a des exigences élémentaires (par ex. une école préprofessionnelle, ou «Realschule»), des exigences étendues (par ex. une école secondaire), ou des exigences élevées (par ex. un lycée ou un gymnase).⁵

⁵ La répartition des élèves dans ces trois niveaux se fait, dans le cas de classes de base homogènes, en fonction du système scolaire cantonal et, dans le cas de classes de base hétérogènes, sur les indications relatives au niveau de l'enseignement.

Les résultats de ce classement montrent que le niveau d'engagement pour les sciences diffère fortement d'une filière à l'autre: les élèves fréquentant des écoles dont les exigences sont élevées présentent toujours les indices les plus hauts et ceux qui fréquentent des établissements à exigences élémentaires ont les indices les plus bas, tandis que les élèves des écoles ayant des exigences étendues se situent à un niveau intermédiaire. On observe cette même répartition pour tous les aspects de la motivation examinés, même si les écarts entre les différentes filières diffèrent d'un aspect à l'autre. Dans les cas de l'intérêt pour les sciences, du plaisir apporté par les sciences et de la motivation prospective, on constate des différences significatives entre les trois filières. En ce qui concerne les activités scientifiques et la motivation instrumentale, si les indices des élèves des écoles à exigences élevées dépassent de manière significative ceux des élèves des

Fig. 11 Engagement pour les sciences en fonction de la filière



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Remarque: les élèves fréquentant des établissements dont le niveau d'exigences n'a pu être déterminé, de même que ceux des classes secondaires supérieures zurichoises (Oberschule), n'ont pas été retenus pour les analyses par filière.

autres écoles, en revanche les moyennes enregistrées dans les écoles à exigences étendues ne s'écartent pas de manière significative de celles relevées dans les écoles à exigences élémentaires.

On remarque que l'écart entre les écoles à exigences élevées et les deux filières moins exigeantes est particulièrement important dans le cas de la motivation prospective pour l'apprentissage des sciences. Non seulement les élèves des écoles à exigences élevées manifestent plus d'intérêt que leurs collègues des autres écoles pour les sciences et en tirent plus de plaisir: ils ont aussi nettement plus souvent que les autres l'intention d'entreprendre par la suite des études de sciences ou d'exercer une profession scientifique. Cet écart important reflète aussi le fait que cet indice est orienté vers des activités professionnelles exigeantes.

3.4 Relations entre les différents facteurs d'engagement pour les sciences

Quant à leur contenu, les indices décrits ci-dessus rendent compte d'aspects différents de la motivation des élèves et ces aspects peuvent être clairement distingués au niveau théorique. Cependant, il s'agit des différentes facettes d'une seule question plus générale, celle consistant à déterminer le degré d'engagement des jeunes pour les sciences.

Ces différents indices sont liés les uns aux autres par leur contenu, comme en témoignent les corrélations assez étroites que l'on relève entre eux (tableau 1). C'est entre les indices de la motivation instrumentale et de la motivation prospective, qui mettent tous deux l'accent sur l'utilité pour l'avenir de l'étude des sciences, que l'on constate la plus forte corrélation ($r = 0.65$).

T1 Corrélations des indices concernant l'engagement pour les sciences

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) Intérêt pour les sciences	1.00	0.63	0.52	0.45	0.49
(2) Plaisir apporté par les sciences		1.00	0.60	0.54	0.60
(3) Activités scientifiques			1.00	0.43	0.49
(4) Motivation instrumentale				1.00	0.65
(5) Motivation prospective					1.00

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Les indices que l'on peut classer dans la catégorie de la motivation intrinsèque sont eux aussi étroitement liés. Ici, c'est entre l'indice de l'intérêt pour les sciences et celui du plaisir apporté par les sciences que la corrélation est la plus forte ($r = 0.63$). Du point de vue de la théorie des intérêts, cette étroite corrélation n'est guère étonnante, puisque le plaisir éprouvé dans une activité donnée représente une composante importante des actions motivées par un intérêt. En outre, un élève à qui les sciences apportent du plaisir a souvent envie de concrétiser ce plaisir et de se consacrer à des activités scientifiques ($r = 0.60$).

Pour réaliser certaines analyses plus poussées dans la suite de ce rapport, on s'est limité à deux aspects de la motivation, un pour la motivation intrinsèque et un pour la motivation extrinsèque. On peut justifier empiriquement ce choix en soulignant le fait que les différents aspects de l'engagement pour les sciences sont dans la pratique étroitement liés, comme le montre le fait que les résultats des indices de cet engagement sont souvent comparables (voir chapitres 3.1 et 3.2).

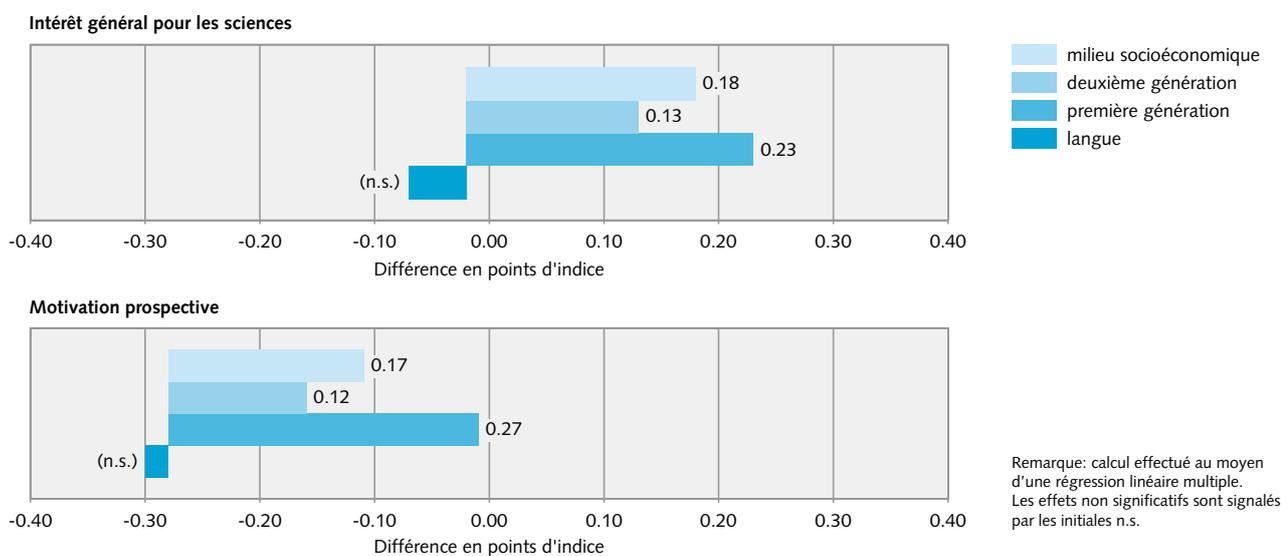
Le choix des indices retenus dans ces analyses repose cependant surtout sur une considération de leur contenu respectif. En effet, l'intérêt pour les sciences se présente comme un bon représentant de la motivation intrinsèque, car cet indice tient compte d'une manière optimale de tout le champ des domaines scientifiques. Pour les

aspects extrinsèques, on retiendra l'indice de la motivation prospective, car c'est celui qui reflète le mieux la question centrale des projets d'études et des projets professionnels.

3.5 Effets des caractéristiques individuelles sur l'engagement pour les sciences

Il est notoire que les caractéristiques individuelles des élèves influent sur leurs performances scolaires et les rapports PISA publiés jusqu'à présent l'ont démontré à maintes reprises (par ex. Zahner & Holzer, 2007). Ci-après, c'est la relation entre ces caractéristiques individuelles et l'engagement des jeunes pour les sciences que nous allons examiner. Il convient de remarquer que les différentes caractéristiques liées à l'origine ne sont pas indépendantes les unes des autres. En effet, entre l'ascendance allochtone des élèves, la langue qu'ils parlent à la maison et le milieu socioéconomique auquel ils appartiennent, il y a des liens manifestes: les jeunes issus de l'immigration ne parlent souvent pas la langue d'enseignement en famille et il vivent plus fréquemment dans des conditions sociales défavorisées que les jeunes du pays. La figure 12 illustre l'influence de trois facteurs, le milieu socioéconomique, l'ascendance allochtone et

Fig. 12 Effets des caractéristiques individuelles sur l'intérêt pour les sciences et la motivation prospective



la pratique à la maison d'une langue étrangère, sur les indices de l'intérêt pour les sciences et de la motivation prospective (voir Information 4).

On constate que l'origine sociale et l'ascendance allochtone des élèves ont un effet significatif sur l'indice de l'intérêt pour les sciences, ce qui n'est en revanche pas le cas du fait de parler une langue étrangère à la maison. Les jeunes provenant d'un milieu social privilégié (c'est-à-dire dont l'indice du milieu socioéconomique est supérieur d'un point à la moyenne) ont un indice d'intérêt pour les sciences dépassant de 0.18 point celui d'une personne de référence appartenant à un milieu socioéconomique moyen. C'est surtout dans le cas des jeunes nés à l'étranger (première génération) que l'on remarque un effet de l'ascendance allochtone: à origine sociale égale, les jeunes nés à l'étranger présentent un indice d'intérêt pour les sciences dépassant de 0.23 point celui des jeunes du pays.

Comme dans le cas de l'intérêt pour les sciences, l'origine sociale et l'ascendance allochtone des élèves ont une répercussion significative sur leur motivation prospective, contrairement au fait de parler en famille une langue étrangère. Un jeune qui grandit dans un environnement socioculturel favorable présente ainsi, sur les questions concernant sa motivation à étudier ou à travailler plus tard dans le domaine scientifique, un indice dépassant de 0.17 point celui d'une personne de référence appartenant à un milieu socioéconomique moyen (voir Information 4).

Quant aux jeunes nés à l'étranger, ils se montrent plus motivés que les jeunes du pays à s'orienter vers des activités scientifiques: leur indice de motivation prospective dépasse de 0.27 celui de ces derniers.

Il convient cependant de remarquer que les effets des caractéristiques individuelles que nous venons d'examiner sont assez faibles. Le modèle présenté ci-dessus ne permet effectivement d'expliquer qu'environ 3% de la variance de l'indice de l'intérêt pour les sciences. Cette observation nous renvoie au fait qu'il existe de nombreux autres facteurs qui influencent également l'engagement pour les sciences. Ainsi, les expériences que les jeunes ont pu réaliser en rapport avec des phénomènes scientifiques, au sein de l'école ou au cours d'activités extrascolaires, jouent un rôle important dans le développement de leurs intérêts (voir chapitre 5).

Information 4: Caractéristiques individuelles

L'effet des caractéristiques individuelles sur l'indice de l'intérêt pour les sciences a été contrôlé au moyen d'une régression linéaire. Les bâtons de la figure 12 indiquent la direction et l'intensité des modifications de l'intérêt pour les sciences par rapport à une personne de référence, lorsqu'une caractéristique individuelle d'un élève diffère de la caractéristique correspondante chez la personne de référence. La personne de référence parle en famille la langue d'enseignement, elle est née en Suisse ou, tout au moins, un de ses parents en est originaire, et elle appartient à un milieu socioéconomique moyen.

4 Attentes professionnelles dans le domaine des sciences

Les projets professionnels des élèves ne sont souvent pas encore fixés définitivement à la fin de leur scolarité. Ils permettent cependant de se faire une idée des préférences des jeunes pour certaines catégories de professions (Taskinen et al., 2008). Nous nous occuperons donc dans ce chapitre de la question de savoir si les jeunes envisagent de s'engager dans des carrières scientifiques. On s'intéressera ici particulièrement aux élèves qui, dans les tests PISA 2006, ont fait preuve de très bonnes performances en sciences. Il serait en effet important, eu égard au manque de personnes qualifiées dans ces domaines, de susciter l'enthousiasme de ces jeunes pour les carrières scientifiques et techniques. Ces élèves-là ont en effet de bonnes chances d'achever avec succès des formations professionnelles exigeantes dans le domaine scientifique.

On cherchera en outre à déterminer dans ce chapitre s'il y a un lien entre les projets professionnels des élèves dans le domaine des sciences et leurs performances et leur engagement dans ce même domaine.

4.1 Activité professionnelle espérée à l'âge de 30 ans

Pour évaluer les projets professionnels des jeunes, on leur a demandé dans une question ouverte (en plus des questions relatives à leur motivation prospective pour l'apprentissage des sciences: voir chapitre 3.2.2) quelle profession ils espéraient exercer à l'âge de 30 ans. Ce n'est que par la suite que l'on a déterminé si les professions indiquées relevaient ou non du domaine des sciences. On peut donc ici exclure que le résultat ait été influencé par une connotation négative éventuellement liée au terme «scientifique», comme cela a pu se produire dans le cas de l'indice de la motivation prospective.

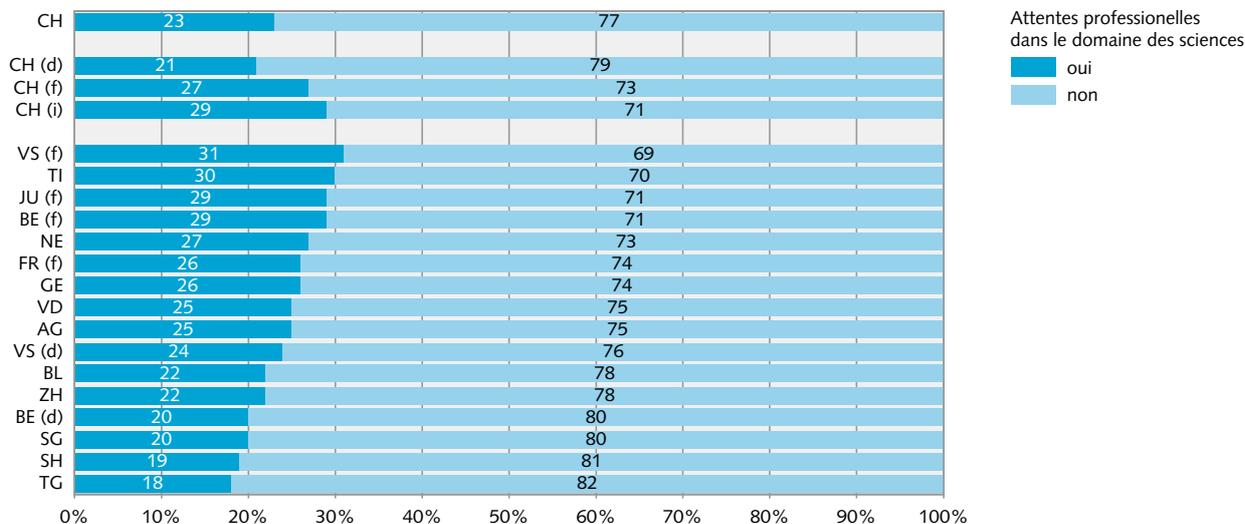
Les professions indiquées par les élèves ont été répertoriées d'après la Classification internationale type des professions (CITP/ISCO-88, voir OECD, 2007, pp. 176 ss.).⁶ D'après la définition donnée dans cette classification, sont considérées comme des professions à caractère scientifique non seulement celles qui présupposent des connaissances scientifiques importantes, mais aussi des professions qui sortent du cadre de l'image traditionnelle du scientifique travaillant dans un laboratoire ou dans un cadre universitaire. On peut donc donner comme exemples de professions à caractère scientifique des professions comme celles d'ingénieur (qui exige des connaissances en physique), de météorologue (qui suppose des connaissances dans les sciences de la terre), d'opticien ou opticienne (qui requiert des connaissances en biologie et en physique) et de médecin (qui nécessite des connaissances en médecine et en sciences naturelles). Certaines professions non-universitaires ont aussi été codées dans la CITP comme des professions à caractère scientifique, mais il s'agit généralement de professions exigeantes qui présupposent souvent – et à l'étranger surtout – une formation dans une haute école.

L'interprétation des attentes professionnelles des jeunes doit prendre en compte deux réserves. Tout d'abord, il va de soi que les jeunes interrogés ne peuvent mentionner que des professions qu'eux-mêmes connaissent. Ensuite, l'idée qu'ils se font des exigences de la profession qu'ils indiquent ne correspond pas forcément à ses exigences effectives (Taskinen et al., 2008).

23% des jeunes de Suisse en fin de scolarité obligatoire espèrent qu'ils exerceront une profession à caractère scientifique lorsqu'ils auront 30 ans (figure 13). Cette proportion est légèrement inférieure à la moyenne de l'OCDE (25%). On remarque de sensibles différences entre les diverses régions linguistiques et d'un canton à l'autre.

⁶ On trouvera en annexe la liste complète des professions à caractère scientifique prises en compte pour PISA 2006.

Fig. 13 Espoir d'exercer une profession à caractère scientifique à l'âge de 30 ans: comparaison par régions linguistiques et par cantons



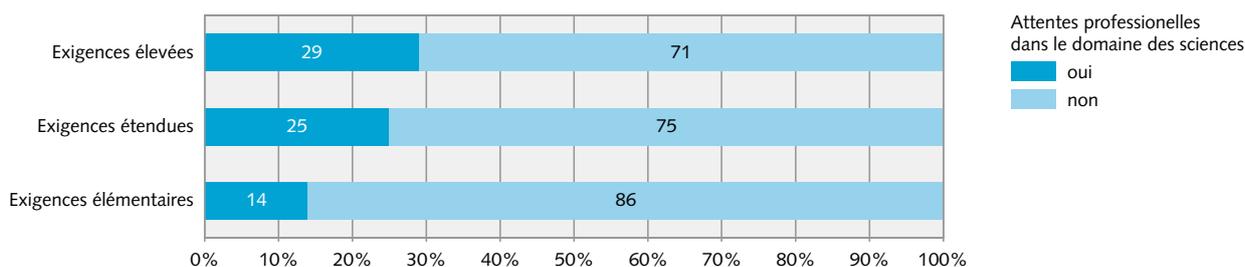
© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

En Suisse romande et en Suisse italienne, le nombre de jeunes qui entrevoient une activité professionnelle dans un domaine à caractère scientifique est nettement supérieur à la moyenne nationale. En revanche, 79% des élèves de Suisse alémanique supposent que, lorsqu'ils seront adultes, ils travailleront dans une profession sans rapport avec les sciences. C'est dans le Valais francophone et dans le canton de Thurgovie qu'on enregistre les valeurs extrêmes: dans le premier, presque un tiers des jeunes interrogés disent espérer travailler dans les sciences, tandis que dans le second on n'enregistre que 18% de réponses allant dans ce sens.

Si l'on analyse les réponses données en fonction de la filière, on constate que seuls 14% des élèves de classes à exigences élémentaires imaginent s'engager dans une profession à caractère scientifique (figure 14). On recense un quart de réponses positives dans les classes à exigences étendues. Même dans les filières à exigences élevées, la profession que plus de 70% des élèves espèrent exercer n'a pas de rapport avec les sciences.

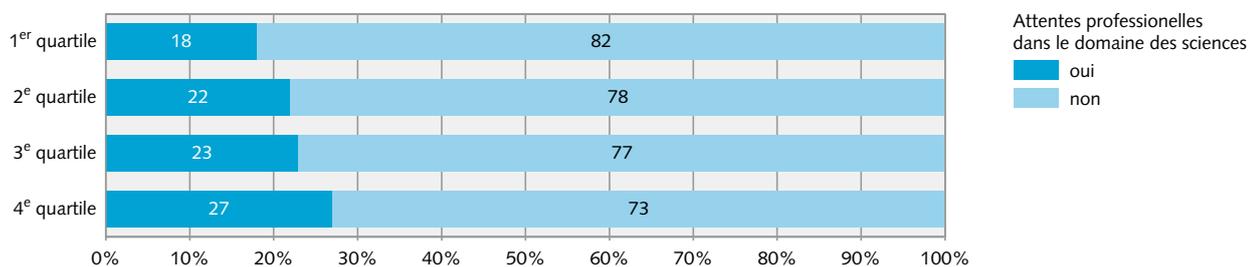
Fig. 14 Espoir d'exercer une profession à caractère scientifique à l'âge de 30 ans, en fonction de la filière



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Fig. 15 Espoir d'exercer une profession à caractère scientifique à l'âge de 30 ans, en fonction de l'origine sociale



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

On remarque aussi des différences dans les attentes professionnelles des élèves en fonction de leur origine sociale (figure 15). Plus l'indice du milieu socioéconomique est élevé, plus la proportion de professions à caractère scientifique figurant parmi les attentes professionnelles des élèves est importante: alors que 27% des élèves issus de milieux favorisés mentionnent une profession à caractère scientifique, seuls 18% des jeunes provenant de milieux plutôt défavorisés citent une telle profession.

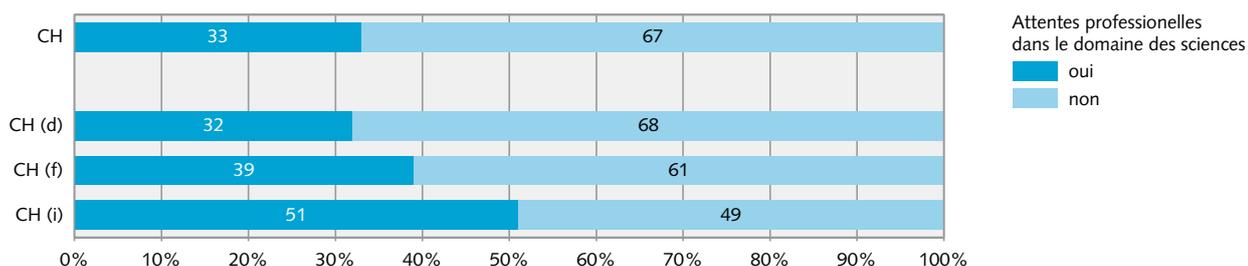
On n'a pas constaté de différences importantes dans les attentes professionnelles en lien avec les caractéristiques de la langue parlée en famille, de l'ascendance allochtone ou du genre des élèves, qui ont également été examinées sous cet angle: la proportion de professions à caractère scientifique mentionnées se situe toujours entre 23 et 25%, quelles que soient les variations de ces caractéristiques. Ceci est particulièrement remarquable en ce qui concerne le genre: alors que pour la motivation prospective l'indice des garçons est en moyenne un peu plus élevé que celui des filles (voir le chapitre 3.2.2), il y a

autant de filles que de garçons qui déclarent envisager une activité professionnelle dans le domaine scientifique. On observera néanmoins que le type de professions à caractère scientifique auquel aspirent les garçons et les filles est différent (Brühwiler et al., en préparation). Ainsi, Taskinen et al. (2008) ont constaté dans le cas de l'Allemagne que les attentes professionnelles des garçons sont plus souvent tournées vers les professions techniques, tandis que celles des filles concernent davantage les professions médicales. La répartition actuelle des diplômes de fin d'études des hautes écoles suisses confirme qu'une tendance analogue existe en Suisse (voir chapitre 1).

4.2 Les jeunes particulièrement compétents choisissent-ils des professions à caractère scientifique?

Si l'on souhaite trouver à l'avenir le personnel hautement qualifié requis pour les professions scientifiques et techniques exigeantes, on doit surtout encourager les jeunes

Fig. 16 Attentes professionnelles à caractère scientifique chez les jeunes particulièrement compétents (niveaux de compétence 5 et 6)



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

particulièrement compétents à se passionner pour les activités scientifiques. Or les résultats décrits dans le chapitre 3.1 montrent que les élèves particulièrement compétents en sciences font preuve de plus d'intérêt pour les sciences que leurs collègues moins compétents. On cherchera maintenant à déterminer si ces jeunes particulièrement compétents en sciences (niveaux 5 et 6) espèrent exercer plus tard une profession à caractère scientifique.

On constate alors qu'en Suisse un tiers des jeunes ayant de très bonnes performances en sciences espèrent exercer une profession scientifique lorsqu'ils auront 30 ans (figure 16), mais que les deux autres tiers préfèrent une autre profession. La Suisse italienne fait exception, puisqu'au Tessin près de la moitié des élèves particulièrement compétents en sciences envisagent de se lancer dans une profession à caractère scientifique. Manifestement, la Suisse italienne parvient relativement bien à éveiller l'intérêt de ces jeunes-là pour cette catégorie de professions.

4.3 Compétences et engagement scientifiques des jeunes ayant des attentes professionnelles dans le domaine des sciences

Eu égard à la proportion relativement faible des jeunes particulièrement compétents en sciences qui envisagent une carrière à caractère scientifique, il est important de savoir quelles caractéristiques des élèves sont liées aux attentes professionnelles. Dans ce but, on comparera les performances scientifiques et les aspects de l'engagement pour les sciences des élèves qui envisagent une telle carrière avec les performances et l'engagement des jeunes qui n'envisagent pas cette carrière.

La figure 17 montre que les jeunes qui ont des attentes professionnelles dans le domaine des sciences disposent de compétences sensiblement supérieures à celles des jeunes ayant d'autres objectifs professionnels, et ce non seulement en sciences, mais aussi en mathématiques

Fig. 17 Attentes professionnelles à caractère scientifique et performances en sciences, en mathématiques et en lecture

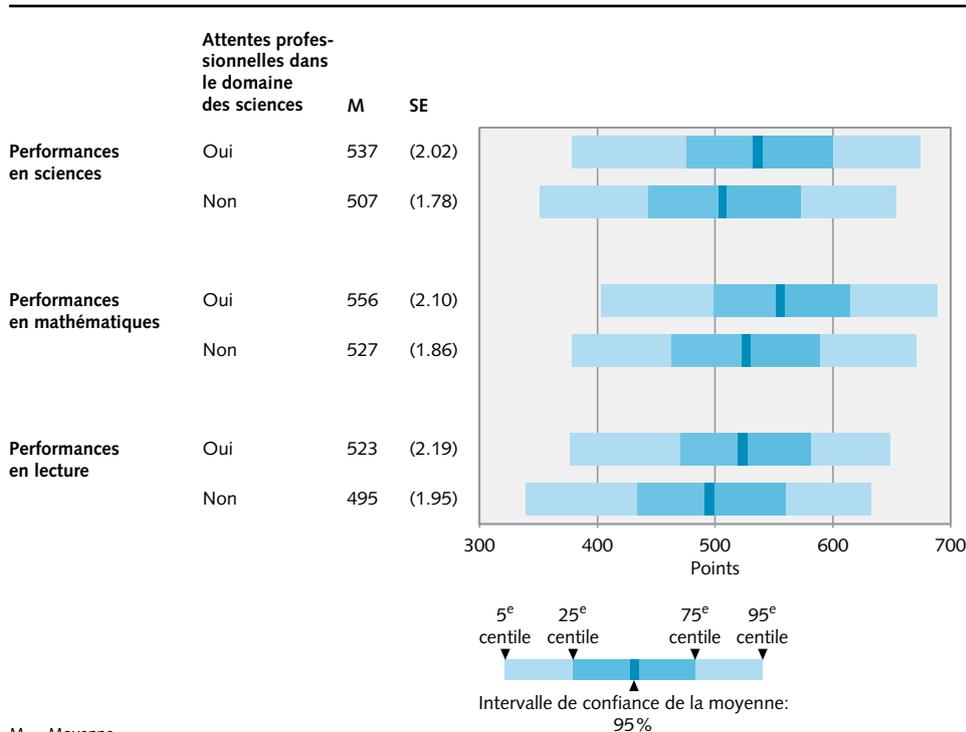
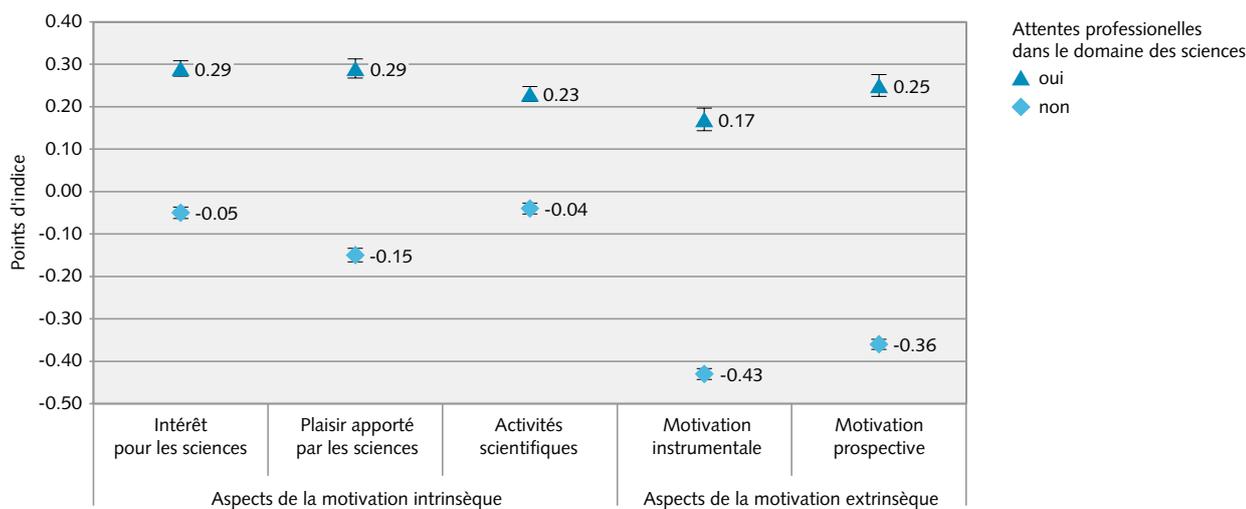


Fig. 18 Attentes professionnelles à caractère scientifique et engagement scientifique

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

et en lecture. Il est frappant que l'écart entre les performances des deux groupes d'élèves soit aussi important dans les trois domaines, soit près de 30 points. Cela signifie, en d'autres termes, que les jeunes qui envisagent une profession à caractère scientifique ont de bonnes performances non seulement en sciences, mais dans tous les domaines. On peut aussi expliquer ce résultat par les fortes corrélations que l'on observe entre les performances dans les différents domaines (Brühwiler, Abt & Kis-Fedi, 2008). La conséquence de cette situation est que les jeunes particulièrement compétents en sciences n'ont pas seulement largement accès aux filières de formation des professions à caractère scientifique, mais que leurs compétences leur permettent de choisir, dans tout l'éventail des professions disponibles, la plus attractive pour eux.

Les élèves ayant des attentes professionnelles dans le domaine des sciences ont pour tous les aspects de l'engagement pour les sciences des indices nettement plus élevés que les autres jeunes (figure 18). Ils font preuve d'une motivation plus forte, tant intrinsèque qu'extrinsèque, que les jeunes qui envisagent un avenir professionnel dans un autre domaine. Les écarts entre ces deux groupes d'élèves sont cependant nettement plus marqués dans les aspects extrinsèques de la motivation que, par exemple, dans l'intérêt pour les sciences ou les activités scientifiques. On peut expliquer cette différence par le fait que les jeunes qui ont de fortes motivations extrinsèques veulent étudier les sciences parce que cette étude leur semble utile pour leur vie d'adultes, et notamment pour leur carrière professionnelle. On peut en conclure que la motivation extrinsèque permet de prédire de manière plus fiable que les aspects de la motivation intrinsèque si un élève décidera ou non de se lancer dans une carrière scientifique.

5 Encouragement scolaire de l'intérêt pour les sciences et des projets professionnels à caractère scientifique

Les études empiriques montrent largement qu'au cours de la scolarité, les intérêts spécifiques des élèves pour certaines branches vont diminuant (par ex. Artelt, 2000). Cette observation s'applique également à l'intérêt pour le domaine des sciences: c'est en général au niveau du degré secondaire I que cet intérêt est au plus bas, soit à un moment où se préparent d'importantes décisions qui vont déterminer la suite du cursus scolaire ou le choix professionnel (Eilks et al., 2004). Certes, l'engagement pour les sciences n'est pas seulement influencé par l'organisation de l'école et de l'enseignement, mais aussi par nombre de facteurs extrascolaires, tels que l'origine socioéconomique des élèves et leur contexte socioculturel, l'attitude des jeunes du même âge et les opinions et expériences individuelles. Il est cependant symptomatique que les élèves soient encore animés par un fort esprit de découverte et un vif intérêt pour le monde durant l'école primaire, où ils reçoivent un enseignement intégré des sciences qui se base sur l'observation des phénomènes. En revanche, les jeunes de 15 ans, s'ils estiment en majorité que les sciences et la technologie sont importantes et utiles pour la vie quotidienne, trouvent souvent ennuyeuses leurs leçons de sciences (Ebenezer & Zoller, 1993).

5.1 Caractéristiques de l'enseignement

L'étude PISA 2006 a fourni le premier relevé précis de l'enseignement des sciences, en interrogeant les jeunes sur les activités d'enseignement et d'étude dans ce domaine. La perception que les élèves ont de l'enseignement offre ainsi une base pour mettre en relation certains aspects de l'enseignement des branches scientifiques avec l'intérêt des jeunes pour la science et leurs projets professionnels.

On a demandé aux jeunes quelle proportion de leurs cours de sciences intégraient certaines activités d'enseignement et d'étude. Les questions se rapportaient à des aspects objectifs de l'enseignement; elles ont ensuite été réparties dans quatre catégories d'activités didactiques

(tableau 2). Sur la base de ce classement des activités, on a établi quatre indices de l'enseignement des sciences. Ces indices décrivent des caractéristiques qui devraient avoir des effets positifs sur l'étude des sciences (voir aussi Steiner & Ruppen, en préparation).

L'indice de *l'interactivité dans l'apprentissage et l'enseignement des sciences* rend compte de la manière dont les enseignants et les apprenants interagissent dans le cadre des activités didactiques et des occasions données aux élèves de présenter leurs opinions et leurs idées dans des discussions en classe. L'indice des *travaux pratiques* montre à quelle fréquence l'enseignement est centré sur des activités en rapport avec la pratique, que ce soit sous la forme d'expériences que les élèves réalisent eux-mêmes en suivant les consignes du professeur ou d'expériences réalisées par le professeur à titre de démonstration. Les activités au cours desquelles les élèves peuvent se familiariser de manière autonome aux méthodes de travail et de réflexion des sciences sont regroupées au sein de l'indice des *recherches personnelles*; les expériences et investigations portant sur les idées et les interrogations des élèves eux-mêmes en font aussi partie. Enfin, l'indice de *l'utilisation de modèles et d'applications* montre à quelle fréquence l'enseignement applique des concepts et des principes scientifiques à des phénomènes quotidiens, contribuant ainsi à une meilleure compréhension du monde en-dehors de l'école. Si l'on examine ces indices du point de vue de la conduite de l'enseignement, on constate que les activités entrant dans le cadre de l'indice des *travaux pratiques* et, surtout, dans celui de l'indice des *recherches personnelles* mettent l'accent sur des formes autonomes de l'expérimentation et de la recherche, tandis que l'indice de *l'utilisation de modèles et d'applications* concerne des activités où le rôle de l'enseignant dans la conduite du processus didactique est central.

T2 Items pour l'évaluation de l'enseignement en sciences

En classe, dans les cours où vous apprenez des sciences, à quelle fréquence les situations suivantes se produisent-elles?

Interactivité dans l'apprentissage et l'enseignement

- 1 Les élèves ont l'occasion d'expliquer leurs idées.
- 2 Les cours font appel aux opinions des élèves sur les points de matière abordés.
- 3 Les élèves discutent des points de matière abordés.
- 4 Les cours donnent lieu à un débat ou à une discussion en classe.

Travaux pratiques

- 5 Les expériences sont réalisées par le professeur à titre de démonstration.
- 6 Les élèves réalisent des expériences en suivant les consignes du professeur.
- 7 Les élèves passent du temps au laboratoire pour réaliser des expériences pratiques.
- 8 On demande aux élèves de tirer les conclusions d'une expérience qu'ils ont réalisée.

Recherches personnelles

- 9 On demande aux élèves d'imaginer comment une question de sciences pourrait être étudiée en laboratoire.
- 10 On demande aux élèves de mener une investigation pour tester leurs propres idées.
- 11 On donne aux élèves l'occasion de choisir leurs propres investigations.
- 12 On permet aux élèves de concevoir leurs propres expériences.

Utilisation de modèles et d'applications

- 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).
- 14 Le professeur explique clairement en quoi les concepts de sciences sont importants dans notre vie.
- 15 Le professeur fait appel à la science pour aider les élèves à comprendre le monde à l'extérieur de la classe.
- 16 Le professeur donne des exemples d'applications technologiques pour montrer en quoi les sciences sont importantes pour la société.
- 17 On demande aux élèves d'appliquer une notion de sciences à des problèmes quotidiens.

Réponses possibles: à tous les cours, à la plupart des cours, à quelques cours, jamais ou presque jamais

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

La manière dont intérêts et projets professionnels évoluent est le résultat de nombreuses expériences, également d'expériences extrascolaires, et on ne peut donc pas l'expliquer exclusivement par les conditions actuelles de l'enseignement. Les données récoltées par l'enquête PISA à la fin de la 9^e année scolaire ne permettent donc pas de tirer des conclusions directes sur l'efficacité de l'enseignement.⁷ Il est néanmoins intéressant d'examiner quelles corrélations peuvent être observées entre les formes d'enseignement adoptées, d'une part, et l'engagement pour les sciences et les attentes professionnelles des élèves d'autre part.

On constate ainsi des corrélations positives entre les quatre indices de l'enseignement des sciences susmentionnés et l'intérêt des élèves pour les sciences (tableau 3): plus on recourt aux activités didactiques décrites ci-dessus, plus les élèves se montrent intéressés par les sciences. Cette corrélation avec l'indice de l'intérêt est la plus forte lorsque les activités proposées ont un étroit rapport avec la vie quotidienne et des questions d'application. C'est avec l'indice des *recherches personnelles* que la corrélation est la plus faible, tout en restant significative.

Si l'on contrôle ces corrélations en les isolant de l'influence de l'origine sociale et de la filière, on remarque que les effets des indices des activités didactiques demeurent aussi importants, ou même se renforcent.

⁷ Pour examiner l'efficacité de l'enseignement, on devrait nécessairement faire plusieurs relevés à des moments différents (étude longitudinale).

T3 Corrélation entre les activités d'apprentissage et d'enseignement et l'intérêt pour les sciences

Caractéristiques de l'enseignement	B	SE	R ²	B	SE	R ²
	non contrôlé			contrôlé en fonction de l'origine sociale et de la filière		
Interactivité de l'enseignement et de l'étude	0.15	(0.013)	0.02	0.16	(0.012)	0.06
Travaux pratiques	0.19	(0.015)	0.03	0.17	(0.014)	0.06
Recherches personnelles	0.07	(0.013)	0.01	0.11	(0.014)	0.05
Utilisation de modèles et d'applications	0.24	(0.012)	0.06	0.22	(0.011)	0.08

B = Coefficient de régression non standardisé

SE = Erreur-type du coefficient de régression

R² = Coefficient de détermination, qui indique la partie de la variance expliquée par le modèle.

Remarque: tous les effets sont significatifs.

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

T4 Corrélation entre les activités d'apprentissage et d'enseignement et la motivation prospective pour l'apprentissage des sciences

Caractéristiques de l'enseignement	B	SE	R ²	B	SE	R ²
	non contrôlé			contrôlé en fonction de l'origine sociale et de la filière		
Interactivité de l'enseignement et de l'étude	0.09	(0.013)	0.01	0.11	(0.012)	0.05
Travaux pratiques	0.13	(0.015)	0.02	0.10	(0.015)	0.05
Recherches personnelles	0.06	(0.014)	0.00	0.10	(0.013)	0.05
Utilisation de modèles et d'applications	0.17	(0.011)	0.03	0.14	(0.010)	0.06

B = Coefficient de régression non standardisé

SE = Erreur-type du coefficient de régression

R² = Coefficient de détermination, qui indique la partie de la variance expliquée par le modèle.

Remarque: tous les effets sont significatifs.

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Cette correction est nécessaire, car sans elle on sous-estimerait la corrélation entre l'intérêt pour les sciences et les formes d'enseignement qui sont surtout utilisées dans les filières à exigences plus modestes et avec des élèves provenant de milieux socialement défavorisés.

On remarque aussi qu'il y a une corrélation entre un recours accru aux activités didactiques recensées et la motivation prospective des élèves et donc avec leur tendance à s'engager dans des études ou des professions scientifiques. La corrélation est ici moins étroite que pour l'indice de l'intérêt pour les sciences, mais reste pourtant significative (tableau 4).

Ces résultats confortent l'hypothèse selon laquelle l'enseignement des sciences est susceptible d'influencer positivement l'intérêt des élèves pour les sujets scientifiques et leur tendance à s'engager dans une carrière scientifique. Les formes d'enseignement qui s'avèrent favorables sont celles où les élèves peuvent participer activement à l'enseignement, apporter et examiner leurs

propres idées et interrogations et où les concepts et les principes scientifiques sont illustrés par des expériences ou par leur application aux phénomènes quotidiens.

Cette conclusion recoupe les résultats d'enquêtes effectuées en Allemagne. En effet, d'après Seidel, Prenzel, Wittwer & Schwindt (2007), un modèle d'enseignement qui s'avère particulièrement propice au développement des intérêts des élèves est celui qui combine des moments d'enseignement dirigé structurés et des espaces où les élèves peuvent présenter leurs propres idées et tirer eux-mêmes des conclusions, tout en se référant fréquemment à des exemples tirés du quotidien et à des applications pratiques.

5.2 Information à propos des professions à caractère scientifique

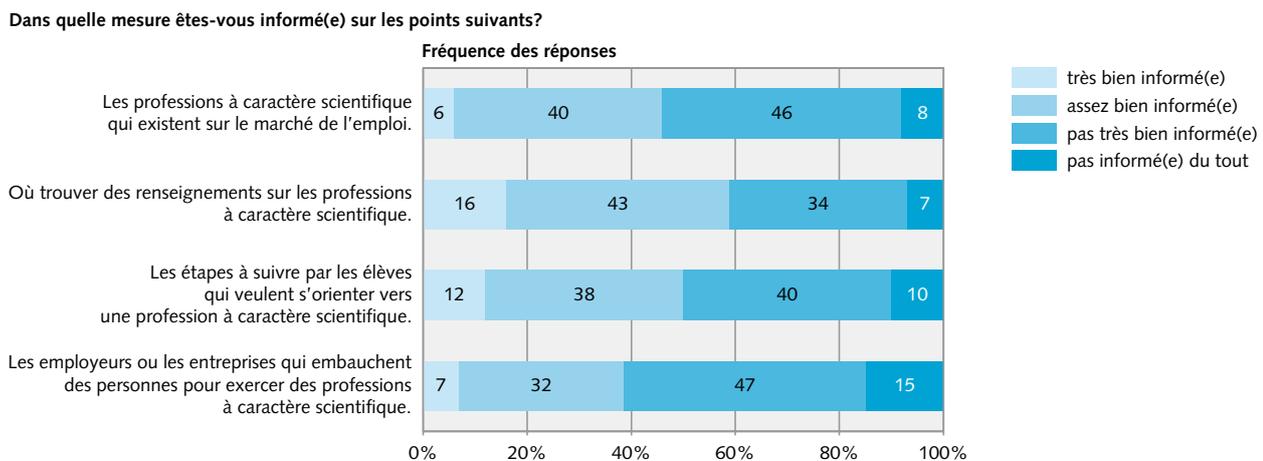
Ce n'est pas seulement dans le domaine des activités didactiques au sens strict que l'école a des moyens d'éveiller l'intérêt des jeunes pour les carrières scientifiques. Pour que des jeunes s'engagent dans des études et des parcours professionnels à caractère scientifique, il est par exemple également important qu'ils soient suffisamment informés sur les perspectives professionnelles qu'ils peuvent avoir dans le domaine des sciences. Pour cette raison, l'enquête PISA 2006 a demandé aux élèves à quel point ils étaient informés sur les voies donnant accès aux carrières à caractère scientifique.

Leurs réponses ont été résumées dans l'indice de l'information à propos des professions à caractère scientifique (figure 19). 60% des élèves déclarent être bien ou très bien informés quant à la question de savoir où ils

peuvent trouver des renseignements sur les professions à caractère scientifique. Exactement la moitié d'entre eux se considèrent bien ou très bien informés sur les étapes à suivre lorsqu'on veut s'orienter vers une profession à caractère scientifique. Les jeunes ont cependant l'impression de recevoir moins souvent des informations concrètes à propos de ces professions. Ainsi, 62% d'entre eux s'estiment peu informés sur les entreprises qui embauchent des collaborateurs pour des professions à caractère scientifique.

Les résultats des tableaux 5 et 6 montrent que les jeunes qui ont une bonne information à propos des professions à caractère scientifique font preuve de plus d'intérêt pour les sciences et d'une plus forte motivation prospective. En effet, les élèves dont l'indice d'information à propos des professions à caractère scientifique est supérieur d'un point à la moyenne dépassent leurs collègues de 0.33 point sur l'indice de l'intérêt pour les sciences et de

Fig. 19 Information à propos des professions à caractère scientifique



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

T5 Corrélation entre l'information à propos des professions à caractère scientifique et l'intérêt pour les sciences

	B	SE	R ²	B	SE	R ²
	non contrôlé			contrôlé en fonction de l'origine sociale et de la filière		
L'information à propos des professions à caractère scientifique	0.33	(0.010)	0.10	0.32	(0.009)	0.13

B = Coefficient de régression non standardisé

SE = Erreur-type du coefficient de régression

R² = Coefficient de détermination, qui indique la partie de la variance expliquée par le modèle.

Remarque: tous les effets sont significatifs.

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

T6 Corrélation entre l'information à propos des professions à caractère scientifique et la motivation prospective pour l'apprentissage des sciences

	B	SE	R ²	B	SE	R ²
	non contrôlé			contrôlé en fonction de l'origine sociale et de la filière		
L'information à propos des professions à caractère scientifique	0.38	(0.010)	0.13	0.36	(0.010)	0.16

B = Coefficient de régression non standardisé

SE = Erreur-type du coefficient de régression

R² = Coefficient de détermination, qui indique la partie de la variance expliquée par le modèle.

Remarque: tous les effets sont significatifs.

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

0.38 point sur celui de la motivation prospective. Le fait de disposer d'informations spécifiques sur les professions scientifiques permet ainsi d'expliquer 10% de la variance de l'indice de l'intérêt pour les sciences et 13% de celle de la motivation prospective. Cette corrélation entre l'information à propos des professions à caractère scientifique, d'une part, et l'intérêt pour les sciences et la motivation prospective, d'autre part, reste forte même après le contrôle en fonction de l'origine sociale et de la filière.

Les données de l'enquête PISA ne permettent certes pas de déterminer si les corrélations observées entre l'information à propos des professions scientifiques et des voies qui y conduisent et engagement pour les sciences résultent d'une relation de cause à effet ni, le cas échéant, d'identifier lequel des deux éléments est la cause et lequel l'effet. Il est vraisemblable qu'un élève motivé à travailler plus tard dans le domaine des sciences aura tendance à s'informer sur les domaines professionnels à caractère

scientifique et que, réciproquement, le fait de disposer d'informations sur ce sujet peut contribuer à accentuer l'intérêt d'un jeune pour les sciences et pour une formation professionnelle scientifique.

Quoi qu'il en soit, on peut donc conclure qu'il vaut la peine d'informer largement les élèves sur les formations et les carrières professionnelles scientifiques. Dans cette perspective, certaines activités complémentaires par rapport à l'enseignement (par ex. des excursions dans des entreprises industrielles, l'utilisation de laboratoires mobiles ou la participation à des séances d'information des hautes écoles) peuvent être précieuses (par ex. Kessels & Hannover, 2004). L'organisation de telles activités pourrait contribuer de manière significative à ce que les jeunes fassent le rapport entre enseignement des sciences et activités professionnelles concrètes et se fassent une idée des exigences du monde du travail dans ce domaine.

6 Conclusion

Pour que les jeunes continuent d'utiliser les connaissances scientifiques acquises au-delà de leur scolarité et pour qu'ils aient envie d'exercer une activité professionnelle dans le domaine des sciences, il ne suffit pas que l'école leur transmette des contenus de savoir. Les jeunes se dirigent en effet plus fréquemment vers des professions à caractère scientifique lorsqu'en plus de leur transmettre des connaissances, on encourage chez eux l'intérêt et une attitude positive vis-à-vis des sciences et qu'on leur fournit des informations sur les professions du domaine scientifique. Eu égard au manque de relève qui se dessine pour les professions scientifiques hautement qualifiées, un fort engagement pour les sciences n'est pas seulement essentiel pour permettre la poursuite de l'acquisition de connaissances tout au long de l'existence, mais aussi pour favoriser le choix des formations et des professions à caractère scientifique.

Engagement pour les sciences

Les résultats de l'enquête montrent qu'en Suisse les jeunes font preuve d'un intérêt modéré pour les sciences. La motivation intrinsèque en faveur de l'étude des sciences, celle qui pousse par exemple à les étudier par plaisir ou par intérêt, est comparable à celle relevée en moyenne dans l'OCDE. En revanche, les aspects de la motivation extrinsèque sont chez nous nettement plus faibles que dans la moyenne internationale: les jeunes de notre pays ont l'impression que l'étude des sciences a relativement peu d'utilité pour l'activité professionnelle qu'ils envisagent. Il n'est donc guère étonnant que seuls 23% d'entre eux déclarent qu'ils espèrent exercer à l'âge adulte une profession à caractère scientifique.

La comparaison des résultats des différentes régions linguistiques révèle certaines différences marquées en matière d'engagement pour les sciences. C'est surtout en Suisse italienne que les jeunes semblent faire preuve d'un plus grand engagement: ceci s'applique surtout à la motivation extrinsèque, qui se traduit aussi par une plus forte tendance à embrasser des professions à caractère scientifique. Les différences intercantionales au sein des régions linguistiques sont généralement négligeables.

Si les filles se montrent en général un peu moins motivées que les garçons à se consacrer plus tard à des domaines scientifiques, on ne constate pas, en revanche, de différences de genre quant à l'espoir de travailler à l'âge adulte dans un domaine scientifique. Les choix effectifs des études et de la profession pourraient cependant révéler de fortes différences selon le genre dans les disciplines ou les types de professions retenus. Les chiffres actuels des diplômes de fin d'études délivrés en Suisse, de même que des analyses effectuées sur les attentes professionnelles en fonction des groupes de professions (Taskinen et al., 2008; Brühwiler et al., en préparation) indiquent qu'au sein des professions à caractère scientifique les filles préfèrent clairement la médecine et les autres professions de la santé et conçoivent beaucoup plus rarement de travailler en informatique ou dans une profession technique.

Entre les diverses filières, les différences dans le degré d'engagement pour les sciences présentent généralement le modèle suivant: plus le niveau d'exigences de l'école concernée est élevé, plus la motivation des élèves pour l'étude des sciences est forte. Si l'on se concentre sur l'indice de la motivation instrumentale, on est surtout frappé par l'écart important existant entre les écoles à exigences élevées (par ex. les lycées ou gymnases) et les filières moins exigeantes. Il est d'autant plus étonnant de constater que seule une proportion relativement faible des jeunes dans les écoles à exigences élevées affiche concrètement des attentes professionnelles dans le domaine des sciences.

Ce n'est pas seulement pour le choix de l'orientation professionnelle qu'un vif intérêt pour les sciences est essentiel. Comme les précédentes études PISA l'ont montré pour la lecture et les mathématiques, on a constaté ici encore que l'intérêt spécifique pour un domaine a de très fortes conséquences sur l'acquisition des compétences dans ce domaine: les élèves qui témoignent d'un vif intérêt pour les sciences ont aussi de meilleures performances dans ce domaine. L'intérêt spécifique pour un domaine d'étude est une des principales conditions pour que les élèves consacrent du temps à

des sujets scientifiques en dehors de l'école, de manière autonome et sans accompagnement didactique.

Les analyses montrent que les aspects extrinsèques et les aspects intrinsèques de la motivation sont liés. Ils se distinguent pourtant nettement en ce qu'ils ne permettent pas les mêmes pronostics par rapport aux compétences en sciences ou aux attentes professionnelles: alors que les aspects de la motivation intrinsèque, comme le plaisir ou l'intérêt pour les sciences, sont ceux qui permettent le mieux de pronostiquer les performances en sciences, le choix de professions scientifiques est davantage lié aux aspects de la motivation extrinsèque, où l'utilité des sciences est au premier plan.

Attentes professionnelles des jeunes particulièrement compétents

Pour garantir une relève qualifiée dans les professions à caractère scientifique exigeantes, il faudrait en particulier que les jeunes qui ont d'excellentes performances en sciences s'enthousiasment pour les carrières scientifiques. Or, si ces jeunes particulièrement compétents témoignent d'un engagement pour les sciences supérieur à la moyenne, il n'en reste pas moins qu'en Suisse les deux tiers de ces élèves, qui ont les meilleures prédispositions pour des activités scientifiques exigeantes, n'aspirent pas à exercer une profession à caractère scientifique.

Il va de soi que les préférences des jeunes pour certaines carrières professionnelles sont déterminées par plusieurs facteurs. Outre des aspects personnels, tels que l'intérêt ou l'idée que l'élève se fait de ses propres compétences, d'autres dimensions peuvent ici jouer un rôle important, comme l'attractivité attendue de l'activité professionnelle en question ou des considérations relatives à la sécurité de l'emploi, aux perspectives salariales ou à la possibilité de concilier vie professionnelle et vie familiale.

Mais, parmi les raisons expliquant que beaucoup de jeunes n'envisagent pas une activité professionnelle dans un domaine scientifique, malgré leurs excellentes compétences en sciences, on trouve aussi le fait que les élèves particulièrement compétents en sciences ont généralement aussi de très bonnes performances en lecture et en mathématiques. Ces élèves peuvent ainsi faire leur choix dans tout le spectre des formations et des professions existantes. Si l'on entend parvenir à attirer un plus grand nombre de jeunes particulièrement compétents dans les filières scientifiques, il faudrait notamment que les lycées, gymnases et autres écoles à exigences élevées fassent davantage d'efforts pour montrer que les carrières scientifiques sont attractives et dignes d'intérêt.

Encouragement scolaire de l'intérêt pour les sciences et des projets professionnels à caractère scientifique

Afin de mieux mettre en valeur le potentiel disponible pour les sciences, on peut recommander de développer des mesures encourageant l'intérêt pour les sciences et les projets professionnels dans ce domaine. Or, le développement quantitatif de l'offre d'enseignement en sciences ne suffit pas, à lui seul, à accroître l'intérêt pour ces disciplines (voir Moser & Angelone dans le présent volume). L'intérêt des élèves et leurs projets professionnels peuvent être beaucoup plus fortement influencés par la qualité de l'enseignement des sciences.

Ainsi, les activités didactiques qui mettent fortement l'accent sur l'application des connaissances scientifiques aux phénomènes et aux problèmes de la vie quotidienne et au cours desquelles les élèves progressent grâce à la pratique expérimentale semblent particulièrement profitables. Les offres d'enseignement qui stimulent la recherche personnelle des élèves dans le domaine des sciences et leur laissent assez de temps pour les échanges d'idées et la réflexion peuvent également contribuer à motiver les jeunes en faveur des filières d'études et des professions scientifiques. Des offres complémentaires à l'enseignement, comme des laboratoires mobiles d'expérimentation, peuvent aussi influencer favorablement l'intérêt des élèves pour les disciplines scientifiques. Il ne suffit pourtant pas, pour éveiller chez eux un intérêt durable, de leur proposer une unique visite de laboratoire (Brandt, Möller & Kohse-Höinghaus, 2008): de telles activités doivent en effet être bien préparées dans le cadre de l'enseignement de sciences, puis approfondies après coup, pour qu'elles aient des effets à moyen ou à long terme.

Une autre stratégie d'encouragement consiste à mieux présenter dans le cadre de l'enseignement la richesse et l'attractivité de tout le spectre des professions à caractère scientifique. Certaines offres d'activités extrascolaires, par exemple en collaboration avec l'industrie ou avec les hautes écoles techniques, peuvent bien sûr également donner l'occasion aux élèves de se confronter à des sujets scientifiques de manière stimulante et plus approfondie. Ce genre d'offres permet aux jeunes d'enrichir leur information à propos des professions à caractère scientifique et de leurs exigences, de recueillir des informations sur les conditions concrètes d'accès à ces professions et d'établir des premiers contacts avec des institutions de formation ou des entreprises actives dans le domaine.

PARTIE 2B:

Les compétences en sciences: analyses des différences de genre

Auteur Myrta Mariotta

Sommaire

1	Introduction	81
2	Effort fourni pendant le test: différence de genre	82
3	Attitude personnelle vis-à-vis des sciences	84
3.1	Différence selon le genre	84
3.2	Corrélation entre l'attitude personnelle vis-à-vis des sciences et les performances	84
4	Résumé et conclusion	88
	Bibliographie	89
	Annexe	91

1 Introduction

Les comparaisons internationales des résultats des tests PISA 2006 ont révélé dans certains pays des différences statistiquement significatives entre les performances des filles et celles des garçons (OCDE, 2007). La Suisse fait partie de ces pays. On constate aussi dans notre pays des différences de performances en sciences en faveur des garçons au sein de l'échantillon examiné des élèves de neuvième année. Nous chercherons ci-dessous à déterminer les facteurs à l'origine de ces différences, dans le but d'informer le monde politique des domaines dans lesquels il conviendrait d'intervenir afin d'atteindre un meilleur équilibre entre les performances des filles et des garçons. Dans ce rapport thématique, nous nous poserons donc les questions suivantes:

1. Peut-on constater des différences selon le genre dans les efforts que les élèves sont prêts à fournir pour répondre aux questions du test ? Le cas échéant, peut-on expliquer par ce facteur les différences entre les performances en sciences des élèves selon le genre?
2. Si tel n'est pas le cas, comment peut-on expliquer les différences de performances en sciences en fonction du genre? L'attitude des élèves vis-à-vis des sciences peut-elle être un élément d'explication de ces différences?

2 Effort fourni pendant le test: différence de genre

On constate sur l'ensemble des performances en sciences des différences en faveur des garçons en Suisse alémanique et en Suisse romande, mais pas en Suisse italienne. Comment expliquer de telles différences? Une première hypothèse serait qu'il existe un lien entre les performances et l'effort fourni pour répondre aux questions du test. Il importe cependant de remarquer qu'il n'est pas possible de mesurer objectivement cet effort: pour l'évaluer, on se base en effet sur une question posée aux élèves à la fin du cahier de test, qui leur demande comment ils évaluent l'effort qu'ils ont fourni pour répondre au test, en le situant sur une échelle allant de 1 (faible effort) à 10 (très fort effort). Ces données doivent ainsi être interprétées avec une certaine prudence.

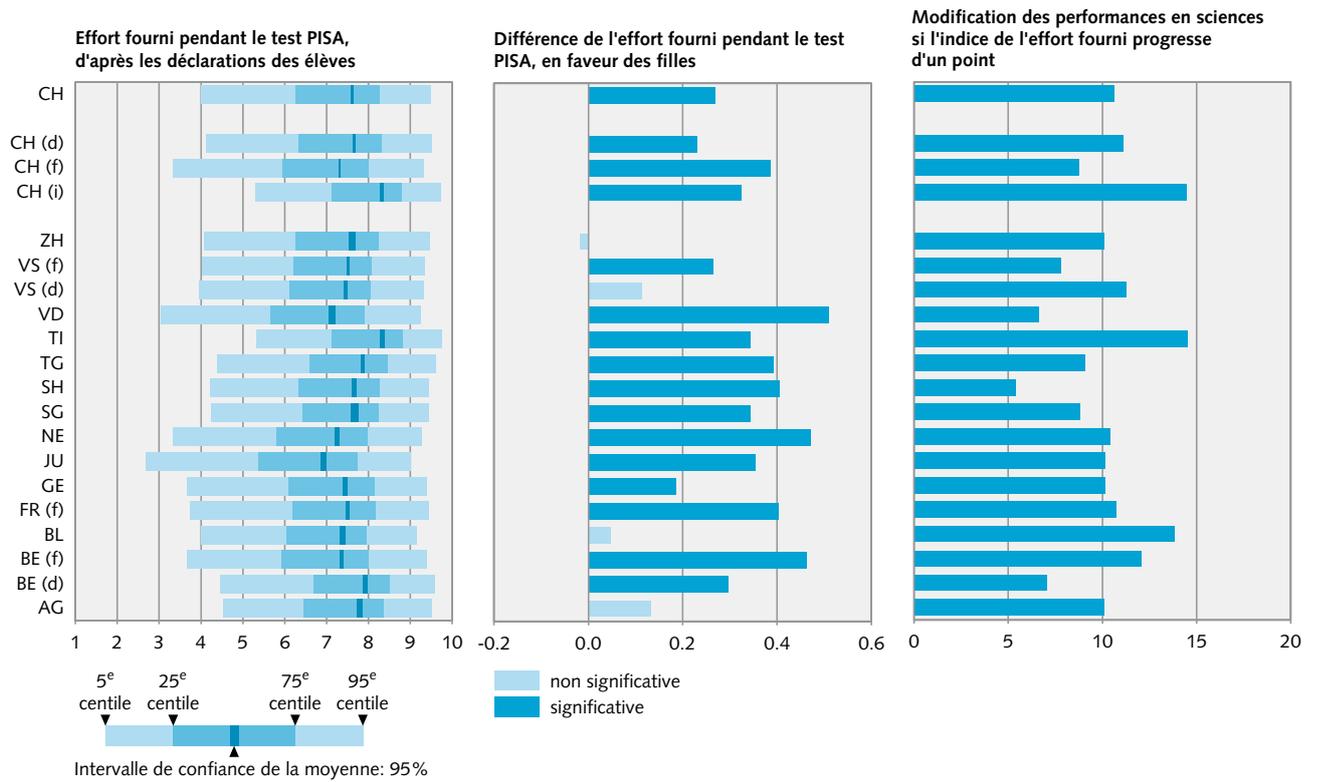
La figure 1 (colonne de gauche) montre que les élèves de Suisse italienne font preuve en moyenne d'un engagement plus fort que ceux des autres régions linguistiques. En outre, on est frappé par la valeur élevée du 5^e centile et par la faible amplitude de la variation (faible dispersion) en Suisse italienne, par rapport aux deux autres régions linguistiques. C'est cependant en Suisse alémanique que la différence entre l'engagement des garçons et celui des filles est la plus faible (figure 1, colonne du milieu). Dans toutes les régions et dans presque tous les cantons, les filles déclarent avoir fait un plus grand effort que les garçons pour répondre aux questions du test; ces différences sont statistiquement significatives. Une analyse de régression montre que, dans toutes les régions linguistiques et dans tous les cantons, si l'indice de l'effort fourni progresse d'un point, les performances augmentent de manière statistiquement significative (figure 1, colonne de droite).

On obtient également des résultats intéressants en effectuant une analyse de régression distincte pour chaque genre. On constate ainsi, tant au niveau suisse qu'au

niveau régional, qu'une progression de l'effort fourni entraîne une augmentation des performances nettement plus élevée chez les filles que chez les garçons. Si donc un engagement plus fort dans la réalisation du test (d'après les déclarations des élèves) est généralement lié à de meilleures performances, cette corrélation est encore plus nette dans le cas des filles.

En résumé, l'analyse de régression met en évidence une corrélation positive statistiquement significative entre l'effort fourni pendant le test et les compétences PISA et elle montre qu'en général cette corrélation est particulièrement forte chez les filles. Par contre, les garçons obtiennent généralement sur l'échelle des compétences en sciences plus de points que les filles (sauf en Suisse italienne et dans quelques autres cantons), bien que ces dernières déclarent presque toujours avoir fourni un plus grand effort pendant le test. On peut donc en conclure que, bien qu'il y ait probablement une étroite corrélation entre l'effort que les élèves déclarent avoir fourni pendant le test et leurs performances, ce facteur ne peut à lui seul expliquer les différences de performances en sciences en fonction du genre. Il est certes possible que les garçons et les filles évaluent leur propre effort de manière différente, c'est-à-dire que les filles soient plutôt portées à s'attribuer un fort engagement, tandis que les garçons auraient tendance à minimiser l'engagement avec lequel ils ont répondu aux questions. Les données à notre disposition ne nous permettent cependant pas de vérifier cette hypothèse. En outre, on peut imaginer que d'autres facteurs influencent les différences de performances constatées selon le genre. Dans le chapitre qui suit, nous examinerons l'hypothèse selon laquelle les performances des élèves peuvent être influencées par leur attitude personnelle vis-à-vis des sciences.

Fig. 1 Effort fourni pendant le test



3 Attitude personnelle vis-à-vis des sciences

3.1 Différences selon le genre

Les cycles PISA antérieurs ont montré que l'attitude personnelle des élèves et leurs performances sont liées, et ce dans tous les domaines de compétences (OFS, 2002; OFS/CDIP, 2005). On peut donc s'attendre à observer une même corrélation dans les résultats de l'enquête PISA 2006 concernant le domaine des sciences. Nous examinerons dans ce chapitre les indices relatifs à la *motivation* (intérêt général pour les sciences et plaisir apporté par les sciences, motivation instrumentale, activités scientifiques et motivation prospective pour l'apprentissage des sciences), à *l'image de soi en science* (perception des capacités personnelles et perception de soi), à la *valorisation* des sciences (valorisation générale et valorisation personnelle des sciences) et à *l'attitude par rapport aux problèmes environnementaux* (optimisme, inquiétude suscitée par les problèmes environnementaux, responsabilisation à l'égard du développement durable).

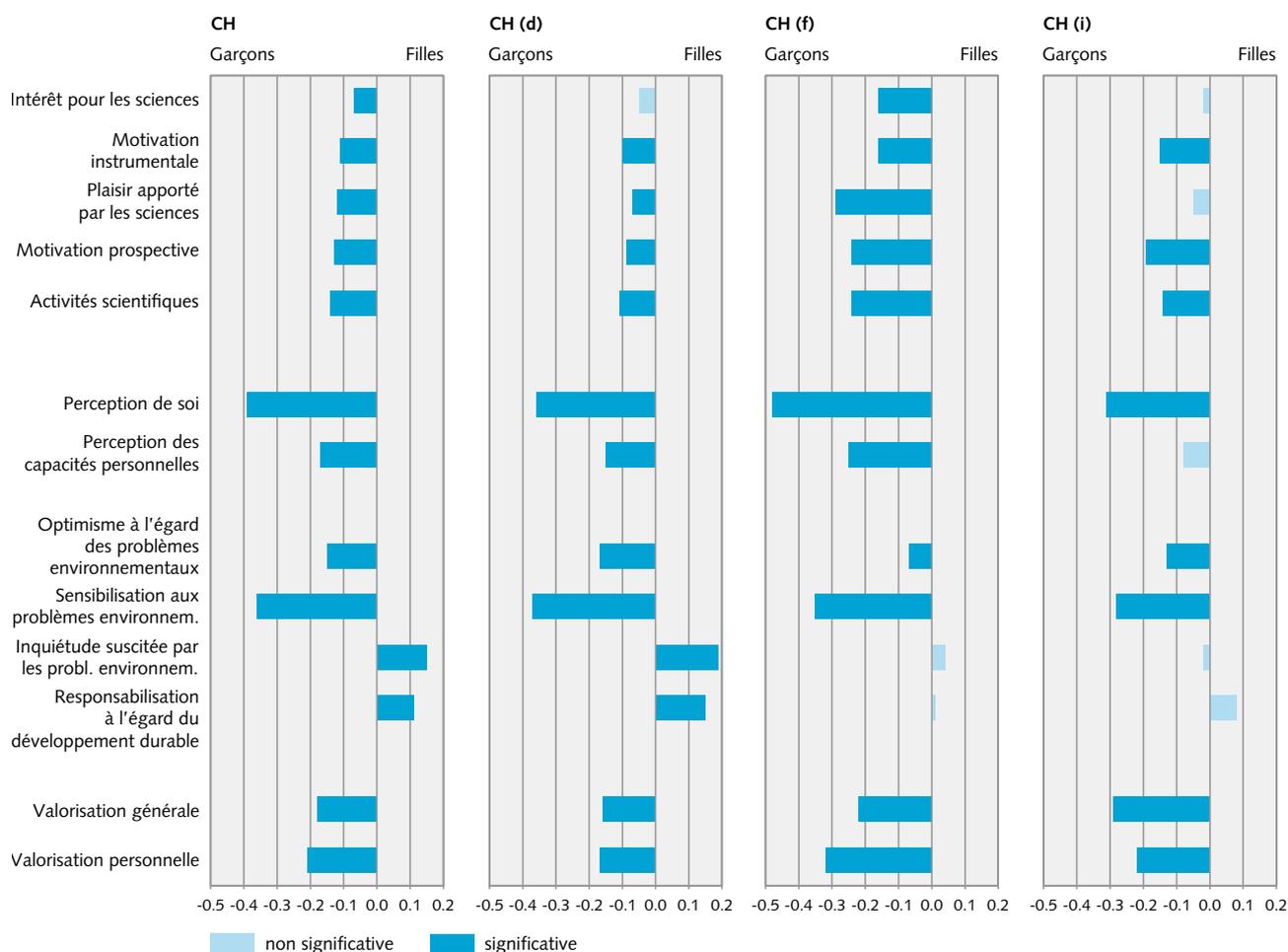
Tant au niveau national que dans les différentes régions, on observe généralement chez les garçons des valeurs nettement plus élevées pour tous ces indices (voir figure 2). Ce n'est qu'en ce qui concerne *l'inquiétude suscitée par les problèmes environnementaux* et la *responsabilisation à l'égard du développement durable* que les indices des filles sont supérieurs à ceux des garçons, cette observation s'appliquant à la Suisse alémanique comme à l'ensemble du pays. Dans toutes les régions linguistiques, ce sont les indices relatifs à la *perception de soi* et à la *sensibilisation aux problèmes environnementaux* qui diffèrent le plus fortement selon le genre (en Suisse italienne, la différence est comparable pour l'indice de la *sensibilisation* et pour celui de la *valorisation générale des sciences*). Contrairement à ce que l'on observe dans le reste de la Suisse, on ne constate au Tessin pas de différence significative entre les garçons et les filles en ce qui concerne les indices du *plaisir apporté par les sciences* et de la *perception des capacités personnelles*. En Suisse romande, où les différences entre les performances des garçons et celles des filles sont beaucoup

plus marquées que dans le reste de la Suisse, on remarque également des différences généralement plus importantes qu'en Suisse alémanique et en Suisse italienne en ce qui concerne les indices relatifs à la motivation (*intérêt, motivation instrumentale, plaisir, motivation prospective et activités scientifiques*) et à l'image de soi en sciences (*perception de soi et perception des capacités personnelles*). Les différences selon le genre sont non significatives pour cinq indices en Suisse italienne, pour deux indices en Suisse romande et pour un indice en Suisse alémanique.

3.2 Corrélation entre l'attitude personnelle vis-à-vis des sciences et les performances

Pour évaluer les effets de l'attitude personnelle sur les performances des élèves en sciences, nous avons eu recours à l'instrument de l'analyse de régression linéaire, simple ou multiple. Au moyen de la régression simple, on peut mesurer l'effet d'un indice déterminé, sans tenir compte des autres caractéristiques. En revanche, la régression multiple permet d'évaluer l'influence de chacune des caractéristiques prises en compte dans le modèle lorsque les autres caractéristiques demeurent constantes (effet net de chaque caractéristique)

Appliquée aux indices de la motivation, de l'image de soi en sciences, de la valorisation des sciences et de l'attitude par rapport aux problèmes environnementaux, la régression simple montre que, dans toutes les régions linguistiques, presque toutes ces caractéristiques influencent les performances de façon significative. L'indice de *l'inquiétude suscitée par les problèmes environnementaux* constitue une exception, puisqu'en Suisse italienne on ne constate aucun effet de cette caractéristique sur les performances.

Fig. 2 Différences entre les garçons et les filles dans l'attitude personnelle vis-à-vis des sciences

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Les analyses de régression multiples que nous avons réalisées pour les indices susmentionnés, en contrôlant l'aspect du genre, apportent des résultats intéressants¹. En effet, les différences de performances selon le genre se réduisent, dès lors que l'on prend en considération les indices de la motivation. Ceci signifie qu'on peut en partie expliquer les différences de performances entre les genres par les variables de la motivation, surtout en Suisse romande, où ces différences diminuent de 10 points à motivation constante. En outre, si l'on tient compte de la valorisation personnelle et de la valorisation générale des

sciences, on constate également que l'influence du genre sur les performances recule, ce qui indique que les différences de performances selon le genre sont au moins en partie explicables par des variations de la valeur attribuée aux sciences.

Les régressions multiples effectuées sur les indices de l'attitude personnelle par rapport aux problèmes environnementaux et de l'image de soi fournissent des résultats encore plus intéressants. En effet, dans le modèle tenant compte à la fois du genre et des indices de l'attitude personnelle par rapport aux problèmes environnementaux (figure 3, colonne de gauche), les effets de ces indices sur les performances demeurent statistiquement significatifs, tandis qu'on ne constate plus d'effets liés au genre, ce qui est extrêmement important. Les différences d'attitude par rapport aux problèmes environnementaux peuvent donc expliquer, en partie au moins, les différences de

¹ Rappelons ici que les différences entre les performances en sciences des élèves selon le genre s'élèvent à 12 points en moyenne nationale, à 11.5 points en Suisse alémanique et à 14 points en Suisse romande, en faveur des garçons (ces chiffres ne tiennent pas compte des variables contextuelles). En Suisse italienne, on ne constate pas de différence statistiquement significative entre les performances des filles et celles des garçons.

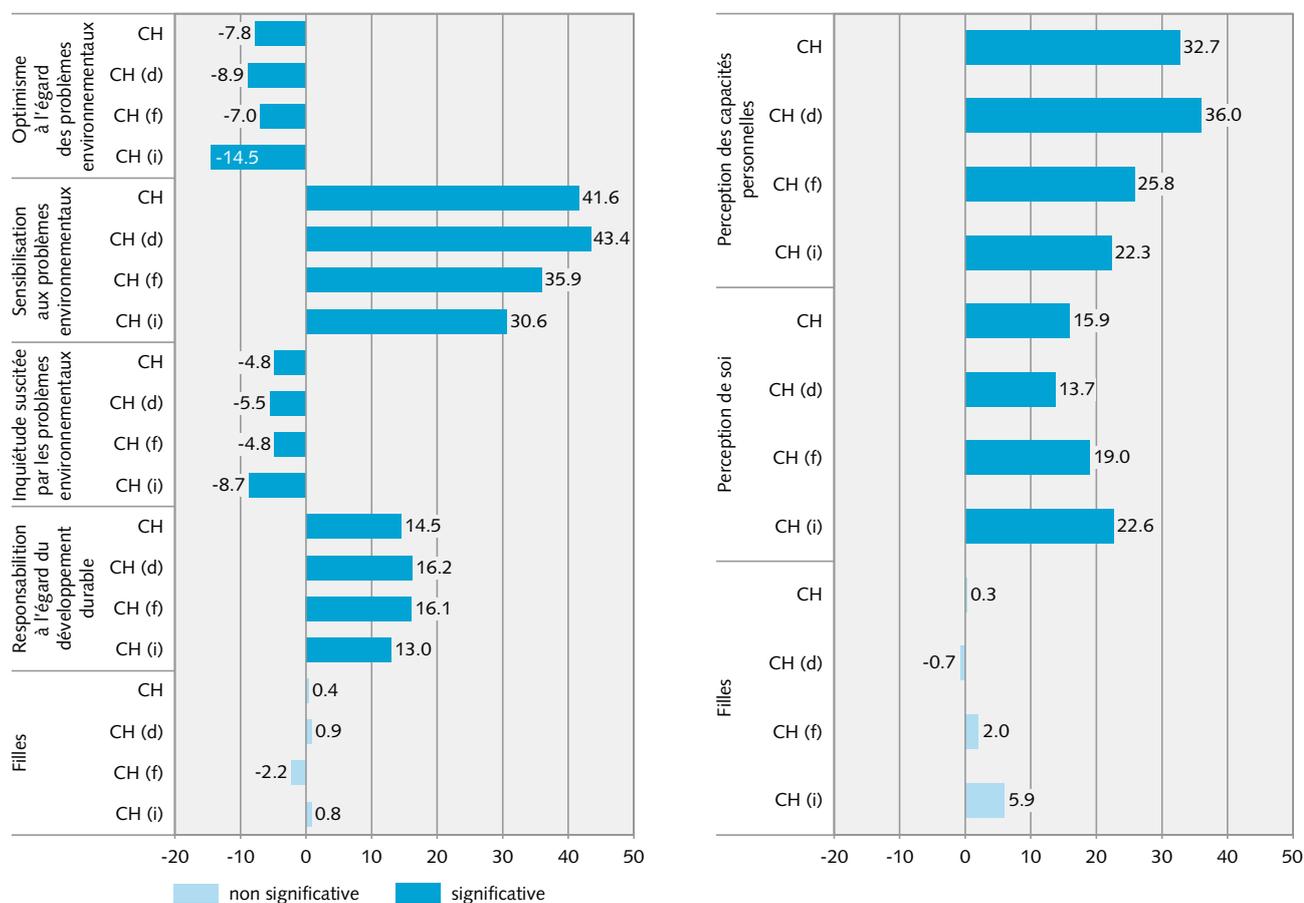
performances selon le genre. Quant aux caractéristiques relevés par les indices de l'image de soi en sciences, on constate qu'ils influent également sur les performances scientifiques de façon statistiquement significative, même après une régression multiple. Mais ce qui est encore plus remarquable, c'est que si l'on prend en compte les effets de ces caractéristiques, on s'aperçoit que le genre n'a plus d'influence sur les performances des élèves (figure 3, colonne de droite). On peut en conclure que les différences de performances selon le genre sont en partie explicables par le fait que les garçons ont tendance à avoir une meilleure perception d'eux-mêmes et de leurs capacités personnelles que les filles (voir figure 2). Ainsi, l'auto-évaluation que les élèves font de leurs propres capacités semble nous fournir une clé importante pour comprendre leurs différences de performances.

En résumé, nous pouvons constater que les effets relatifs au genre diminuent de façon générale, dès que l'on prend en considération l'attitude des élèves vis-à-vis des sciences; ces effets disparaissent même complète-

ment, si l'on examine les performances des élèves selon le genre en contrôlant les indices de l'image de soi en sciences et de l'attitude par rapport aux problèmes environnementaux. En d'autres termes, si l'on observe des groupes ayant les mêmes valeurs des indices en matière d'image de soi et d'attitude par rapport aux problèmes environnementaux, on ne peut plus constater de différences de performances entre les genres. Nous pouvons en conclure que les différences observées entre les performances des garçons et celles des filles sont partiellement explicables par les différences entre les élèves selon le genre en matière d'image de soi et d'attitude par rapport aux problèmes environnementaux.

En analysant les résultats ci-dessus, on s'aperçoit qu'il est possible de construire un modèle incluant les indices qui, dans le cadre d'une régression multiple, annulent les effets de la différence selon le genre sur les performances en sciences – soit les indices de l'image de soi et de l'attitude personnelle par rapport aux problèmes environnementaux –, tout en réduisant

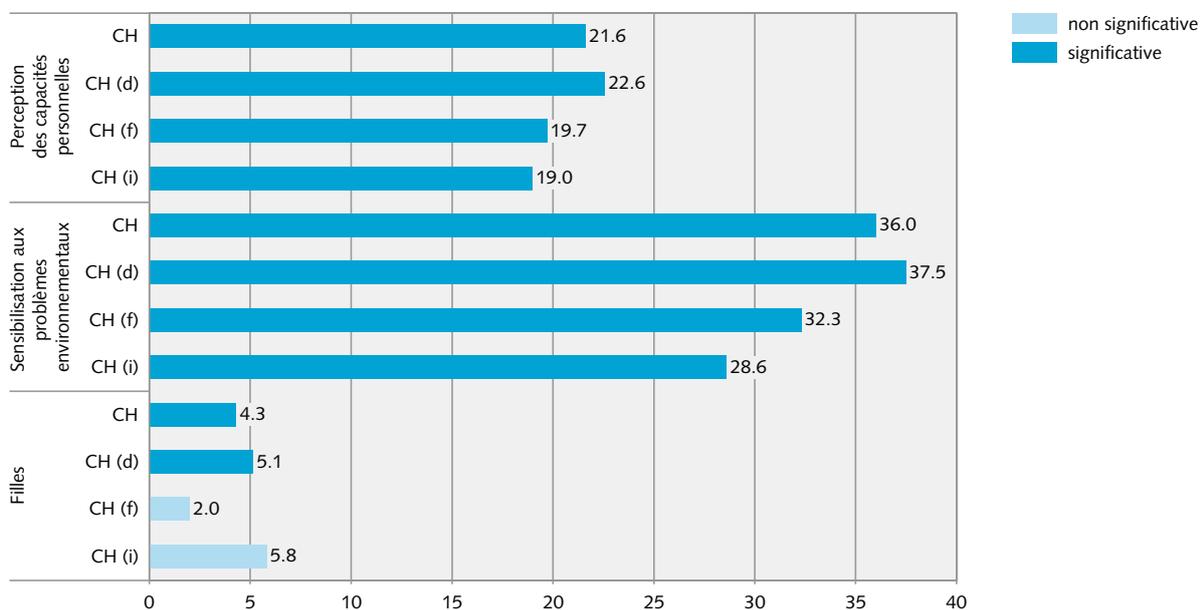
Fig. 3 Effets nets du genre et des indices de l'attitude par rapport aux problèmes environnementaux et de l'image de soi sur les performances en sciences



le plus possible le nombre des indices pris en compte dans le modèle. Pour les indices de l'image de soi en sciences, nous n'avons inclus dans notre modèle que l'indice de la *perception des capacités personnelles*, car l'effet de cette caractéristique sur les performances en sciences est plus important que celui de la *perception de soi* (figure 3). Pour les indices de l'attitude par rapport aux problèmes environnementaux, nous avons retenu l'indice de la *sensibilisation aux problèmes environnementaux*: celui-ci est dans cette catégorie l'indice pour lequel les garçons dépassent le plus nettement les filles, dans toutes les régions linguistiques, et celui qui reçoit dans la régression multiple le coefficient de régression le plus élevé. Nos analyses (figure 4) montrent que les deux indices retenus sont essentiels pour expliquer les différences de performances en fonction du genre. C'est ainsi que si l'on prend en compte les indices de la perception des capacités personnelles et de la sensibilisation aux problèmes environnementaux, en Suisse romande les

performances en sciences des garçons ne dépassent plus celles des filles et, en Suisse alémanique, on constate que non seulement les filles rattrapent leur retard, mais qu'il y a même un «renversement» de l'inégalité selon le genre. En effet dans les cantons alémaniques, les filles obtiennent en moyenne 5 points de plus que les garçons sur l'échelle des performances si ces indices sont pris en compte, tant en ce qui concerne celui de la *perception des capacités personnelles* que celui de la *sensibilisation aux problèmes environnementaux*. On soulignera cependant le fait que la *sensibilisation aux problèmes environnementaux* est encore plus importante que la *perception des capacités personnelles*, puisqu'en Suisse alémanique comme en Suisse romande lorsque le premier de ces indices progresse d'un point, les performances en sciences augmentent de plus de 30 points, tandis qu'une progression d'un point de la perception des capacités personnelles n'augmente ces performances que de quelque 20 points.

Fig. 4 Effets nets du genre, de la perception des capacités personnelles et de la sensibilisation aux problèmes environnementaux sur les performances en sciences



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

4 Résumé et conclusion

En moyenne nationale ainsi qu'en Suisse alémanique et en Suisse romande les garçons obtiennent sur l'échelle des compétences en sciences des résultats supérieurs à ceux des filles, cet écart étant statistiquement significatif. Cette différence en faveur des garçons est particulièrement prononcée en Suisse romande, puisqu'elle y est de presque 15 points. Or l'effort que les élèves disent avoir fourni pour répondre aux questions du test ne permet pas d'expliquer ces différences de performances en sciences selon le genre, même s'il exerce en général une influence statistiquement significative sur les performances. Par contre, l'attitude personnelle vis-à-vis des sciences s'avère très importante pour la question qui nous occupe. En effet, les indices de l'image de soi en sciences et de l'attitude par rapport aux problèmes environnementaux peuvent permettre d'expliquer les différences

de performances selon le genre. On remarque notamment qu'en prenant un modèle avec seulement deux indices, celui de la *perception des capacités personnelles* et celui de la *sensibilisation aux problèmes environnementaux*, les différences de performances selon le genre en Suisse alémanique et en Suisse romande disparaissent. En Suisse alémanique, le contrôle de ces deux indices permet même de renverser l'inégalité en faveur des filles, qui obtiennent dans ce contexte de meilleurs résultats que les garçons, la différence étant statistiquement significative. On peut en conclure que des mesures politiques favorisant un modèle éducatif qui renforcerait la confiance des filles en leurs propres capacités ainsi que leur sensibilisation aux problèmes environnementaux pourraient contribuer à éliminer les différences de performances selon le genre.

Bibliographie

Artelt, C. (2000). *Strategisches Lernen*. Münster: Waxmann.

Artelt, C., Baumert, J., Julius-McElvany, N. & Peschar, J. (2003). *Das Lernen lernen. Voraussetzungen für lebensbegleitendes Lernen. Ergebnisse von PISA 2000*. Paris: OCDE.

Baumert, J. (2005). *Soziale Bedingungen von Schulleistungen. Zur Erfassung von Kontextmerkmalen durch Schüler-, Schul- und Elternfragebögen*. En ligne: <http://www.mpib-berlin.mpg.de/pisa/Kontextmerkmale.pdf> (25.10.2008).

Beinke, L. (2006). *Berufswahl und ihre Rahmenbedingungen. Entscheidungen im Netzwerk der Interessen*. Francfort-sur-le-Main: Peter Lang.

Brandt, A., Möller, J. & Kohse-Höinghaus, K. (2008). Was bewirken ausserschulische Experimentierlabors? Ein Kontrollgruppenexperiment mit Follow up-Erhebung zu Effekten auf Selbstkonzept und Interesse. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 10 (1), 5–12.

Brühwiler, C., Abt, N., Buccheri, G. & Kis-Fedi, P. (in Vorbereitung). Engagement in den Naturwissenschaften und berufliche Zukunft. In Forschungsgemeinschaft PISA Deutschschweiz/FL (éd.), *PISA 2006: Analysen für Deutschschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein*. Oberentfelden: Sauerländer.

Brühwiler, C., Abt, N. & Kis-Fedi, P. (2008). *PISA 2006: Porträt des Kantons St.Gallen*. Zurich: KDMZ.

Brühwiler, C. & Biedermann, H. (2005). Selbstreguliertes Lernen als Voraussetzung für erfolgreiches Mathematiklernen. In C. Zahner Rossier (éd.), *PISA 2003: Compétences pour l'avenir. Deuxième rapport national* (p. 57–73). Neuchâtel: OFS/CDIP.

OFS (2002). *Préparés pour la vie? Les compétences de base des jeunes – Rapport national de l'enquête PISA 2000*. Neuchâtel: OFS.

OFS/CDIP (2005). *PISA2003: Compétences pour l'avenir. Deuxième rapport national*. Neuchâtel: OFS/CDIP.

OFS (2007a). Abschlüsse der schweizerischen Hochschulen 2007: Basistabellen. Lizentiate/Diplome nach Fachbereich und Geschlecht: 1990–2007. En ligne: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/15/06/data.Document.86144.xls#Tab2.2!A1> (11.11.2008).

OFS (2007b). Abschlüsse der Fachhochschulen (FH) 2007: Basistabellen. FH-Diplome nach Fachbereich, Geschlecht und Staatsangehörigkeit: 2000–2007. En ligne: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/15/06/data.Document.86142.xls#T2.2!A2> (11.11.2008).

Coradi, M., Denzler, S., Grossenbacher, S. & Vanhooydonck, S. (2003). Keine Lust auf Mathe, Physik, Technik? Zugang zu Mathematik, Naturwissenschaften und Technik attraktiver und geschlechtergerecht gestalten. Aarau: SKBF.

Ebenezer, J.V. & Zoller, U. (1993). Grade 10 students' perceptions of and attitudes toward science teaching and school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 175–186.

Eglin-Chappuis, N. (2007). *Studienfachwahl und Fächerwechsel. Eine Untersuchung des Wahlprozesses im Übergang vom Gymnasium an die Hochschule*. Berne: CEST.

- Eilks, I., Fischer, H.E., Hammann, M., Neuhaus, B., Petri, J., Ralle, B., Sandmann, A., Schön, L.-H., Sumfleth, E., Vogt, H. & Bayrhuber, H. (2004).** Forschungsergebnisse zur Neugestaltung des Unterrichts in den Naturwissenschaften. In H. Bayrhuber, B. Ralle, K. Reiss & H. Vollmer (éd.), *Konsequenzen von PISA. Perspektiven der Fachdidaktiken* (p. 197–215). Innsbruck: StudienVerlag.
- Kessels, U. & Hannover, B. (2004).** Was bewirkt die Werbung für ingenieurwissenschaftliche Fächer? Evaluation eines universitären Angebots für Schülerinnen und Schüler. *Empirische Pädagogik*, 18 (2), 228–251.
- Krapp, A. (2002).** An educational-psychological theory of interest and its relation to self-determination theory. In E.L. Deci & R.M. Ryan (Eds.), *The handbook of self-determination research* (S. 405–427). Rochester: University of Rochester Press.
- OECD (2007).** *Les compétences en sciences. Un atout pour réussir. Volume 1: Analyse des résultats*. Paris: OCDE.
- Osborne, J. F., Simon, S. & Collins, S. (2003).** Attitudes toward Science: a Review of the Literature and its Implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049–1079.
- Seidel, T., Prenzel, M., Wittwer, J. & Schwindt, K. (2007).** Schülermerkmale, naturwissenschaftliche Kompetenz und Berufserwartung. In PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.), *Pisa '06. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 125–146). Münster: Waxmann.
- Steiner, E. & Ruppen, P. (in Vorbereitung).** Unterricht in den Naturwissenschaften. In Forschungsgemeinschaft PISA Deutschschweiz/FL (Hrsg.), *PISA 2006: Analysen für Deutschschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein*. Oberentfelden: Sauerländer.
- Taskinen, P., Asseburg, R. & Walter, O. (2008).** Wer möchte später einen naturwissenschaftsbezogenen oder technischen Beruf ergreifen? Kompetenzen, Selbstkonzept und Motivationen als Prädiktoren der Berufserwartungen in PISA 2006. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 10*, 79–105.
- Wigfield, A., Eccles, J.S. & Rodriguez, D. (1998).** The development of children's motivation in school contexts. *Review of Research in Education*, 23, 73–118.
- Zahner, C., Holzer, T. (2007).** *PISA 2006: Les compétences en sciences et leur rôle dans la vie – rapport national*, Série «Statistique de la Suisse», Neuchâtel: OFS.

Annexe

Tableau 7: Liste complète des professions à caractère scientifique utilisées dans l'enquête PISA 2006 (selon CITP/ISCO-88)

ISCO-88 Code	Professions
1236	Cadres de direction, services informatiques
1237	Cadres de direction, recherche-développement
2110	PHYSICIENS, CHIMISTES ET ASSIMILES
2111	Physiciens et astronomes
2112	Météorologues
2113	Chimistes
2114	Géologues et géophysiciens
2122	Statisticiens (y c. les actuaires)
2130	SPÉCIALISTES DE L'INFORMATIQUE,
2131	Concepteurs et analystes de systèmes informatiques, programmeurs informatiques
2139	Spécialistes de l'informatique non classés ailleurs
2140	ARCHITECTES, INGENIEURS ET ASSIMILES
2141	Architectes, urbanistes et ingénieurs de la circulation routière (y c. les paysagistes)
2142	Ingénieurs civils
2143	Ingénieurs électriciens
2144	Ingénieurs électroniciens et des télécommunications
2145	Ingénieurs mécaniciens
2146	Ingénieurs chimistes
2147	Ingénieurs des mines, ingénieurs métallurgistes et assimilés
2148	Cartographes et géomètres
2149	Architectes, ingénieurs et assimilés, non classés ailleurs (y c. les consultants)
2200	SPECIALISTES DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA SANTÉ
2210	SPECIALISTES DES SCIENCES DE LA VIE
2211	Biologistes, botanistes, zoologistes et assimilés
2212	Pharmacologistes, pathologistes et assimilés (y c. les biochimistes)
2213	Agronomes et assimilés
2220	MEDECINS ET ASSIMILES (A L'EXCEPTION DES CADRES INFIRMIERS)
2221	Médecins
2222	Dentistes
2223	Vétérinaires
2224	Pharmaciens
2229	Médecins et assimilés (à l'exception des cadres infirmiers) non classés ailleurs
2230	CADRES INFIRMIERS ET SAGES-FEMMES
2442	Sociologues, anthropologues et assimilés
2445	Psychologues

Tableau 7: Liste complète des professions à caractère scientifique utilisées dans l'enquête PISA 2006 (selon CIP/ISCO-88)

ISCO-88 Code	Berufsgruppe
2446	Spécialistes du travail social
3110	TECHNICIENS DES SCIENCES PHYSIQUES ET TECHNIQUES
3111	Techniciens des sciences chimiques et physiques
3112	Techniciens du génie civil
3113	Techniciens en électricité
3114	Techniciens en électronique et en télécommunications
3115	Techniciens en construction mécanique
3116	Techniciens en chimie industrielle
3117	Techniciens des mines, techniciens métallurgistes
3118	Dessinateurs industriels
3119	Techniciens des sciences physiques et techniques non classés ailleurs
3130	TECHNICIENS D'APPAREILS OPTIQUES ET ELECTRONIQUES
3131	Photographes et techniciens d'appareils enregistreurs d'images et de son (y c. les cameramen et les mixeurs de son)
3132	Techniciens de matériels d'émissions de radio, de télévision et de télécommunications
3133	Techniciens d'appareils électromédicaux
3139	Techniciens d'appareils optiques et électroniques non classés ailleurs (y c. les projectionnistes et les télégraphistes)
3143	Pilotes d'avions et assimilés
3144	Contrôleurs de la circulation routière
3145	Techniciens de la sécurité aérienne
3150	INSPECTEURS D'IMMEUBLES, DE SECURITE, D'HYGIENE ET DE QUALITE
3151	Inspecteurs de sécurité incendie et d'immeubles
3152	Inspecteurs de sécurité et d'hygiène, et contrôleurs de qualité (y c. les inspecteurs de sécurité sur le lieu de travail et les inspecteurs non classés ailleurs)
3200	PROFESSIONS INTERMEDIAIRES DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA SANTE
3210	TECHNICIENS ET TRAVAILLEURS ASSIMILES DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA SANTE
3211	Techniciens des sciences de la vie (y c. les assistants de laboratoire médical, les techniciens médicaux non précisés, les taxidermistes)
3212	Techniciens agronomes et forestiers
3213	Conseillers agricoles et forestiers
3220	PROFESSIONS INTERMEDIAIRES DE LA MEDECINE MODERNE (A L'EXCEPTION DU PERSONNEL INFIRMIER)
3221	Assistants médicaux
3222	Hygiénistes, inspecteurs de la santé et responsables de l'environnement
3223	Diététiciens et spécialistes de la nutrition
3224	Optométriciens et opticiens
3225	Assistants de médecine dentaire
3226	Kinésithérapeutes et assimilés (y c. les chiropracteurs, les masseurs et les ostéopathes)
3227	Assistants vétérinaires
3228	Assistants pharmaciens et préparateurs en pharmacie
3229	Professions intermédiaires de la médecine moderne (à l'exception du personnel infirmier) non classées ailleurs (y c. les homéopathes, les orthophonistes, les médecins du travail)
3230	PERSONNEL INFIRMIER ET SAGES-FEMMES (NIVEAU INTERMEDIAIRE)
3231	Personnel infirmier (niveau intermédiaire) (y c. les infirmiers stagiaires)
3232	Sages-femmes (niveau intermédiaire) (y c. les infirmiers stagiaires)

Compétences des élèves en sciences: apports de PISA et d'HarmoS

Auteurs Christian Nidegger (SRED, Genève)
Jean Moreau (URSP, Lausanne)
François Gingins (HEP, Vaud)

Avec la collaboration de Marco Adamina (PH, Berne)
Ursula Frischknecht-Tobler (PH, Saint-Gall)
Peter Labudde (PH, FHNW, Bâle)
Consortium HarmoS sciences naturelles+

Sommaire

Introduction	97	3 Les différences dans les performances PISA et HarmoS, des éléments d'explication	107
1 Comparaison des démarches dans les deux projets	98	3.1 Comparaisons régionales et cantonales	107
1.1 Les objectifs	98	3.2 Différences culturelles et performances	111
1.2 Les cadres conceptuels	98	Conclusion	116
1.3 Les méthodes	99	Bibliographie	118
2 Comparaison du modèle de compétence HarmoS avec le cadre conceptuel PISA	100	Annexe	119
2.1 Les aspects conceptuels	100		
2.1.1 Le cadre conceptuel dans PISA	100		
2.1.2 Le modèle de compétence dans le projet HarmoS	101		
2.1.3 Des cadres théoriques proches	101		
2.2 Le modèle de compétences HarmoS et les tests de PISA	103		
2.2.1 Les items PISA confrontés au modèle de compétences HarmoS	103		
2.2.2 Les sous-échelles HarmoS et PISA	105		

Introduction

L'enquête PISA 2006 a pour thème principal les sciences. Par ailleurs à peu près en même temps, dans le cadre des travaux HarmoS visant le développement des modèles de compétences et des standards de performances de base nationaux, un test à large échelle a été réalisé pour mesurer les compétences des élèves. Le test s'adressait aux élèves de 6^e et 9^e année et concernait notamment les sciences. Il nous a semblé intéressant de mener une étude permettant de comparer les deux enquêtes autant du point de vue des cadres conceptuels que des instruments utilisés et des résultats des élèves. Ce rapport rend compte d'un essai d'analyse des similitudes entre les deux évaluations. L'objectif est notamment d'étudier le degré de convergences entre les compétences mesurées dans l'étude PISA et dans HarmoS sciences. Cette comparaison permettra de mettre en évidence les compétences évaluées qui seraient communes aux deux projets et dans quelle mesure elles seraient atteintes par les différentes populations interrogées.

D'abord, nous décrivons les démarches et les méthodes sur lesquelles s'appuient les deux projets. Ensuite, nous analyserons les résultats des élèves à partir des données PISA 2006. A cet effet, nous avons analysé ces données en appliquant les catégories du modèle de compétences d'HarmoS sciences aux données PISA 2006. Par ailleurs, nous présenterons également un certain nombre des résultats observés à partir des données recueillies par les deux projets. Dans une dernière partie, les résultats de la comparaison seront discutés et des tentatives d'explication seront esquissées.

La mesure des compétences en sciences dans PISA et HarmoS

- L'enquête PISA de l'OCDE vise à mesurer tous les trois ans les compétences des jeunes de 15 ans (et de 9^e) en lecture, mathématiques et sciences. En 2006, PISA avait pour thème principal les sciences. Les données recueillies auprès de plus de 20'000 élèves permettent de comparer, en Suisse, les résultats des élèves de 9^e selon les régions linguistiques et un certain nombre de cantons (tous les cantons romands, le Tessin et certains cantons alémaniques, AG, BE, BL, SG, SH, VS-d, ZH). L'enquête 2006 a été réalisée sous la direction de l'OFS par quatre centres régionaux: le Consortium romand PISA coordonné par le SRED et l'IRDP, l'IBE de Zurich, la PHSG de St-Gall et l'USR de Bellinzone.
- Un des volets du projet HarmoS (Harmonisation de la scolarité obligatoire en Suisse) de la CDIP a consisté à développer des modèles de compétences, pour trois niveaux, 2^e, 6^e et 9^e année, à les tester empiriquement et à proposer des standards nationaux de base dans quatre disciplines (langue d'enseignement, première langue étrangère, mathématiques et sciences). Un test national a été réalisé au printemps 2007 auprès de 9000 élèves pour chaque degré concerné (6^e, 9^e). Les données recueillies permettent de comparer les résultats des élèves en fonction des régions linguistiques (en sciences, seulement pour la Suisse alémanique et la Suisse romande). Pour chaque discipline, la réalisation du projet a été confiée à un consortium national. Pour les sciences le consortium était piloté par la PH Bern et réunissait les institutions suivantes: HEP BEJUNE, HEP Vaud, PH Fachhochschule Nordwestschweiz, PH St-Gall, PH Zurich, SRED Genève, Université de Zurich (IGB).

1 Comparaison des démarches dans les deux projets

Pour mener à bien cette étude, il s'agit d'abord de décrire PISA et HarmoS (pour la partie concernant les compétences en sciences) du point de vue des objectifs visés, des modèles de compétences développés et des méthodes utilisées pour vérifier dans quelle mesure les élèves atteignent les compétences retenues dans les modèles respectifs.

1.1 Les objectifs

PISA vise à comparer les compétences des élèves des différents pays en termes de culture scientifique et les mettre en relation avec les caractéristiques individuelles, sociales et scolaires. Il s'agit, à travers un test et un questionnaire, de mesurer les compétences des jeunes de 15 ans (de 9^e année pour les comparaisons à l'intérieur de la Suisse), en termes de compétences «essentielles pour pouvoir participer pleinement à la vie en société» (OCDE 2007 p. 18). Les instruments sont conçus pour permettre les comparaisons entre les pays tant du point de vue des performances des élèves que de l'impact de leur environnement scolaire, culturel, social et économique.

Dans le cadre du projet HarmoS, on cherche à développer un modèle de compétences pour les sciences naturelles, le valider empiriquement et proposer des standards de base nationaux pour un monitoring du système éducatif suisse. Ces standards de base sont définis en terme de «can do» (l'élève est capable de...) pour la fin des années scolaires de 2^e, 6^e et 9^e selon la numérotation actuelle. Ces standards nationaux de performances devraient servir de références à des programmes d'enseignement au niveau de chaque région linguistique et dans quatre domaines (langue d'enseignement, première langue étrangère, mathématiques et sciences).

Dans les deux projets, la mesure à large échelle des performances des élèves basée sur un cadre conceptuel est un élément central de la démarche. En outre, PISA vise la comparaison des compétences des élèves dans trois domaines: lecture, mathématiques et sciences.

HarmoS reprend les mêmes domaines, à la nuance près que c'est l'ensemble des compétences de la langue d'enseignement qui sont visées et pas seulement la lecture. De plus, le domaine de la première langue étrangère est ajouté. Dans PISA, le but n'est pas de comparer ce qui est enseigné dans les différents pays mais les résultats de l'enseignement en termes de compétences utilisables par le citoyen de demain. C'est ainsi que PISA envisage les sciences en termes de culture scientifique. Le projet HarmoS a des objectifs différents. Il vise à développer un modèle de compétences qui doit servir de point de départ à la détermination de standards de performances nationaux de base. Ces standards de performance doivent être directement reliés à des dimensions qui soient «enseignables». C'est ici un des éléments principaux qui différencie HarmoS de PISA.

1.2 Les cadres conceptuels

Le cadre conceptuel de l'enquête PISA se doit d'être le plus universel possible pour permettre les comparaisons entre pays afin de dresser un état des lieux des compétences des jeunes de 15 ans. Par exemple tous les aspects culturels qui pourraient poser problème pour la comparaison entre les pays sont soigneusement contrôlés ou éliminés. Dans le projet HarmoS, le modèle de compétences doit fournir un cadre qui définit les compétences que l'on estime nécessaires aux élèves de Suisse, l'enseignement devant alors être organisé en vue de les faire acquérir par les élèves. Dans le projet HarmoS, la formation de base en sciences naturelles est entendue au sens d'une culture scientifique (*scientific literacy*) et se réfère à la définition des compétences selon Weinert (2001): «Les compétences sont les capacités et les aptitudes cognitives dont l'individu dispose ou qu'il peut acquérir pour résoudre des problèmes précis ainsi que les dispositions motivationnelles, volitives et sociales qui s'y rattachent pour pouvoir utiliser avec succès et responsabilité les résolutions de problèmes dans des situations variables.» Ces deux modèles seront analysés et comparés en détail dans une seconde partie.

1.3 Les méthodes

La réalisation du projet de PISA est confiée à un consortium international bénéficiant de l'apport de compétences de nombreux scientifiques provenant de divers horizons. Le projet suit une planification rigoureuse à long terme. A partir d'un cadre d'évaluation défini au niveau international, le consortium international et les pays participants sont invités à proposer des items. Un processus participatif est mis en place pour valider, tester et sélectionner le matériel de test (questions du test et questions de contexte du questionnaire aux élèves et aux écoles). Le matériel est récolté en s'assurant de la qualité des données recueillies. Les réponses sont analysées avec des méthodes statistiques sophistiquées¹.

Dans le cadre du projet HarmoS, à partir du modèle de compétences élaboré par le Consortium Sciences, un test national papier-crayon a été construit par les membres du Consortium Sciences et administré à un large échantillon permettant de distinguer les deux régions linguistiques qui ont participé au test national portant sur les sciences (allemand et français). Ainsi, le modèle de compétences est mis à l'épreuve et réajusté. Cependant, contrairement à PISA, nous ne disposons pas de beaucoup d'informations sur les caractéristiques des élèves et

leur contexte scolaire et familial. De plus, la planification imposée au projet n'a pas permis de mettre en place un réel prétest des items du test. Par contre d'autres informations ont pu être récoltées: un test restreint est organisé pour mesurer les compétences expérimentales des élèves, une série de situations d'apprentissage propose une rencontre authentique avec des problématiques de la nature, de la technique et de l'environnement.

Les résultats de ces tests permettent de proposer des standards nationaux de base pour les sciences naturelles en 2^e, 6^e et 9^e année (numérotation actuelle).

Si, comme nous l'avons vu précédemment, l'objectif final des deux projets est différent, on trouve de nombreuses similitudes entre eux: définition d'un cadre conceptuel basé sur les compétences, même méthodologie statistique (modèle de Rasch), définition de niveaux de compétences. Le projet HarmoS a bénéficié indirectement de l'expérience acquise dans PISA, du fait de l'antériorité de PISA sur HarmoS. Cependant HarmoS ne disposait pas de ressources comparables à PISA pour le développement des instruments et l'exploitation des résultats. Nous allons dans une seconde partie préciser les caractéristiques des deux cadres conceptuels et analyser leurs similitudes et leurs différences.

¹ Les étalonnages sont réalisés par une procédure scientifique: le modèle de Rasch postule l'existence d'une relation entre la compétence à mesurer et la probabilité de résoudre un exercice. Ce lien est décrit par une fonction mathématique (courbe de la caractéristique de l'item) qui devrait être identique pour tous les exercices.

2 Comparaison du modèle de compétence HarmoS avec le cadre conceptuel PISA

Les deux modèles de compétences respectifs (PISA et HarmoS) s'appuient bien évidemment sur les différents travaux scientifiques tant dans le domaine du développement des compétences que dans celui de leur évaluation. Les deux modèles ont une approche large des sciences, plus axée sur les compétences que sur les connaissances.

2.1 Les aspects conceptuels

2.1.1 Le cadre conceptuel dans PISA

Le cadre conceptuel pour les sciences développé dans le cadre de PISA s'appuie largement sur le concept de littératie développé au départ autour de la compréhension des textes et élargie à d'autres domaines. Les concepteurs de PISA parlent d'ailleurs en anglais de «scientific literacy» terme qui a été traduit en français par «culture scientifique». Dans les deux cas, il s'agit de souligner que l'on cherche à cerner des compétences larges bien au-delà de strictes compétences «en sciences».

Une conception étendue de la culture scientifique nécessaire à la vie quotidienne dans la société de demain préside au cadre conceptuel mis en place pour l'évaluation 2006 (cf. OCDE, cadre d'évaluation de PISA 2006). Ce cadre s'articule selon quatre axes: les contextes, les compétences, les connaissances et les attitudes attendues des jeunes en rapport avec la culture scientifique.

Le **contexte (personnel, social, global)** est donné par les situations de la vie courante à caractère scientifique et technologique (santé, ressources naturelles, qualité de l'environnement, risques, frontières de la science et de la technologie).

Les **compétences scientifiques** sont définies par les trois aspects suivants: identifier des questions d'ordre scientifique (ISI), expliquer des phénomènes de manière scientifique (EPS), utiliser des faits scientifiques (USE).

Les **connaissances scientifiques** se composent de quatre catégories thématiques:

- Systèmes physiques
- Systèmes vivants
- Systèmes de la Terre et de l'Univers
- Systèmes technologiques

Il s'y ajoute une catégorie de **connaissances à propos des sciences** axée sur la démarche et les explications scientifiques.

Une attention particulière a été portée sur la dimension des **attitudes**:

- Intérêt pour la science
- Valeur accordée à la démarche scientifique
- Responsabilité vis-à-vis des ressources et de l'environnement

Pour résumer, dans PISA, les acquis des élèves dans le domaine des sciences sont évalués à travers trois composantes majeures: les compétences, les connaissances et les attitudes (tableau 1).

T1 Composantes du cadre conceptuel PISA

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

Par ailleurs, pour les compétences en sciences, six niveaux de compétences ont été définis allant du niveau 1 le plus rudimentaire au niveau 6 le plus élaboré. Ces niveaux permettent de situer tous les items du test et également de répartir les populations qui ont été soumises au test en fonction de leur maîtrise des compétences mesurées.

2.1.2 Le modèle de compétence dans le projet HarmoS

Le modèle de compétence pour les sciences de HarmoS est, du point de vue de la structure proche du cadre conceptuel PISA. Il comporte deux axes principaux: les «aspects de compétences» qui décrivent des opérations cognitives du sujet face à des situations relevant des sciences et les «domaines thématiques» qui se rapprochent des contenus de l'enseignement des sciences. Une troisième dimension correspond à des niveaux de complexité qui se déclinent en niveaux de maîtrise des compétences contenues dans les deux premiers axes. Le schéma ci-dessous représente ces trois axes.

Représentation schématique du modèle de compétence HarmoS

Modèle tridimensionnel



© OFS/CDIP Source: Consortium HarmoS sciences naturelles+, 2008

Les **aspects de compétences** représentent la dimension primaire du modèle. Les huit aspects décrits sont déclinés en niveaux d'exigences. Ces aspects de compétences couvrent de manière exhaustive la formation de base en sciences naturelles.

T2 Axe aspects de compétences HarmoS

Développer l'intérêt et la curiosité (IN)

Questionner et examiner (FU)

Exploiter les informations (IE)

Classer, structurer et modéliser (OS)

Apprécier et évaluer (EB)

Développer et transposer (EU)

Communiquer et échanger (MA)

Travailler en autonomie (EA)

© OFS/CDIP Source: Consortium HarmoS sciences naturelles+, 2008

Dans le test national soumis aux élèves de 9^e au printemps 2007, faute de temps et de ressources, seuls trois de ces aspects ont été testés: *Exploiter des informations* (IE), *Classer, structurer et modéliser* (OS), *Apprécier et évaluer* (EB).

Les **domaines thématiques** représentent la dimension secondaire du modèle. Ces thématiques sont exemplaires et représentatives d'une formation de base en sciences naturelles, mais elles ne sont pas exhaustives de l'ensemble des thématiques possibles.

T3 Axe domaines thématiques HarmoS

Planète Terre

Mouvement, force, énergie

Percevoir, réagir, réguler

Matières et leurs transformations

Organismes vivants

Milieus et populations

Homme et santé

Nature, société, technique - perspectives

© OFS/CDIP Source: Consortium HarmoS sciences naturelles+, 2008

Le niveau de maîtrise des compétences correspond au 3^e axe du schéma présenté plus haut. Ces niveaux d'exigences suivent un niveau hiérarchique analogue aux niveaux définis dans le cadre conceptuel de PISA.

2.1.3 Des cadres théoriques proches

On observe des similitudes entre le cadre conceptuel PISA et le modèle de compétences HarmoS. Certaines compétences du modèle HarmoS peuvent se rapprocher de celles retenues par PISA. Il s'agit dans les deux cas de compétences en lien avec les opérations cognitives de l'élève. Si les catégories ne sont pas les mêmes, elles sont dans le même registre. La culture scientifique représente la référence commune des deux modèles de compétences. Dans

T4 Comparaison des trois aspects de compétences HarMoS testés en 2007 avec le modèle PISA*

PISA 2006	HarmoS sciences naturelles trois aspects de compétence testés en 2007
Identifier des questions d'ordre scientifique: <ul style="list-style-type: none"> • Identifier des mots clés permettant d'effectuer une recherche d'informations scientifiques. 	Exploiter les informations (IE): <ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître les types d'informations • Lire des informations • Rechercher des informations
Expliquer des phénomènes de manière scientifique: <ul style="list-style-type: none"> • Décrire ou expliquer des phénomènes de manière scientifique et prévoir leurs changements. 	Classer, structurer et modéliser (OS): <ul style="list-style-type: none"> • Analyser et structurer • Classifier et modéliser
Dimension des attitudes Valeur accordée à la démarche scientifique: <ul style="list-style-type: none"> • Admettre qu'il est important d'envisager des perspectives et des arguments scientifiques différents • Responsabilité à l'égard des ressources et de l'environnement 	Apprécier et évaluer (EB): <ul style="list-style-type: none"> • Rassembler, jauger, apprécier, évaluer • Argumenter et se positionner • Examiner les sources d'informations de façon critique • Évaluer personnellement et scientifiquement

* Dans l'annexe on trouvera le tableau complet de la comparaison de l'ensemble des compétences relevant des opérations cognitives du sujet «aspect de compétences» de HarMoS avec le modèle de compétences de PISA.

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007/Consortium HarMoS sciences naturelles+, 2008

T5 Comparatif des domaines thématiques de PISA et HarMoS

PISA 2006	HarmoS sciences naturelles
Systèmes physiques <ul style="list-style-type: none"> • Structure de la matière • Propriétés de la matière • Changements chimiques de la matière • Forces et mouvements • Énergie et transformation de l'énergie • Interaction entre l'énergie et la matière 	Ce domaine thématique PISA couvre 3 domaines pour HarMoS: Mouvement, force, énergie Percevoir, réagir et réguler Matières et leurs transformations
Systèmes vivants <ul style="list-style-type: none"> • Cellules • Être humain • Populations • Écosystèmes • Biosphère 	Ce domaine thématique PISA couvre 3 domaines pour HarMoS: Organismes vivants Milieus et populations Homme et santé
Systèmes de la Terre et de l'univers <ul style="list-style-type: none"> • Structure des systèmes terrestres • Énergie des systèmes terrestres • Changements dans les systèmes terrestres • Histoire de la Terre • Place de la Terre dans l'univers 	Ce domaine thématique PISA couvre 1 domaine pour HarMoS: Planète Terre
Systèmes technologiques <ul style="list-style-type: none"> • Rôle des applications technologiques • Relations entre les sciences et la technologie • Concepts • Principes importants 	Ce domaine thématique PISA couvre 1 domaine pour HarMoS: Nature, société, technique - perspectives

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007/Consortium HarMoS sciences naturelles+, 2008

le cadre du projet HarmoS, les aspects de compétences couvrent de plus des savoir-faire et des capacités axés sur l'expérimentation scientifique qui ne sont qu'esquissés dans le modèle de compétences PISA. Les instruments développés dans le cadre de PISA, tests papier-crayon, ne permettent pas d'appréhender ce type de compétences. Dans le tableau 5, on constate que deux des trois aspects de compétences de HarmoS correspondent en tout cas partiellement à deux des trois compétences de sciences de PISA. Le troisième aspect de compétences d'HarmoS *Apprécier et évaluer* (EB) correspondrait théoriquement plutôt à des dimensions d'attitude du modèle de PISA.

Si l'on observe ce qui relève plus spécifiquement des contenus de connaissances, on s'aperçoit que les quatre catégories de connaissances en sciences de PISA peuvent être mises en parallèle avec les huit domaines thématiques du modèle de compétences HarmoS. On peut constater un recouvrement presque complet des domaines thématiques de PISA et de HarmoS (voir tableau 5).

2.2 Le modèle de compétences HarmoS et les tests de PISA

Rappelons que lors de l'élaboration du modèle de compétences de sciences, le consortium HarmoS sciences s'est bien évidemment inspiré des différents travaux réalisés dans le domaine de la culture scientifique (*scientific literacy*) et du développement des compétences de base en sciences. Parallèlement au développement du projet HarmoS, l'enquête PISA 2006 a eu les sciences pour thème principal. Dès lors, il nous a semblé important de tenter de comparer dans la mesure du possible les résultats des deux enquêtes.

La proximité que nous avons pu observer en comparant les modèles théoriques se retrouve-t-elle dans les instruments élaborés pour évaluer les compétences dans les deux projets?

On peut en effet se demander dans quelle mesure les différentes tâches et questions proposées aux élèves dans le cadre de l'enquête PISA pouvaient également illustrer certains aspects du modèle de compétence élaboré pour le projet HarmoS. On cherche donc ici à comparer les deux instruments de mesure utilisés pour évaluer les compétences des élèves et leurs résultats.

2.2.1 Les items PISA confrontés au modèle de compétences HarmoS

Pour réaliser cette tâche de comparaison PISA-HarmoS, il a été décidé d'attribuer, dans la mesure du possible, les items PISA aux trois aspects de compétences définis dans le modèle HarmoS qui ont fait l'objet du test national de 2007. Ainsi, dans une première étape, l'ensemble des items de sciences de l'enquête PISA 2006 a été soumis à quatre experts de sciences du Consortium HarmoS sciences.

Les quatre «juges» devaient évaluer individuellement chaque item en l'attribuant à l'un des trois aspects du modèle de compétences HarmoS. Ils pouvaient également l'attribuer à l'un des autres aspects du modèle de compétences HarmoS ou décider que cet item n'entrait dans aucun des aspects du modèle de compétences. Ces juges faisaient partie des concepteurs de ce modèle de compétences. Les quatre juges devaient également attribuer chaque item à un des huit domaines thématiques du modèle de compétences HarmoS. Pour fonder leur évaluation les juges disposaient de la description des différents aspects et domaines thématiques du modèle de compétences de sciences d'HarmoS.

Dans un deuxième temps, tous les items où il n'y avait pas d'accord majoritaire entre les juges ont été discutés afin de trouver un accord ou de rejeter l'item. Finalement sur les 103 items de départ, 15 ont été supprimés ce qui fait que nous disposons finalement de 88 items.

On notera que les juges ont trouvé leur travail d'évaluation difficile. Les cas de désaccord ont trouvés une issue par la discussion. Ils ont fait un certain nombre de constats sur les différences entre les items PISA et HarmoS:

- Les items de PISA leur paraissent relativement «pauvres» dans le sens qu'ils ne demandent pas de processus longs de réflexion et d'élaboration des réponses alors que dans HarmoS ils ont demandé parfois des réponses nécessitant une plus grande élaboration.
- Les items PISA sont considérés relativement peu contextualisés, dans le sens que la mise en situation des tâches du test est relativement réduite. Par ailleurs les items de PISA sont plus proches de situation de la vie quotidienne comparativement aux questions développées dans le cadre d'HarmoS.
- Les compétences mobilisées par les élèves pour répondre aux items de PISA sont perçues par les juges comme étant d'avantage de type «déclaratif» que de

type «procédural» alors que les items d'HarmoS chercheraient plus à solliciter les compétences de type «procédural».

- Les juges ont été parfois confrontés à la difficulté de distinguer les aspects *Classer, structurer et modéliser* (OS) et *Apprécier et évaluer* (EB) et les aspects *Classer, structurer et modéliser* (OS) et *Exploiter les informations* (IE). Ces difficultés les ont interpellés sur la nécessité de préciser certains éléments de la description de ces échelles afin de mieux les distinguer dans le modèle HarmoS.

Proximité des modèles à travers les caractéristiques des items

A partir de la répartition faite par les juges des items PISA, selon les aspects de compétences définis pour HarmoS, on peut maintenant voir dans quelle mesure les aspects de compétences d'HarmoS sont proches des échelles de compétences en sciences de PISA (voir tableau 6). On notera que les juges ont attribué les items à quatre aspects du modèle de compétences HarmoS, c'est-à-dire les trois aspects présents dans le test national de 2007 ainsi que l'aspect *Questionner et examiner* (FU).

On constate que 33 des 44 items de l'échelle PISA *Expliquer des phénomènes de manière scientifique* se retrouvent classés dans l'échelle *Classer, structurer et modéliser* (OS) de HarmoS et que 20 des 30 items de l'échelle *Utiliser des faits scientifiques* de PISA sont assimilés à l'échelle *Exploiter les informations* (IE) de HarmoS. Toutefois les items de l'aspect *Apprécier et évaluer* (EB) se répartissent de façon à peu près

équivalente dans les trois échelles de compétences PISA. On notera justement que dans la comparaison conceptuelle des modèles présentée plus haut (voir tableau 5), l'aspect de compétence *Apprécier et évaluer* (EB) n'est pas relié directement à une des compétences de sciences de PISA. Par ailleurs 8 items sur 9 de l'aspect de compétences HarmoS *Questionner et examiner* (FU) ont été attribués par les juges à l'échelle PISA *Identifier des questions d'ordre scientifique*. Notons que cette échelle HarmoS *Questionner et examiner* (FU) ne faisait pas partie du test national HarmoS. Les items de cette échelle n'ont donc pas été pris en compte pour la construction de la nouvelle échelle PISA-HarmoS. La proximité conceptuelle entre les deux cadres de référence décrits dans la partie 2.1 se trouve confirmée dans une certaine mesure par les juges.

On a essayé également de savoir dans quelle mesure les domaines thématiques de HarmoS sont proches des thèmes d'application des sciences de PISA. Le tableau 7 montre la répartition des items selon ces deux dimensions.

Pour ces dimensions les proximités sont beaucoup moins grandes que pour les aspects de compétences. Le nombre de dimensions est un élément qui joue certainement un rôle non négligeable. Toutefois on signalera le recouvrement parfait entre le domaine appelé *Santé* dans PISA et celui dénommé *MG Homme et santé* dans HarmoS. On notera également que le domaine *ST Matières et leurs transformations* de HarmoS n'a pas d'intersection avec les domaines *Environnement* et *Santé* de PISA.

T6 Comparaison de la répartition des items selon les échelles PISA et les échelles HarmoS

		Compétences (PISA)			Total
		Expliquer des phénomènes de manière scientifiques (EPS)	Identifier des questions d'ordre scientifique (ISI)	Utiliser des faits scientifiques (USE)	
Aspects (HarmoS)	Apprécier et évaluer (EB)	5	6	5	16
	Questionner et examiner (FU)	0	8	1	9
	Exploiter les informations (IE)	6	4	20	30
	Classer, structurer, et modéliser (OS)	33	5	4	42
Total		44	23	30	97

T7 Comparaison de la répartition des items selon les domaines thématiques HarmoS et applications des sciences de PISA

		Domaines d'application (PISA)						Total
		Environnement	Frontière (sciences/techno)	Risques naturels	Santé	Ressources naturelles	Autre	
Domaines thématiques (HarmoS)	Autre	1	1	3	4	0	0	9
	BE	0	3	0	0	1	0	4
	KO	0	2	0	2	0	0	4
	LR	4	2	0	0	1	0	7
	LW	3	0	0	4	7	3	17
	MG	0	0	0	14	0	0	14
	NG	4	3	2	0	2	0	11
	PE	5	5	3	0	2	0	15
	ST	0	7	5	0	4	0	16
Total		17	23	13	24	17	3	97

BE (Mouvement, force, énergie), KO (Percevoir, réagir, réguler), LR (Milieux et populations), LW (Organismes vivants), MG (Homme et santé), NG (Nature, société, technique-perspectives), PE (Planète Terre), ST (Matières et leurs transformations)

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007/Consortium HarmoS sciences naturelles+, 2008

2.2.2 Les sous-échelles HarmoS et PISA

Nous avons donc pu montrer que la plupart des items proposés aux élèves dans l'enquête PISA étaient également compatibles (selon les experts du domaine) avec le modèle HarmoS et pouvaient donc être utilisés pour évaluer les compétences HarmoS. En utilisant les données PISA 2006, pour les items considérés comme compatibles avec le modèle HarmoS, et la méthodologie du même type que celle utilisée pour créer les échelles PISA et HarmoS, nous avons créé une nouvelle échelle HarmoS. Des sous-échelles sont également élaborées à partir de la catégorisation des items PISA selon les aspects de compétences HarmoS. Ces sous-échelles prennent en compte à la fois les trois aspects de compétences et les cinq domaines thématiques d'HarmoS.

Une nouvelle échelle, appelée PISA-HarmoS, est donc ainsi établie sur la base des items PISA qui ont été jugés compatibles avec le modèle de compétence HarmoS ainsi que les trois sous-échelles associées aux différents aspects. Cette nouvelle échelle regroupe un nombre important d'items (88 sur 108). Elle est donc nécessairement très proche de l'échelle PISA pour les sciences. Cependant on notera qu'elle est imparfaite pour caractériser la dimension sciences dans HarmoS car trois aspects de compétences du modèle HarmoS seulement ont été pris en considération dans la comparaison avec PISA (ceux testés empiriquement).

La structure interne des deux modèles ainsi que leur proximité peuvent être examinées en analysant les corrélations entre les différentes sous-échelles de mesure qui ont été établies dans les deux évaluations. Les corrélations entre les différentes échelles dont nous disposons permettent les comparaisons suivantes:

- entre les échelles de compétences en sciences de PISA
- entre les aspects de compétences des résultats au test national HarmoS
- entre les sous-échelles recatégorisées HarmoS par les juges,
- entre les échelles recatégorisées HarmoS et les échelles de compétences en sciences de PISA.

Rappelons que les corrélations permettent d'apprécier le lien existant entre deux dimensions. Les valeurs varient de 0 à 1. Cela veut dire qu'une corrélation égale à 0 indique l'indépendance de ces dimensions, alors que la valeur 1 indique une liaison parfaite.

T8 Corrélations entre les échelles de compétences en sciences de PISA

	Expliquer	Identifier	Utiliser
Expliquer			
Identifier	0.90		
Utiliser	0.92	0.92	

© OFS/CDIP Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Le tableau 8 montre que les corrélations entre les échelles de compétences en sciences de PISA sont élevées. Elles sont toutes supérieures à 0.9.

T9 Corrélations entre les trois aspects de compétences HarMoS

	Exploiter	Apprécier	Classer
Exploiter			
Apprécier	0.82		
Classer	0.94	0.79	

© OFS/CDIP Source: Consortium HarMoS sciences naturelles+, 2008

Le tableau 9 présente les corrélations observées entre les aspects de compétences lors du test national HarMoS passé auprès des élèves de 9^e. Ces corrélations sont relativement élevées, un peu moins toutefois que celles observées pour les domaines de compétences en sciences de PISA sauf entre les aspects *Classer, structurer et modéliser* (OS) et *Exploiter les informations* (IE) où la corrélation s'élève à 0.94.

Le tableau 10 montre les corrélations aux données PISA 2006 recatégorisées selon les aspects de compétences d'HarMoS. Ces corrélations sont voisines de celles obtenues pour les échelles originales du test national HarMoS. Par ailleurs on constate que la corrélation reste plus forte entre *Classer, structurer et modéliser* (OS) et *Exploiter les informations* (IE). Du point de vue structurel, le test HarMoS construit sur la base des items PISA se révèle donc proche du test original HarMoS.

T10 Corrélations entre les sous-échelles HarMoS des données PISA recatégorisées selon les catégories de HarMoS

	Exploiter	Apprécier	Classer
Exploiter			
Apprécier	0.93		
Classer	0.96	0.93	

© OFS/CDIP Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007/ Consortium HarMoS sciences naturelles+, 2008

Dans une dernière comparaison (tableau 11), on observe les corrélations entre les aspects de compétences d'HarMoS et les échelles de compétences en sciences de PISA appliquée aux 88 items PISA catégorisés par les juges selon les aspects de compétences d'HarMoS. On constate une corrélation assez élevée quoiqu'un peu plus faible que dans les tableaux précédents. Ces corrélations ne sont cependant pas assez fortes pour que l'on puisse conclure à une identité de ces différentes dimensions.

T11 Corrélations entre les sous-échelles HarMoS et les sous-échelles de compétences de PISA

	Exploiter	Apprécier	Classer
Expliquer	0.77	0.75	0.78
Identifier	0.76	0.74	0.76
Utiliser	0.78	0.76	0.79

© OFS/CDIP Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007/ Consortium HarMoS sciences naturelles+, 2008

Globalement, l'analyse de ces corrélations montre des relations relativement fortes entre l'ensemble de ces échelles: échelles PISA, échelles HarMoS et échelle construite selon les catégories d'HarMoS sur la base des données PISA.

L'analyse des résultats aux épreuves proposées pour mesurer les compétences décrites par les modèles de compétence confirme certains recoupements entre les deux cadres conceptuels. Dans la partie suivante, nous nous interrogerons sur la nature des différences régionales observées aussi bien dans les données PISA que dans les données HarMoS.

3 Les différences dans les performances PISA et HarmoS, des éléments d'explication

Les évaluations des compétences des élèves obtenues dans le cadre des deux projets, PISA et HarmoS, ont mis en évidence des différences moyennes importantes entre régions linguistiques et cantons. Ces différences sont plus ou moins élevées selon les dimensions considérées et les tâches qui ont été proposées aux élèves. Nous analyserons tout d'abord ces différences, nous indiquerons ensuite quelques hypothèses permettant d'expliquer ces différences en fonction de certains aspects culturels. L'enquête PISA permet, en effet, d'appréhender quelques aspects contextuels à partir des réponses des élèves à un questionnaire. Par ailleurs, on a pu montrer que les performances des élèves en sciences (mesurées par PISA) dépendent du contexte de l'élève et de son attitude par rapport aux sciences (Nidegger & Moreau, 2008).

La proximité que nous avons pu établir entre les deux types d'évaluation permet de penser que les hypothèses formulées dans le cadre de l'enquête PISA pour expliquer les différences régionales pourraient être pertinentes pour les résultats de l'évaluation HarmoS.

3.1 Comparaisons régionales et cantonales

Les évaluations des compétences en sciences PISA 2006 et HarmoS ont montré des différences de résultats significatives entre la Suisse romande et la Suisse alémanique. Pour l'échelle fondée sur les 88 items de l'épreuve PISA compatible avec le modèle de compétence HarmoS (appelée PISA-HarmoS dans le tableau 12), la différence de performance entre ces deux régions linguistiques est également significative. On soulignera la proximité des résultats moyens entre HarmoS et l'échelle PISA-HarmoS.

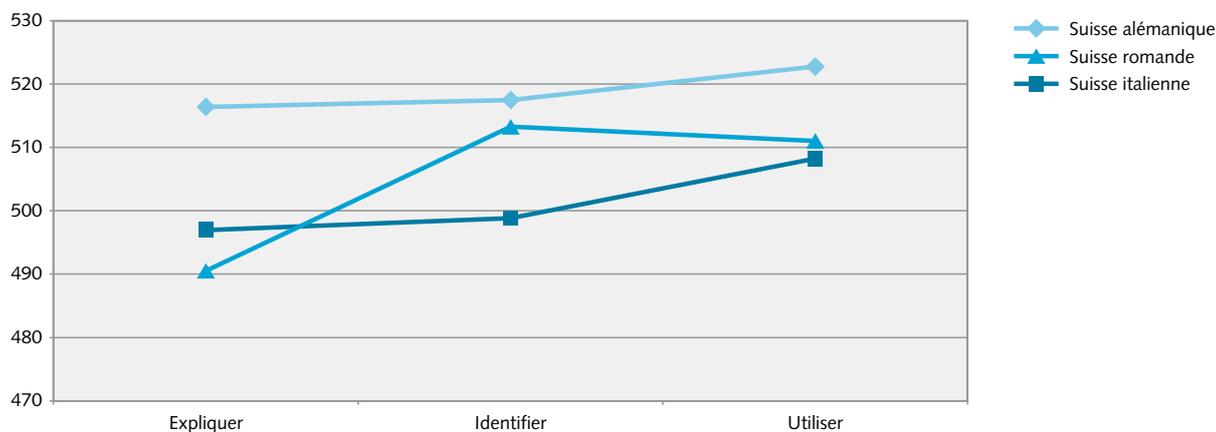
T 12 Moyennes régionales pour les résultats de PISA et HarmoS

	PISA 2006	HarmoS	PISA-HarmoS
Suisse alémanique	518	504	504
Suisse romande	502	487	489

Nb: Pour HarmoS et PISA-HarmoS, le score de 500 correspond à la moyenne de la Suisse, alors que pour PISA, le score de 500 correspond à la moyenne des pays de l'OCDE.

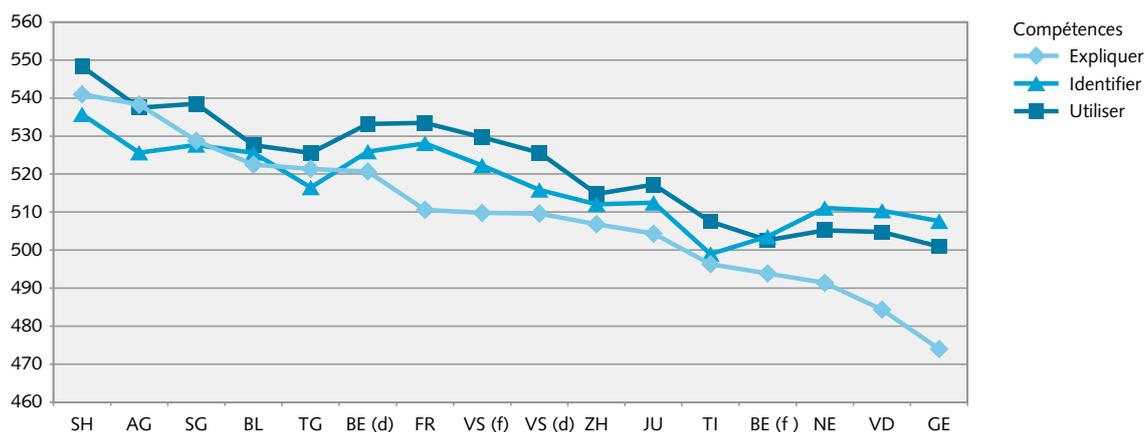
© OFS/CDIP Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007/ Consortium HarmoS sciences naturelles+, 2008

La figure 1 présente les résultats moyens des élèves des différentes régions linguistiques pour les trois compétences en sciences mesurées par l'enquête PISA en 2006. Elle permet de comparer les écarts entre les régions linguistiques. Notons que la moyenne pour l'échelle HarmoS et PISA-HarmoS a été fixée à 500 points pour la Suisse alors que pour l'échelle PISA, une moyenne de 500 points correspond à la moyenne des pays de l'OCDE. On remarque que le domaine *Expliquer les phénomènes de manière scientifiques (EPS)* est moins bien réussi en Suisse romande que les deux autres domaines (*Identifier des questions d'ordre scientifique (ISI)* et *Utiliser des faits scientifiques (USE)*). Les écarts de performance entre les différentes compétences sont beaucoup plus faibles pour la Suisse alémanique. Rappelons que la compétence *Expliquer les phénomènes de manière scientifique* est, du point de vue des concepteurs du test, celle qui se rapporte le plus aux objectifs des cours de sciences traditionnels.

Fig. 1 Performances moyennes dans les trois compétences scientifiques mesurées par PISA pour les régions linguistiques


© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Fig. 2 Comparaison des performances moyennes des cantons suisses pour les trois compétences scientifiques mesurées par PISA


© OFS/CDIP

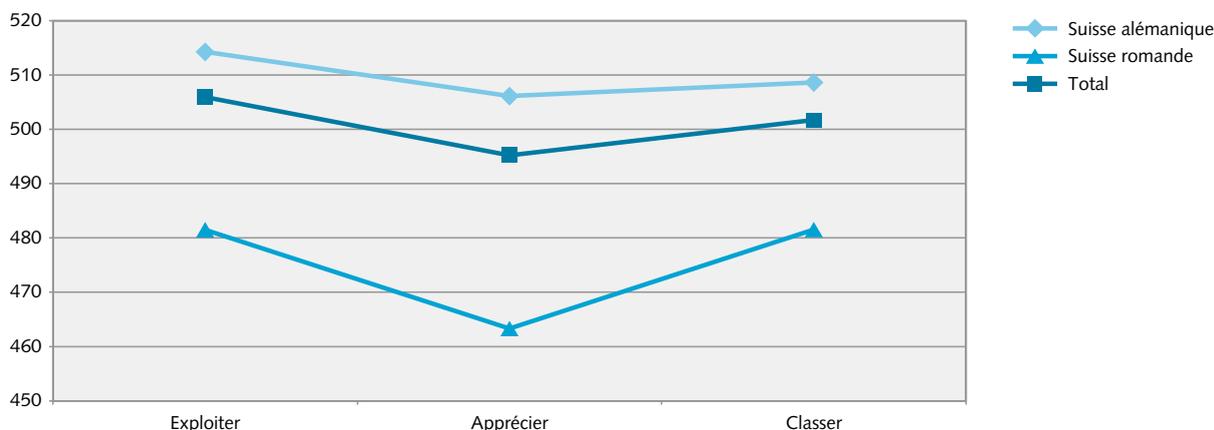
Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Lorsqu'on examine plus précisément les résultats moyens des cantons pour les trois compétences de sciences, on constate que la compétence *Expliquer des phénomènes de manière scientifique* est toujours la moins bien réussie pour tous les cantons romands et l'écart est, comme nous l'avons vu ci-dessus, assez important. Dans quatre cantons alémaniques, sur les huit qui ont participé à l'enquête, c'est l'échelle *Identifier des questions d'ordre scientifiques* qui est la moins bien réussie sans que les écarts avec les autres échelles soient importants (figure 2).

Dans le cadre du projet HarmoS, on a également procédé à une évaluation des compétences des élèves en sciences. Il s'agissait, d'une part, d'obtenir une validation empirique du modèle de compétence élaboré pour les

sciences et d'autre part, de définir des standards de base de compétence pour les sciences. Une échelle de sciences ainsi que plusieurs sous-échelles ont pu être ainsi établies. La figure 3 présente les résultats moyens des élèves des différentes régions linguistiques dans les trois aspects investigués dans l'évaluation: *Exploiter les informations* (IE), *Classer, structurer et modéliser* (OS), *Apprécier et évaluer* (EB). La moyenne suisse est fixée à 500 et l'écart-type à 100. Pour ces trois aspects de compétence, on relève que la moyenne des élèves romands est plus faible. Par ailleurs, aussi bien en Suisse romande qu'en Suisse alémanique, l'aspect *Apprécier et évaluer* (EB) est le moins bien réussi. Cependant, l'écart entre les deux régions est particulièrement important pour cet aspect.

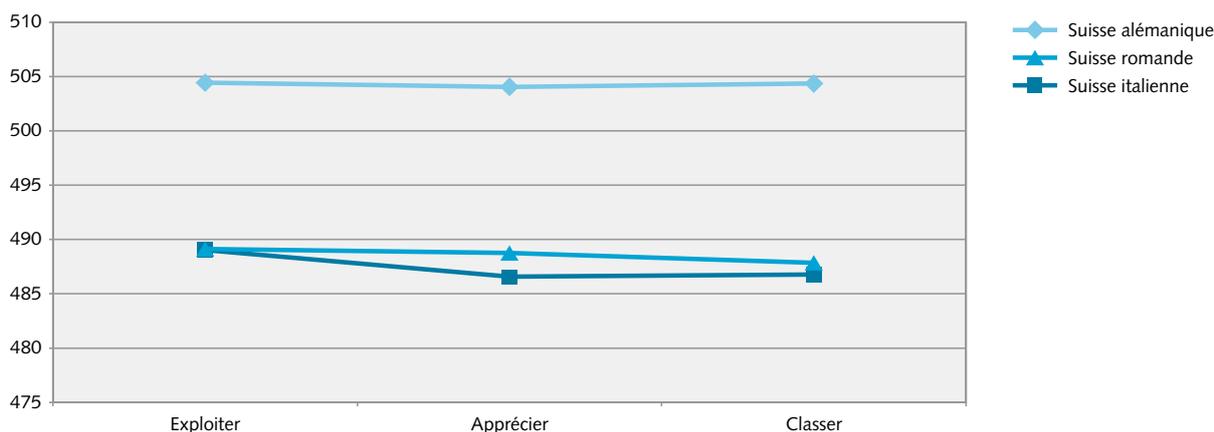
Fig. 3 Performances moyennes dans les trois aspects thématiques mesurés par HarmoS pour les régions linguistiques



© OFS/CDIP

Source: Consortium HarmoS sciences naturelles+, 2008

Fig. 4 Performances moyennes dans les trois aspects thématiques d'Harmos mesurés par la nouvelle échelle (PISA-HarmoS) basées sur les données PISA, pour les régions linguistiques



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007/Consortium HarmoS sciences naturelles+, 2008

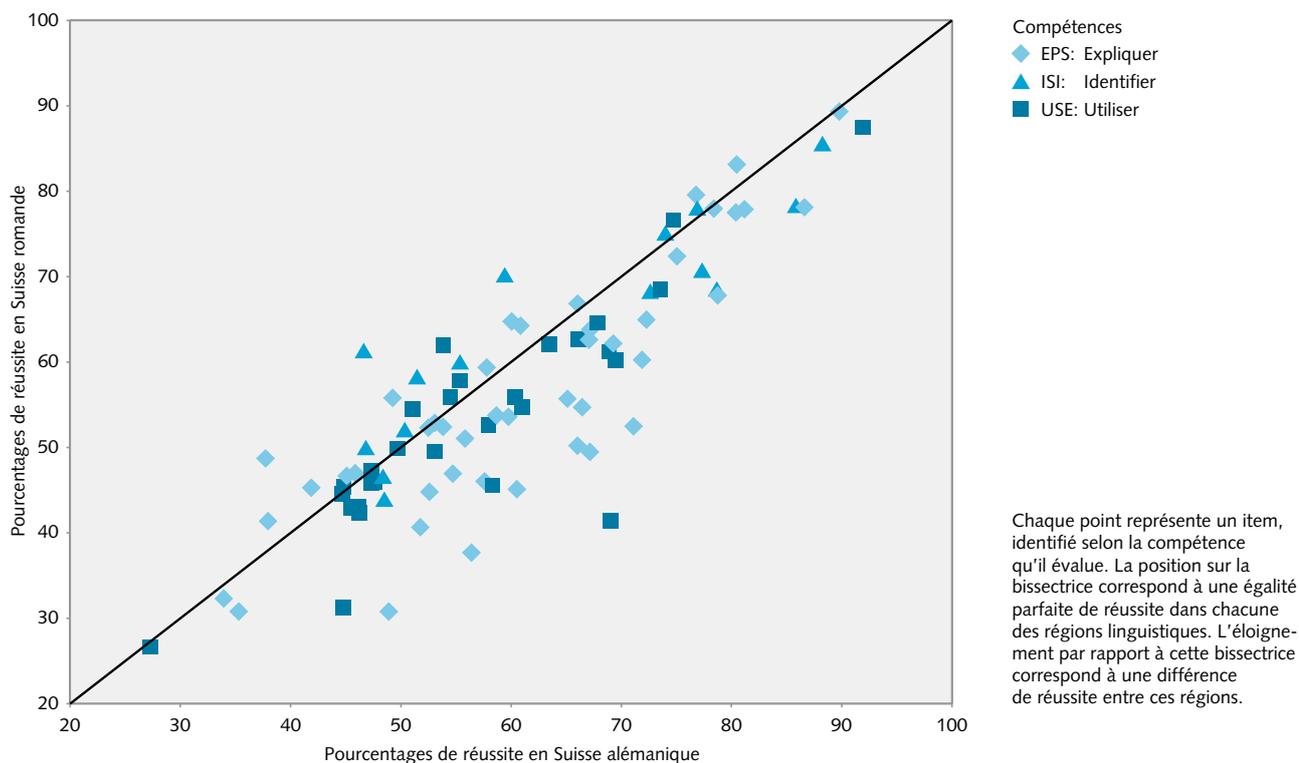
Comparons maintenant les performances moyennes des trois régions linguistiques pour ces mêmes trois aspects de compétences du modèle HarmoS basées cette fois sur la nouvelle échelle des 88 items sélectionnés et catégorisés par les «juges» (figure 4). On observe que les écarts entre les régions sont moindres que dans PISA. De plus contrairement à ce qui est constaté pour les données HarmoS, présentées dans la figure 3, les différences entre les régions sont relativement constantes selon les aspects de compétences.

Les différences régionales peuvent se manifester non seulement au niveau des performances globales, mais aussi au niveau de la réussite à chaque item. Une différence de réussite particulièrement importante pour un

item peut indiquer que cet item est plus difficile dans une région que dans l'autre (fonctionnement différentiel des items). Une analyse systématique du fonctionnement des items dans chaque région linguistique peut être menée en déterminant les difficultés des items par le modèle de Rasch.

Pour illustrer les différences régionales de performances, on peut donc considérer les pourcentages de réussite des élèves des différentes régions linguistiques aux items proposés dans le cadre de PISA. La figure 5 compare les pourcentages de réussite des élèves aux items de sciences (position des items par rapport à la première bissectrice). On relève un nombre important d'items qui ont été mieux réussis par les élèves de Suisse

Fig. 5 Pourcentages de réussite aux différents items de sciences PISA 2006 selon les régions linguistiques et les domaines de compétences de PISA



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

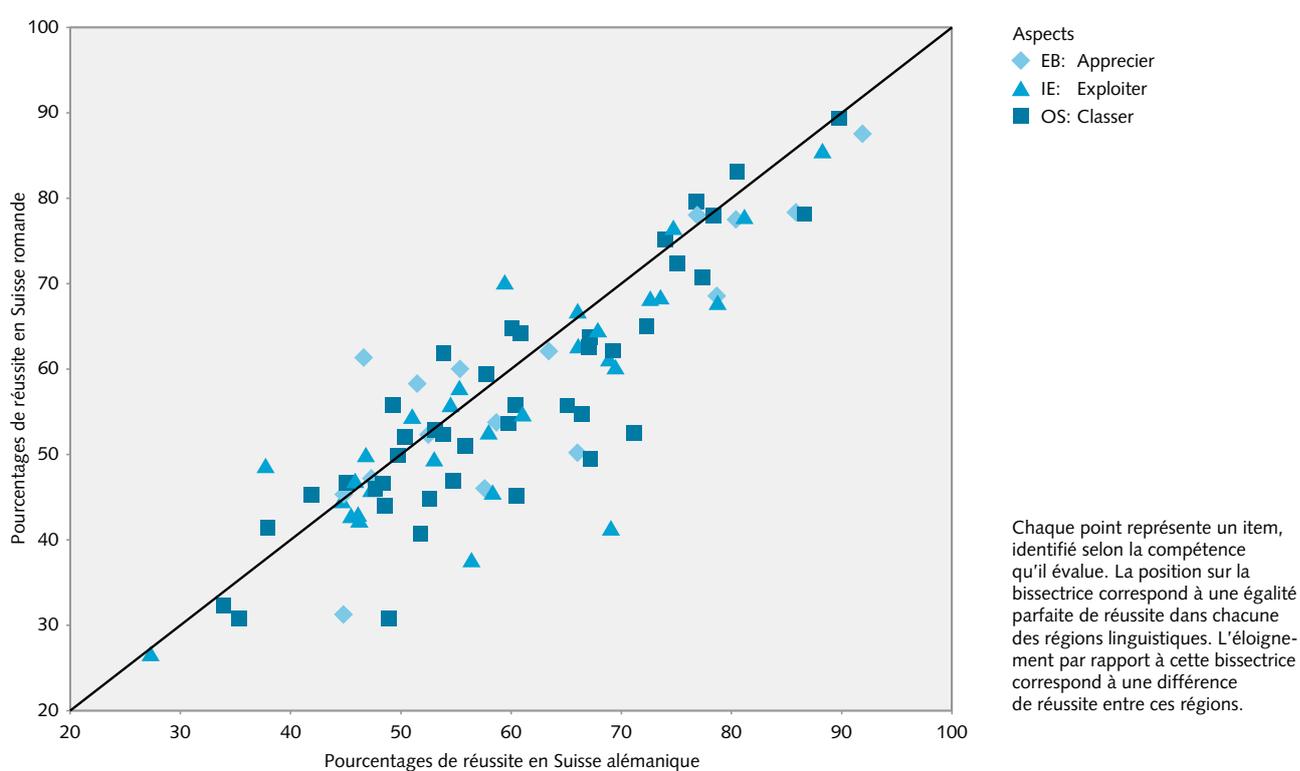
alémanique. Sans surprise, ces items relèvent le plus souvent du domaine *Expliquer les phénomènes de manière scientifique* (EPS), échelle, qui nous l'avons vu, est moins bien réussie par les élèves romands.

Les différents items constituant l'épreuve de sciences dans PISA 2006 ont été également identifiés dans le modèle de compétence HarmoS, selon les différents aspects de compétences définis dans ce modèle. La figure 6 permet de mettre en évidence les items les

mieux réussis dans une région linguistique selon l'aspect de compétence qui lui est associé. On notera toutefois que l'aspect *Apprécier et évaluer* est peu représenté parmi les 88 items sélectionnés. Les items associés aux autres aspects de compétences sont majoritairement mieux réussis en Suisse alémanique.

Les analyses présentées ci-dessus mettent en évidence des différences régionales importantes en particulier pour les résultats issus du test national HarmoS.

Fig. 6 Pourcentages de réussite aux différents items de sciences PISA 2006, catégorisés selon les aspects de compétences HarmoS, selon les régions linguistiques



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007/Consortium HarmoS sciences naturelles+, 2008

3.2 Différences culturelles et performances

Dans le cadre de l'enquête PISA, un questionnaire permettait aux élèves de s'exprimer sur différents aspects parmi lesquels le contexte scolaire, l'engagement des élèves vis-à-vis des sciences et leurs attitudes par rapport aux problèmes environnementaux. Ces différents éléments participent plus généralement du contexte culturel et pourraient être de nature à expliquer les différences de performances des élèves entre les trois régions linguistiques ou entre certains cantons. On a déjà pu montrer comment ces divers aspects sont liés aux performances des élèves aux tests PISA 2006 (Nidegger & Moreau, 2008). La proximité des modèles dans les deux démarches évaluatives telle qu'elle a pu nous apparaître à travers notre investigation, nous permet également de penser que le contexte culturel n'est pas étranger aux différences de performances observées dans HarmoS.

Dans le contexte d'une harmonisation des exigences scolaires, préconisée par HarmoS, notamment dans le domaine des sciences, il est important de pouvoir

distinguer ce qui, dans l'apprentissage, relève du contexte scolaire ou d'un contexte culturel plus général. Les investigations menées, dans le cadre de l'enquête PISA, concernant les facteurs pouvant influencer sur les performances des élèves et leur engagement dans des activités liées aux sciences peuvent être utiles pour mieux comprendre ces différents aspects. Du fait de la proximité des résultats entre les données HarmoS et celles issues de PISA, il est intéressant d'utiliser les informations contextuelles de PISA pour essayer de comprendre ce qui dans les différences observées entre les régions proviendrait de dimensions culturelles spécifiques. Pour illustrer notre propos, quelques éléments ont été sélectionnés et sont analysés à partir des résultats de PISA 2006.

Pratiques d'enseignement

Les performances peuvent être influencées par le type d'enseignement et d'apprentissage auquel sont soumis les élèves. Pour apprécier cet aspect dans PISA 2006, les élèves devaient indiquer pour une série de questions à quelle fréquence les situations proposées se produisent

T 13 Indices composites de l'enseignement et l'apprentissage des sciences

Indice	Exemple d'item
Part d'interactivité	Les cours font appel aux opinions des élèves sur les points de matière abordés
Part de travaux pratiques	On demande aux élèves de tirer les conclusions d'une expérience qu'ils ont réalisée
Part de recherches personnelles	On permet aux élèves de concevoir leurs propres expériences
Part d'utilisation de modèles et d'applications	Le professeur explique clairement en quoi les concepts de sciences sont importants dans notre vie

© OFS/CDIP

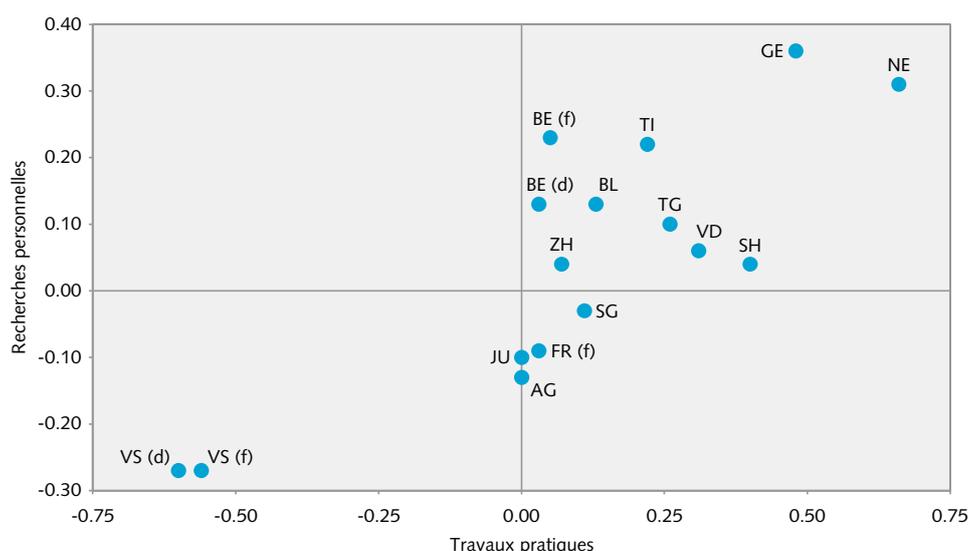
Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

lors des cours de sciences. A partir de leurs réponses quatre indices composites ont été construits (voir le tableau 13).

Ces quatre indices permettent d'appréhender en partie les différentes démarches d'enseignement et d'apprentissage utilisées dans les cours de sciences. On peut notamment comparer dans quelle mesure les cantons suisses recourent à des approches semblables ou non. La figure 7 montre la variation de la part de travaux pratiques et de recherches personnelles selon les cantons. On remarque que les écarts sont plus grands en ce qui concerne la part des travaux pratiques que pour les recherches personnelles. Globalement, Neuchâtel et

Genève recourent plus aux travaux pratiques et aux recherches personnelles dans l'enseignement dispensé. A l'opposé on trouve le Valais (partie francophone et partie germanophone). Les autres cantons, quelle que soit leur origine linguistique, se situent dans une position intermédiaire. Par ailleurs, on signalera que Neuchâtel et Genève sont des cantons qui ont des performances moyennes parmi les plus faibles. De plus, pour les deux cantons bilingues dont nous disposons des données pour les deux régions linguistiques (Berne et Valais), les deux parties de chaque canton sont proches du point de vue des pratiques d'enseignement identifiées à travers les quatre indices décrits ci-dessus.

Fig. 7 PISA, part de travaux pratiques et de recherches personnelles



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Valorisation de la démarche scientifique

Un autre aspect du contexte concerne la mesure dans laquelle les élèves valorisent la démarche scientifique en général ou pour eux-mêmes. L'enquête PISA permet de construire plusieurs indices sur ce thème fondés sur les réponses des élèves au questionnaire contextuel.

L'indice de *valorisation générale des sciences* permet d'évaluer dans quelle mesure les jeunes estiment que les sciences permettent de mieux comprendre le monde et d'améliorer les conditions de vie. Il est fondé sur l'adhésion des élèves à certaines affirmations concernant le rôle des sciences: «en général les sciences contribuent à améliorer les conditions de vie»; «les sciences sont importantes pour nous aider à comprendre le monde naturel», etc.

L'indice de *valorisation personnelle des sciences* est dérivé des affirmations concernant le rôle des sciences dans la vie personnelle, par exemple: «je trouve que les sciences m'aident à comprendre les choses qui m'entourent», etc.

Le tableau 14 présente des exemples de questions associées à chacun des indices de valorisation des sciences.

La comparaison des cantons par rapport aux indices de valorisation des sciences (figure 8) montre que les élèves des cantons alémaniques accordent généralement une plus grande importance aux sciences. Ainsi, tous les cantons romands à l'exception du canton de Fribourg se situent sur la partie gauche du tableau alors que les cantons alémaniques se trouvent sur la partie droite. Les élèves du Tessin se signalent par une valorisation plus grande sur le plan personnel. Dans ce cas, on se trouve dans une situation où l'on pourrait penser être en présence d'un effet spécifique d'une dimension culturelle.

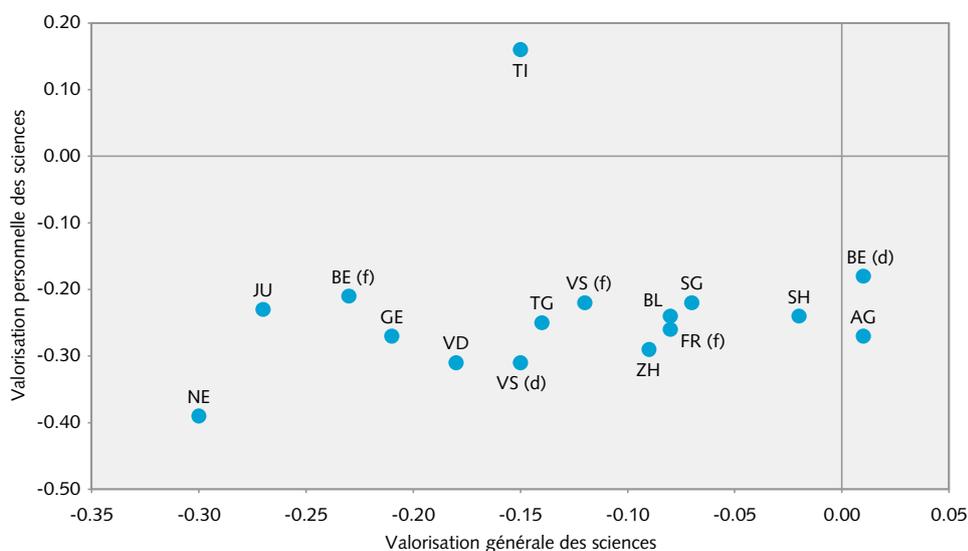
T 14 Indices de valorisation des sciences pris en compte

Indice	Exemple d'item
Indice de valorisation générale	En général, les avancées des sciences contribuent à améliorer les conditions de vie des gens
Indice de valorisation personnelle	A l'âge adulte j'utiliserai les sciences de nombreuses façons

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Fig. 8 PISA, valorisation générale et personnelle des sciences selon les cantons



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

T 15 Indices d'attitude par rapport aux problèmes environnementaux pris en compte

Indice	Exemple d'item
Indice de sensibilisation aux problèmes environnementaux	L'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère (degré d'information)
Indice de responsabilisation à l'égard du développement durable	Cela m'embête quand on gaspille de l'énergie en laissant fonctionner des appareils électriques pour rien

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

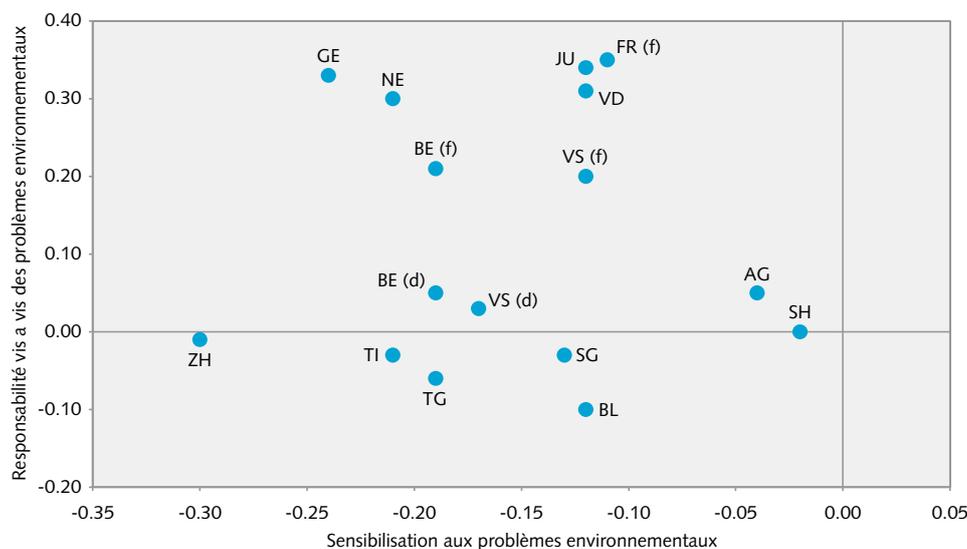
Attitudes par rapport aux problèmes environnementaux

L'enquête PISA 2006 permet également de mieux appréhender l'attitude des élèves face aux problèmes environnementaux. L'indice de *sensibilisation aux problèmes environnementaux* permet d'évaluer dans quelle mesure les élèves sont informés à propos de certains problèmes: l'augmentation des gaz à effet de serre, l'utilisation des organismes génétiquement modifiés, les pluies acides, les déchets nucléaires, les conséquences de l'abattage des forêts. Le fait d'être informé sur de tels sujets est un aspect de la culture scientifique, on peut donc penser qu'il n'est pas étranger aux acquisitions dans le domaine des sciences.

Il est important également d'évaluer dans quelle mesure les élèves associent les différents problèmes environnementaux aux activités humaines et s'en sentent

responsables. Un indice de *responsabilisation à l'égard du développement durable* est dérivé de la plus ou moins grande adhésion à des affirmations concernant la conservation de l'environnement. Par exemple: il est important d'effectuer des contrôles réguliers des émissions de gaz des voitures comme condition à leur utilisation, etc. Le tableau 16 présente des exemples de questions relatives à ces indices.

La comparaison des cantons par rapport à ces aspects (figure 9) montre ici aussi une opposition entre les régions linguistiques par rapport au sentiment de responsabilité vis-à-vis des problèmes environnementaux. De façon surprenante par rapport aux représentations communes, les élèves des cantons romands déclarent se sentir plus responsables par rapport au développement durable que leurs collègues alémaniques

Fig. 9 PISA, sensibilisation et responsabilité par rapport aux problèmes environnementaux


© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

et tessinois. Par ailleurs, on note que les élèves de Zurich et Genève sont les élèves qui se disent le moins sensibles aux problèmes d'environnement. On remarque également que ce sont en général pour les cantons plus performants dans chacune des régions que les élèves sont le plus informés sur ces problèmes.

Intérêt pour les sciences

Les réponses des élèves au questionnaire PISA ont permis de construire différents indices de motivation (cf. le rapport de Brühwiler et al. dans le présent volume, qui traite plus spécifiquement de ces questions).

Ici, nous nous intéressons particulièrement à deux indices. L'indice d'intérêt général des l'élèves pour les sciences est évalué par une série de questions portant sur leur intérêt pour la biologie humaine, l'astronomie, la chimie, la physique, la biologie végétale, la géologie, sur la façon dont les chercheurs conçoivent leurs expériences et sur leur compréhension de la nature des explications

scientifiques. L'indice de plaisir apporté par les sciences est dérivé de questions sur ce qu'éprouvent les élèves par rapport à certaines activités associées à l'apprentissage des sciences (lire des textes traitant de sciences, apprendre des choses en sciences) et révèle un attachement plus émotionnel.

Le tableau 16 présente les indices pris en compte illustrés par un exemple de question.

La comparaison des cantons (figure 10) montre que les élèves de la plupart des cantons latins sont ceux qui indiquent éprouver le plus de plaisir dans des activités liées aux sciences. Ils sont également souvent ceux qui disent manifester le plus d'intérêt pour ces activités. Cependant, on notera que cette attitude différenciée en fonction des régions linguistiques ne se répercute pas forcément sur les performances moyennes des cantons. Comme on l'a vu, dans l'ensemble les cantons alémaniques ont des moyennes plus élevées.

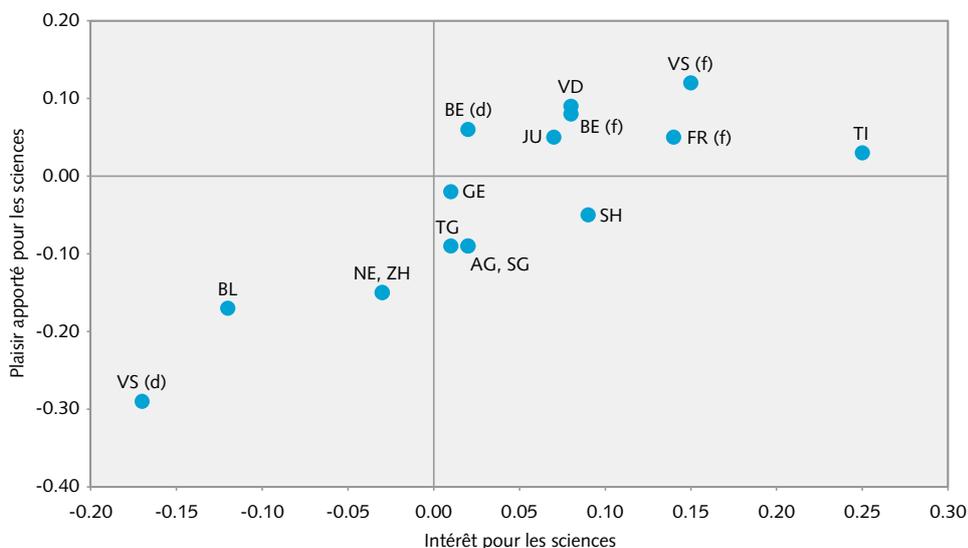
T 16 Indices de motivation pris en compte

Indice	Exemple d'item
Intérêt général pour les sciences	Je m'intéresse à l'astronomie...
Indice de plaisir apporté par les sciences	J'aime lire des textes qui traitent de sciences...

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Fig. 10 PISA, plaisir et intérêt par rapport aux activités se rapportant aux sciences



© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007

Conclusion

Les deux projets, PISA et HarmoS, sont caractérisés par un certain nombre de similitudes. Ils s'inscrivent dans un contexte plus général d'approches des sciences et de leur enseignement marqués par le développement de modèles de compétences et le recours à des méthodes de validation qui s'appuient sur des modèles statistiques sophistiqués. L'analyse des cadres conceptuels respectifs met en évidence des similitudes. Les deux modèles privilégient des compétences cognitives générales mises en œuvre par les sujets. D'autres facettes de ces modèles prennent en compte les éléments de contenus.

Au-delà de cette comparaison conceptuelle, il s'agit également de voir ce qu'il en est du point de vue des résultats des élèves. La démarche utilisée a permis par la *méthode des juges* de «lire» les résultats de sciences de PISA 2006 à l'aune du modèle de compétences HarmoS. Les analyses entreprises montrent qu'il existe également des similitudes entre les instruments de mesure et dans les résultats des élèves. On observe des corrélations assez fortes entre les échelles PISA et les échelles reconstruites HarmoS.

Les résultats de PISA 2006 mettent en évidence des différences non négligeables entre les trois échelles de compétences de sciences. Notamment l'échelle *Expliquer des phénomènes de manière scientifique* est moins bien réussie dans les cantons romands. Ce résultat peut nous interroger au moment où l'on cherche à mettre en place des standards de performance de base nationaux. Ce d'autant plus que cette échelle est celle qui est considérée comme la plus en relation avec l'enseignement des connaissances que l'on trouve traditionnellement dans les cours de sciences. Par ailleurs, on notera également que l'on observe des différences régionales encore plus importantes aux résultats du test national HarmoS de 2007. Cependant, contrairement aux résultats de PISA, ces différences régionales restent relativement constantes pour les trois aspects de compétences d'HarmoS testés. Ces écarts régionaux pourraient être en partie expliqués par le fait qu'une majorité des items proposés aux élèves étaient d'origine alémanique. Une autre explication possible serait que le modèle de compétences développé

par HarmoS Sciences est moins en phase avec les enseignements de sciences actuellement pratiqués en Suisse romande.

L'analyse des résultats des élèves à la nouvelle échelle HarmoS construite à partir de la catégorisation et de la sélection des items de PISA par les juges en fonction des trois aspects de compétences d'HarmoS montre que l'on retrouve des différences régionales, quoique moins importantes que celles observées sur les données HarmoS du test national de 2007. Cependant, alors que pour les données HarmoS originales on observait une moins bonne réussite à l'échelle *Evaluer et apprécier*, les moyennes aux trois aspects de compétences HarmoS sont quasi identiques pour la nouvelle échelle PISA-HarmoS que nous avons construite sur les données PISA. Il faut noter que les corrélations entre les trois aspects de compétences de cette nouvelle échelle sont très élevées.

Toutefois, une des limites de la comparaison entre les données PISA et la nouvelle échelle PISA-HarmoS construite sur les données PISA pourrait résider dans la différence de processus mis en place pour la construction des tests. En effet, dans PISA l'élaboration du matériel de test passe par une phase de prétest, réalisé une année avant l'enquête principale auprès de plus de 1000 élèves pour chaque pays, qui permet de sélectionner les items qui fonctionnent de façon satisfaisante pour l'ensemble des pays participants. Pour le test national HarmoS de 2007, faute de temps, les items n'ont pu être prétestés qu'auprès d'un nombre très limité d'élèves. De ce fait, il n'y a pas eu de réelle sélection des items à la suite d'un prétest mais élimination des items à posteriori. Par ailleurs dans le cadre d'HarmoS, la provenance majoritaire d'items de la Suisse alémanique peut être un élément qui augmente le risque de faire apparaître des différences régionales par une plus grande proximité culturelle ou scolaire des items pour les élèves alémaniques.

Malgré ces quelques réserves, la proximité conceptuelle des modèles de compétences et des résultats observés entre HarmoS et PISA nous permettent d'utiliser les résultats des informations contextuelles de PISA

pour tenter d'esquisser quelques éléments d'explication de ces différences. Les pratiques d'enseignement mesurées à travers quatre indices de PISA ne montrent pas de différences marquées en fonction des régions linguistiques. On constate même à l'intérieur des cantons bilingues (Valais et Berne) une proximité assez grande des pratiques d'enseignement. Ainsi pour les pratiques d'enseignement, on serait plutôt face à des différences cantonales qu'à des différences liées aux régions linguistiques. Par ailleurs, le type de pratique ne semble pas clairement lié avec les performances des élèves.

Les autres indices pris en compte dans cette étude: valorisation des sciences, sensibilité et responsabilité par rapport à l'environnement et intérêt pour les sciences montrent très souvent des différences culturelles régionales. L'impact sur les performances en fonction des régions est différencié selon les indices. Par exemple la *valorisation générale des sciences* semble avoir un impact sur les performances en fonction des régions linguistiques alors que l'on ne l'observe pas pour la *valorisation personnelle des sciences*.

Finalement, la proximité entre les deux projets constatée tant du point de vue conceptuel qu'en fonction des résultats pose la question des spécificités et des synergies possibles entre eux. PISA apporte des informations de type «macro» qui nous permettent de mieux comprendre le contexte dans lequel se déroule l'acquisition des compétences en sciences. De plus, ce projet bénéficie de compétences et de processus bien rôdés dans la réalisation d'instruments de test et de questionnaires de contexte, leur administration et l'exploitation

des données. L'originalité de HarmoS est de construire un modèle de compétences spécifique à la Suisse et de développer des propositions de standards de performance de base plus proches des compétences «enseignables». Ce projet, bien qu'ayant une perspective de monitoring du système, vise également des aspects davantage pédagogiques et didactiques qui s'inscrivent plus directement en lien avec le développement des plans d'étude régionaux. Ainsi les deux projets, bien qu'ils s'appuient sur des approches méthodologiques semblables, ont des objectifs finaux différents et sont complémentaires quant au type d'informations qu'ils apportent.

De ce point de vue, les sciences seront confrontées non seulement au problème de l'acquisition de compétences cognitives générales telles qu'elles sont mentionnées aussi bien dans le cadre conceptuel PISA que dans celui d'HarmoS, mais devront également intégrer d'autres dimensions des modèles de compétences qui relèvent plus spécifiquement des contenus d'enseignement. Ces dimensions nous renvoient plus directement aux disciplines d'enseignement des sciences (physique, biologie, chimie), qui actuellement relèvent souvent de cours différents sans lien entre eux alors que les modèles de compétences de PISA et d'HarmoS sont conçus dans une perspective holistique de l'enseignement des sciences. Comme on le voit, les acteurs de l'éducation en charge du développement de l'enseignement des sciences et de son monitoring seront confrontés à l'avenir à des défis importants dans la réalisation de leurs tâches.

Bibliographie

- Embretson, S. E., & Reise, S. P.** (2000). *Item response theory*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Goodall, G.** (2004). Editorial. *Teaching Statistics*, 26(3), 65.
- Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+** (2008). *Kompetenzmodell und Vorschläge für Bildungsstandards: Wissenschaftlicher Schlussbericht*. Bern.
- Nidegger, C.** (coord.) (2008). *PISA 2006: Compétences des jeunes romands: Résultats de la troisième enquête PISA auprès des élèves de 9^e année*. Neuchâtel: IRDP.
- OCDE (2006)**. *Compétences en sciences, lecture et mathématiques: le cadre d'évaluation de PISA 2006*. Paris: OCDE.
- OCDE (2007a)**. *PISA 2006: les compétences en sciences un atout pour réussir – Volume 1: analyse des résultats*. Paris: OCDE.
- OCDE (2007b)**. *PISA 2006: les compétences en sciences un atout pour réussir – Volume 2: données*. Paris: OCDE.
- OCDE (2009)**. *PISA 2006: Technical report*. Paris: OCDE.
- Ramseier, E. Moser, U. Moreau & J. Antonietti, J.-P.** (2008). *HarmoS – Développement de standard de formation, Rapport final du groupe méthodologie*, Berne: CDIP.
- Wu, M. L., Adams, R. J., & Wilson, M. R.** (1998). *ConQuest. Generalised item Response Modelling Software*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
- Zahner, C., Holzer, T.** (2007). *PISA 2006: Les compétences en sciences et leur rôle dans la vie – rapport national, Série «Statistique de la Suisse»*, Neuchâtel: OFS.

Annexe

Tableau comparatif des compétences PISA et HarmoS sciences naturelles

Aspects partiels de compétences HarmoS absents du modèle PISA

HarmoS sciences naturelles Compétences (aspects de compétences et aspects partiels de compétences)	PISA 2006	
Développer l'intérêt et la curiosité (IN) <ul style="list-style-type: none"> Par son expérience Plaisir et disposition Volonté 	Dimension des attitudes Intérêt pour la science: <ul style="list-style-type: none"> Se montrer curieux Se montrer désireux d'acquérir de nouveaux savoirs et savoir-faire en sciences Rechercher spontanément des informations et garder un intérêt constant pour la science 	Attitudes
Questionner et examiner (FU): <ul style="list-style-type: none"> Percevoir consciemment Poser des questions, des hypothèses, des problèmes Choisir et utiliser des outils et des instruments adéquats Mettre en place des recherches Réfléchir sur les résultats et les méthodes expérimentales 	Identifier des questions d'ordre scientifique: <ul style="list-style-type: none"> Reconnaître les caractéristiques principales d'une investigation scientifique. Reconnaître des questions auxquelles l'on peut apporter une réponse par une investigation scientifique. Utiliser des faits scientifiques: <ul style="list-style-type: none"> Identifier les hypothèses, les éléments de preuve et les raisonnements qui sous-tendent des conclusions. 	Compétences
Exploiter les informations (IE): <ul style="list-style-type: none"> Reconnaître les types d'informations Lire des informations Rechercher des informations Transposer des informations Classer des informations et leurs sources 	Identifier des questions d'ordre scientifique: <ul style="list-style-type: none"> Identifier des mots clés permettant d'effectuer une recherche d'informations scientifiques. 	Compétences
Classer, structurer et modéliser (OS): <ul style="list-style-type: none"> Collecter et classer Analyser et structurer Classifier et modéliser 	Expliquer des phénomènes de manière scientifique: <ul style="list-style-type: none"> Décrire ou expliquer des phénomènes de manière scientifique et prévoir leurs changements. 	Compétences
Apprécier et évaluer (EB): <ul style="list-style-type: none"> Rassembler, jauger, apprécier, évaluer Argumenter et se positionner Examiner les sources d'informations de façon critique Évaluer personnellement et scientifiquement 	Dimension des attitudes Valeur accordée à la démarche scientifique: <ul style="list-style-type: none"> Admettre qu'il est important d'envisager des perspectives et des arguments scientifiques différents Responsabilité à l'égard des ressources et de l'environnement 	Attitudes PISA/ Compétences HarmoS
Développer et transposer (EU): <ul style="list-style-type: none"> Réfléchir Anticiper (pensée prospective) Planifier Agir et réfléchir 	Expliquer des phénomènes de manière scientifique: <ul style="list-style-type: none"> Identifier les descriptions, explications ou prévisions appropriées. Utiliser des faits scientifiques: <ul style="list-style-type: none"> Réfléchir aux conséquences sociétales des progrès scientifiques et technologiques. 	Compétences

Tableau comparatif des compétences PISA et HarmoS sciences naturelles

■ Aspects partiels de compétences HarmoS absents du modèle PISA

HarmoS sciences naturelles Compétences (aspects de compétences et aspects partiels de compétences)	PISA 2006	
Communiquer et échanger (MA): <ul style="list-style-type: none"> • Décrire, présenter et justifier • Ecouter et participer à la réflexion, questionner • Coopérer et travailler en équipe 	Utiliser des faits scientifiques: <ul style="list-style-type: none"> • Interpréter des données scientifiques et tirer et communiquer des conclusions. 	Compétences
Travailler en autonomie (EA): <ul style="list-style-type: none"> • Traiter un questionnement et des exercices en autonomie • Planifier et transposer un projet • Transposer et utiliser les compétences et connaissances acquises dans de nouvelles situations (transfert autonome) • Exploiter et présenter des résultats • Réfléchir sur ses apprentissages 	Expliquer des phénomènes de manière scientifique: <ul style="list-style-type: none"> • Appliquer des connaissances en sciences dans une situation donnée. 	Conglomérat de compétences méthodologiques

© OFS/CDIP

Source: OCDE - OFS/CDIP PISA base de données, 2007 / Consortium HarmoS sciences naturelles+, 2008

Glossaire

Analyse multivariée

Les analyses multivariées rendent compte des corrélations existant entre plus de deux variables. Le risque est grand dans les analyses bivariées (qui examinent les liens entre deux variables) que la corrélation mise en évidence soit en réalité due à la présence cachée d'une troisième variable. Le recours à un modèle multivarié permet de démontrer l'influence de cette troisième variable et, donc, l'éventuelle absence de corrélation entre les deux premières variables.

CDIP

Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique, Berne

Centile

Valeur qui divise une série d'observations en cent groupes successifs, comprenant chacun un même nombre d'observations. Exemple de PISA 2006: dire que, pour les compétences en sciences en Suisse, le 25^e centile se situe à 450 points signifie que 25% des jeunes ont obtenu un résultat inférieur à ce score et 75% un résultat supérieur.

Corrélation

La corrélation indique le lien linéaire qui existe entre deux variables.

d, amplitude de l'effet

L'amplitude de l'effet décrit l'étendue relative d'une comparaison entre les moyennes de deux groupes. Elle complète l'indication de la signification. Une amplitude de $d = 0.2$ indique un effet faible, une amplitude de $d = 0.5$ traduit un effet moyen et une amplitude de $d = 0.8$ signale un effet fort (Cohen 1988, p. 25 ss.¹).

¹ Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Science*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum

Degré secondaire I

Le degré secondaire I constitue la deuxième partie de la scolarité obligatoire après le degré primaire.

Degré secondaire II

Le degré secondaire II correspond à la formation qui suit immédiatement la scolarité obligatoire, c'est-à-dire le degré secondaire I. Il comprend la formation générale (gymnases et autres écoles de degré diplôme), d'une part, et la formation professionnelle (sous forme d'apprentissage, le plus souvent), d'autre part.

Ecart-type (SD)

L'écart-type est un indicateur de la dispersion d'un ensemble d'observations, c'est-à-dire de la façon dont elles s'écartent les unes des autres. Il est égal à la racine carrée de la variance.

Erreur-type (SE)

L'erreur-type est un indicateur de la précision avec laquelle un caractère d'une population a été estimé à partir des données d'un échantillon. Elle indique l'écart-type qui sépare la moyenne de l'échantillon de la moyenne de la population.

Groupe de pilotage

Le groupe de pilotage de PISA 2006 pour la Suisse se compose de représentants de la Confédération (Office fédéral de la statistique, Office fédérale de la formation professionnelle et de la technologie et Secrétariat d'Etat à l'éducation et à la recherche) et des cantons (deux directions cantonales de l'instruction publique et secrétariat général de la CDIP).

Indice

Un indice regroupe des éléments obtenus sur la base de différents exercices ou de différentes questions (items) et présentant un lien logique entre eux. L'indice est exprimé par une valeur.

Intervalle de confiance

L'intervalle de confiance désigne l'intervalle dans lequel se situe avec une probabilité définie à l'avance le paramètre (moyenne par ex.) calculé pour l'ensemble de la population sur la base d'un échantillon aléatoire. Dans le présent rapport, cette probabilité est généralement fixée à 95%.

Item

Par item, on entend un exercice à résoudre ou une question à laquelle la personne interrogée doit répondre.

Niveau d'exigences

Pour les besoins de cette publication, une variable a été créée qui attribue à chaque élève l'un des trois niveaux individuel d'exigences.

- exigences élémentaires
- exigences étendues (connu aussi comme «exigences moyennes»)
- exigences élevées

Dans le cas des classes de base homogènes, l'attribution se fait en fonction du système scolaire cantonal et, dans le cas des classes de base hétérogènes, sur les indications relatives au niveau de l'enseignement (p. ex., Scuola media au Tessin).

OCDE

Organisation de Coopération et de Développement Économiques, Paris

OFS

Office fédéral de la statistique, Neuchâtel

PISA

Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves

Pondération de l'échantillon

Un échantillon est constitué de telle manière que chaque unité de l'univers a une probabilité donnée de faire partie de l'échantillon. Dans le cas d'un échantillon stratifié et complexe comme celui utilisé pour PISA, cette probabilité n'est cependant pas identique pour toutes les unités (écoles, élèves). Chacune d'entre elles est alors affectée d'une pondération en fonction de la probabilité qu'elle a d'être tirée; cette pondération indique combien une unité de l'échantillon représente d'unités de l'univers.

Régression

L'analyse de régression permet d'estimer l'influence d'une ou plusieurs variables indépendantes sur une variable dépendante. Par régression, on entend en général une estimation linéaire. Mais il existe aussi des méthodes de régression non linéaires (p. ex. l'analyse de régression logistique).

Signification statistique, p

La signification statistique est un paramètre souvent utilisé en statistique pour indiquer la pertinence d'un résultat d'une analyse statistique. Le résultat d'un test statistique (p. ex. la comparaison de deux moyennes ou la pente d'une droite de régression) est statistiquement significatif, s'il y a une forte probabilité pour qu'il ne soit pas dû au hasard et s'il peut donc être extrapolé à l'ensemble de la population. Est alors déterminante la probabilité d'erreur prédéfinie pour cette extrapolation. Dans le présent rapport, la valeur 0.05 a été choisie pour α . Si la probabilité p qu'un effet observé soit dû au hasard est inférieure à α , on parle d'un effet statistiquement significatif.

Variable

Une variable définit une caractéristique d'une personne, d'un groupe, d'une organisation ou autre. Exemples: le sexe, l'âge, le mode d'organisation de l'école, etc.

Variance

La variance est la somme des carrés des écarts des observations par rapport à leur moyenne, divisée par le total de ces observations moins 1. Sa racine carrée est égale à l'écart-type.

Publications PISA déjà parues à l'OFS

à l'adresse: www.pisa.admin.ch

PISA 2000

Préparés pour la vie? Les compétences de base des jeunes – Synthèse du rapport national PISA 2000 / Urs Moser. OFS/CDIP: Neuchâtel 2001. 30 p. gratuit. N° de commande: 474-0000. ISBN: 3-303-15245-4.

Préparés pour la vie? Les compétences de base des jeunes – Rapport national de l'enquête PISA 2000 / Claudia Zahner et al., OFS/CDIP: Neuchâtel 2002. 174 p. N° de commande: 471-0000. ISBN: 3-303-15244-6.

Bern, St. Gallen, Zürich: Für das Leben gerüstet? Die Grundkompetenzen der Jugendlichen – Kantonaler Bericht der Erhebung PISA 2000 / Erich Ramseier et al., BFS/EDK: Neuchâtel 2002. 114 S. Bestellnr.: 523-0000. ISBN: 3-303-15264-0.

Lehrplan und Leistungen – Thematischer Bericht der Erhebung PISA 2000 / Urs Moser, Simone Berweger. BFS/EDK: Neuchâtel 2003. 100 S. Bestellnr. 573-0000. ISBN: 3-303-15288-8.

Les compétences en littérature – Rapport thématique de l'enquête PISA 2000 / Anne Soussi et al., OFS/CDIP: Neuchâtel 2003. 144 p. N° de commande: 574-0000. ISBN: 3-303-15289-6.

Die besten Ausbildungssysteme – Thematischer Bericht der Erhebung PISA 2000 / Sabine Larcher, Jürgen Oelkers. BFS/EDK: Neuchâtel 2003. 52 S. Bestellnr. 575-0000. ISBN: 3-303-15290-X.

Soziale Integration und Leistungsförderung – Thematischer Bericht der Erhebung PISA 2000 / Judith Hollenweger et al., BFS/EDK: Neuchâtel 2003. 85 S. Bestellnr. 576-0000. ISBN: 3-303-15291-8.

Bildungswunsch und Wirklichkeit – Thematischer Bericht der Erhebung PISA 2000 / Thomas Meyer, Barbara Stalder, Monika Matter. BFS/EDK: Neuchâtel 2003. 68 S. Bestellnr. 577-0000. ISBN: 3-303-15292-6.

PISA 2000: Synthèse et recommandations / Ernst Buschor, Heinz Gilomen, Huguette Mc Cluskey. OFS/CDIP: Neuchâtel 2003. 35 p. N° de commande: 579-0000. ISBN: 3-303-15294-2.

PISA 2003

PISA 2003: Compétences pour l'avenir – Premier rapport national / Claudia Zahner Rossier (coordination), Simone Berweger, Christian Brühwiler, Thomas Holzer, Myrta Mariotta, Urs Moser, Manuela Nicoli, OFS/CDIP: Neuchâtel/Berne 2005. 84 p. N° de commande: 471-0300. ISBN: 3-303-15333-7.

PISA 2003: Compétences pour l'avenir – Deuxième rapport national / Claudia Zahner Rossier (Editrice), OFS/CDIP: Neuchâtel/Berne 2005. 158 p. N° de commande: 471-0301. ISBN: 3-303-15346-9.

PISA 2003: Facteurs d'influence sur les résultats cantonaux / Thomas Holzer, OFS: Neuchâtel 2005. 26 p., N° de commande: 743-0300.

PISA 2006

PISA 2006: Les compétences en sciences et leur rôle dans la vie pour l'avenir – Rapport national / Claudia Zahner Rossier, Thomas Holzer, OFS/CDIP: Neuchâtel/Berne 2007. 55 p. N° de commande: 471-0600. ISBN: 3-303-15437-3.

Programme des publications de l'OFS

En sa qualité de service central de statistique de la Confédération, l'Office fédéral de la statistique (OFS) a pour tâche de rendre les informations statistiques accessibles à un large public.

L'information statistique est diffusée par domaine (cf. verso de la première page de couverture); elle emprunte diverses voies:

<i>Moyen de diffusion</i>	<i>Contact</i>
Service de renseignements individuels	032 713 60 11 info@bfs.admin.ch
L'OFS sur Internet	www.statistique.admin.ch
Communiqués de presse: information rapide concernant les résultats les plus récents	www.news-stat.admin.ch
Publications: information approfondie (certaines sont disponibles sur disquette/CD-Rom)	032 713 60 60 order@bfs.admin.ch
Données interactives (banques de données, accessibles en ligne)	www.statdb.bfs.admin.ch

Informations sur les divers moyens de diffusion sur Internet à l'adresse www.statistique.admin.ch → Services → Les publications de Statistique suisse

Education et science

Dans le domaine de l'éducation et de la science, trois sections de l'Office fédéral de la statistique traitent les thèmes suivants:

Section Institutions de formation (BILD-I)

- Ressources et infrastructure (enseignants, finances et coûts, écoles)
- Personnel et finances des hautes écoles (universitaires, spécialisées et pédagogiques)

Section Processus de formation (BILD-P)

- Elèves et diplômés (élèves et étudiants, formation professionnelle et examens finals)
- Etudiants et diplômés des hautes écoles (universitaires, spécialisées et pédagogiques)

Section Système de formation (BILD-S)

- Perspectives de la formation (Elèves, étudiants, diplômés et corps enseignant de tous les niveaux de la formation)
- Formation et marché du travail (compétences des adultes, transition de l'éducation vers le marché du travail, formation continue)
- Système de formation (indicateurs du système de la formation)
- Thèmes spécifiques et activités transversales (p.ex. situation sociale des étudiants)

Ces trois sections diffusent des publications régulières et des études thématiques. Nous vous invitons à consulter notre site Internet. Vous y trouverez également des informations sur les personnes de contact pour vos éventuelles questions.

www.education-stat.admin.ch

PISA 2006 permet non seulement de comparer les compétences des jeunes scolarisés en Suisse – compétences en sciences, en lecture et en mathématiques – avec celles des jeunes des autres pays, mais encore, grâce aux échantillons complémentaires, de procéder à des comparaisons régionales et cantonales. La présente publication confronte les résultats de plusieurs cantons. L'accent est mis sur les compétences en sciences, qui ont été testées de manière approfondie en 2006.

Cette publication est divisée en trois parties. Chaque partie constitue une étude indépendante approfondie sur un thème particulier. La première examine l'effet du temps d'enseignement et de l'organisation de l'enseignement sur les résultats des élèves en sciences et sur leur intérêt pour les questions scientifiques. La deuxième analyse les conditions susceptibles de favoriser chez les jeunes le choix d'un cursus et d'une profession à caractère scientifique. La troisième compare le modèle de compétences de PISA et le modèle développé dans le cadre du concordat sur l'harmonisation de la scolarité obligatoire.

Ces résultats complètent les comparaisons par pays qui ont fait l'objet du rapport national PISA 2006 et les résultats régionaux et cantonaux diffusés sur internet (<http://www.pisa.admin.ch> >> Résultats importants).

N° de commande

1048-0600

Commandes

Tél.: 032 713 60 60

Fax: 032 713 60 61

E-mail: order@bfs.admin.ch**Prix**

19 francs (TVA excl.)

ISBN 978-3-303-15480-9

