

6. Les résultats des élèves en mathématiques

Cristina Carulla

Werner Riesen

Depuis l'an 2000, année de la première passation, c'est la cinquième fois que l'enquête PISA est proposée et en 2012, c'est la deuxième fois que les mathématiques représentent le thème principal de l'étude. Entre 2003, année des premières analyses centrées sur ce domaine, et 2012, les contextes éducatifs suisse et romand ont changé. D'un programme éducatif national constitué d'un ensemble de plans d'études cantonaux, il y a eu une réelle évolution, voire révolution, avec la mise en place d'un système constitué de standards nationaux définissant des compétences fondamentales et l'introduction de plans d'études pour chaque région linguistique. En 2011, les standards nationaux décrivant les compétences fondamentales pour les mathématiques ont été adoptés par la CDIP, alors que le Plan d'études romand (PER) décidé par la CIIP entrait en vigueur. Ce dernier est structuré selon des visées pédagogiques et définit des objectifs et des progressions d'apprentissage pour les différentes disciplines, donc également pour les mathématiques.

Cadre théorique de PISA et Plan d'études romand

Le cadre théorique défini par l'OCDE pour 2012 est comparé avec celui retenu pour la passation de 2003 ainsi qu'avec la structure du PER. Ces comparaisons nous permettent de situer les résultats relevés à l'enquête PISA dans le contexte éducatif romand, tout en soulignant que les cantons ont seulement commencé à se référer au PER depuis 2011. Des liens sont faits entre les sous-échelles de l'enquête PISA et les visées, les axes et les objectifs d'apprentissage du PER.

Dans l'esprit de la démarche PISA, les compétences en mathématiques sont définies par l'OCDE comme étant la maîtrise des savoirs mathématiques et leur mise en œuvre dans différentes situations. Depuis 2013, l'OCDE évoque régulièrement la notion de culture mathématique qui, dans le cadre de l'enquête PISA, représente l'objet d'étude privilégié. Cette enquête évalue différentes capacités (d'analyse, de raisonnement et de communication) que les

élèves devraient posséder. Ces compétences doivent permettre aux individus d'atteindre le niveau de maîtrise nécessaire afin d'être en mesure d'évoluer dans les situations de la vie quotidienne qui impliquent les mathématiques.

La définition de la culture mathématique retenue pour le programme OCDE/PISA est exprimée de la manière suivante :

La culture mathématique est l'aptitude d'un individu à formuler, employer et interpréter des mathématiques dans un éventail de contextes, soit de se livrer à un raisonnement mathématique et d'utiliser des concepts, procédures, faits et outils mathématiques pour décrire, expliquer et prévoir des phénomènes. Elle aide les individus à comprendre le rôle que les mathématiques jouent dans le monde et à se comporter en citoyens constructifs, engagés et réfléchis, c'est-à-dire à poser des jugements et à prendre des décisions en toute connaissance de cause (OCDE, 2013, p. 27).

Ce concept de culture mathématique se traduit, dans les résultats, à travers une échelle de différents niveaux des compétences qui sont décrits comme étant la capacité des individus à faire face à la résolution de problèmes.

De plus, la compétence mathématique peut être envisagée selon deux ensembles de sous-échelles qui abordent le domaine global sous l'angle des contenus ou des processus. Ainsi, les quatre sous-échelles de *contenus* retenus contextualisent les problèmes alors que les trois sous-échelles de *processus* définissent les capacités nécessaires à la résolution des problèmes.

En 2012, comme lors de la passation 2003, le niveau global de culture mathématique est estimé sur une échelle de compétences calculée à partir des échantillons d'élèves soumis au test (OCDE, 2013). Cette échelle est constituée de six niveaux définis par des seuils (tableau 6.1). Les catégories sont identiques à celles définies en 2003 pour décrire les capacités des élèves de chaque niveau. Mais, pour la passation de 2012, elles sont décrites avec plus de détails et de précision qu'auparavant. Ainsi, l'échelle est construite autour des capacités des individus à s'approprier, lors de la passation, des situations plus ou moins complexes, ce qui détermine le niveau d'attribution selon la performance réalisée. Pour la description de cette échelle, l'OCDE (2013) utilise sept catégories appelées *facultés mathématiques fondamentales*.

Tableau 6.1 **Echelle des niveaux de compétences en mathématique établie par l'OCDE selon les facultés fondamentales**

Niveaux de compétences et seuils	Description de l'échelle globale selon les sept facultés fondamentales définies par l'OCDE (2013) :
Niveau 6 669 points	<p>communication - représentation - élaboration de stratégies - mathématisation - raisonnement et argumentation - utilisation d'opérations et d'un langage symbolique, formel et technique - utilisation d'outils mathématiques</p> <p>Les élèves sont capables de conceptualiser, de généraliser et d'utiliser des informations sur la base de leurs propres recherches et de la modélisation de problèmes complexes.</p> <p>Ils peuvent établir des liens entre différentes représentations et sources d'information, et passer de l'une à l'autre sans difficulté.</p> <p>Ils peuvent se livrer à des raisonnements et à des réflexions mathématiques difficiles.</p> <p>Ils peuvent s'appuyer sur leur compréhension approfondie et leur maîtrise des relations symboliques et des opérations mathématiques classiques pour élaborer de nouvelles approches et de nouvelles stratégies à appliquer lorsqu'ils sont face à des situations qu'ils n'ont jamais rencontrées.</p> <p>Ils peuvent décrire clairement et communiquer avec précision leurs actes et les fruits de leur réflexion – résultats, interprétations, arguments – qui sont en adéquation avec les situations initiales.</p>
Niveau 5 607 points	<p>Les élèves peuvent élaborer et utiliser des modèles dans des situations complexes pour identifier des contraintes et construire des hypothèses.</p> <p>Ils sont capables de choisir, de comparer et d'évaluer des stratégies de résolution de problèmes leur permettant de s'attaquer à des problèmes complexes en rapport avec ces modèles.</p> <p>Ils peuvent aborder les situations sous un angle stratégique en mettant en œuvre un grand éventail de compétences pointues de raisonnement et de réflexion, en utilisant les caractérisations symboliques et formelles et les représentations y différentes, et en s'appuyant sur leur compréhension approfondie de ces situations.</p> <p>Ils peuvent réfléchir à leurs actes, et formuler et communiquer leurs interprétations et leur raisonnement.</p>
Niveau 4 544 points	<p>Les élèves sont capables d'utiliser des modèles explicites pour faire face à des situations concrètes complexes qui peuvent leur demander de tenir compte de contraintes ou de construire des hypothèses.</p> <p>Ils peuvent choisir et intégrer différentes représentations, dont des représentations symboliques, et les relier directement à certains aspects de situations tirées du monde réel.</p> <p>Ils peuvent mettre en œuvre un éventail de compétences pointues dans ces situations et raisonner avec une certaine souplesse en s'appuyant sur leur compréhension de ces contextes.</p> <p>Ils peuvent formuler des explications et des arguments sur la base de leurs interprétations et de leurs actions, et les communiquer.</p>
Niveau 3 482 points	<p>Les élèves peuvent appliquer des procédures bien définies, dont celles qui leur demandent des décisions séquentielles.</p> <p>Ils peuvent choisir et mettre en œuvre des stratégies simples de résolution de problèmes.</p> <p>Ils peuvent interpréter et utiliser des représentations basées sur différentes sources d'information, et construire leur raisonnement directement sur cette base.</p> <p>Ils peuvent rendre compte succinctement de leurs interprétations, de leurs résultats et de leur raisonnement.</p>
Niveau 2 420 points	<p>Les élèves peuvent interpréter et reconnaître des situations dans des contextes qui leur demandent tout au plus d'établir des inférences directes.</p> <p>Ils ne peuvent puiser des informations pertinentes que dans une seule source d'information et n'utiliser qu'un seul mode de représentation.</p> <p>Ils sont capables d'utiliser des algorithmes, des formules, des procédures ou des conventions élémentaires.</p> <p>Ils peuvent se livrer à un raisonnement direct et interpréter les résultats de manière littérale.</p>
Niveau 1 358 points	<p>Les élèves peuvent répondre à des questions s'inscrivant dans des contextes familiers, dont la résolution ne demande pas d'autres informations que celles présentes et qui sont énoncées de manière explicite.</p> <p>Ils sont capables d'identifier les informations et d'appliquer des procédures de routine sur la base de consignes directes dans des situations explicites.</p> <p>Ils peuvent exécuter des actions qui vont de soi et qui découlent directement du stimulus donné.</p>

Source : OCDE (2014), p. 67.

La mesure globale de la culture mathématique commence, dans les niveaux 1 et 2, par l'identification des capacités de base indispensables pour faire face à des situations familières et ainsi utiliser des informations clairement définies, des procédures, des formules et des algorithmes élémentaires, et dans une moindre mesure, de faire preuve de compétences de communication, de raisonnement et d'interprétation. A l'autre extrême de l'échelle, dans les niveaux 5 et 6, les ca-

pacités plus développées des individus leur permettent de faire face à des situations particulières et d'aborder des problèmes complexes. Ils sont ainsi capables de modéliser, de réaliser des recherches, de conceptualiser, d'analyser diverses informations et de se faire des représentations. De surcroît, ils peuvent également s'approprier des situations particulières et les comprendre, poser des raisonnements complexes tout en étant capable de communiquer ou d'interpréter.

Les sous-échelles de contenu et le PER

En observant le PER, nous constatons que les objectifs d'apprentissage se focalisent sur l'utilisation des connaissances, des notions, des concepts, des démarches et des raisonnements mathématiques afin de s'approprier des situations et résoudre des problèmes. Le PER est articulé autour de cinq axes : *Espace, Nombres, Opérations, Grandeurs et mesures, et Modélisation*. Les quatre premiers visent la résolution des problèmes avec des connaissances de chaque champ mathématique ; l'axe *Modélisation* vise la modélisation des phénomènes en lien avec les connaissances exprimées dans de chacun des axes.

L'enquête PISA classe les items mathématiques, entre autres, selon quatre sous-échelles de *contenus* qui sont *Variations et relations, Espace et formes, Quantité* et *Incertitude et données*. Chaque dimension est conçue de manière à rendre compte des relations entre les connaissances mathématiques et des situations du monde réel. Par exemple, la sous-échelle de contenu *Variations et relations* se focalise sur la modélisation des variations ainsi que sur les phénomènes de changement dans le temps, comme par exemple la croissance des organismes, la musique, le cycle des saisons, les tendances météorologiques, le taux d'emploi ou la conjoncture économique (OCDE, 2013).

On constate que la description de l'axe de modélisation du PER pour le cycle 3 a comme visée ce qui est exprimé à travers des sous-échelles de contenu de l'enquête PISA. En effet, l'objectif d'apprentissage et ses composants expriment que l'apprentissage doit aboutir en troisième cycle à...

...modéliser des phénomènes naturels, techniques, sociaux ou des situations mathématiques en mobilisant des représentations graphiques (codes, schémas, tableaux, graphiques...), en associant aux grandeurs observables des paramètres, en triant, organisant et interprétant des données, en communiquant ses résultats et en présentant des modélisations, en traitant des situations aléatoires à l'aide de notions de probabilités, en dégagant une problématique et/ou en formulant des hypothèses, en recourant à des modèles existants, en mobilisant, selon la situation, la mesure et/ou des outils mathématiques (fonctions, statistiques, algèbres...) (CIIP, 2010).

Les apprentissages des élèves de l'espace romand de formation en relation aux phénomènes de la variation dans le monde se trouvent exprimés dans l'axe *Opérations* et son objectif d'apprentissage (MSN 33) du cycle 3 en lien avec l'objectif de l'axe *Modélisation*. Celui-ci vise à ce qu'à la fin de la scolarité, l'élève soit en mesure de résoudre des problèmes numériques et algébriques en reconnaissant les caractéristiques mathématiques d'une situation et en la traduisant en écriture numérique ou littérale, particulièrement par l'exploration de propriétés de quelques fonctions qui servent à modéliser le changement (CIIP, 2010).

Les sous-échelles de processus et le PER

Afin de mettre en évidence des compétences mathématiques ou la maîtrise des savoirs mathématiques et leur mise en œuvre dans différentes situations (OCDE, 2003 et 2013), les concepteurs de PISA se sont appuyés sur les travaux de Mogens Niss (Niss, 1999 ; Niss et Jensen, 2002 ; Niss, 2003 ; Niss et Hojgaard, 2011) et de ses collègues qui proposent une classification en huit catégories distinctes, selon la nature des diverses compétences. Pour l'enquête PISA 2012 et sur la base d'observations de processus de résolution de divers items, seules sept de ces catégories ont été retenues. Et, contrairement au cadre théorique de 2003, ces compétences vont dorénavant être nommées *facultés mathématiques fondamentales*. Subséquemment, cette classification regroupe différentes connaissances et aptitudes telles que savoir poser une question de type mathématique, savoir argumenter, savoir exprimer et expliquer des énoncés, savoir encoder et décoder ou encore savoir formuler différents problèmes. Ainsi, en complément du cadre théorique de la passation 2003, les capacités fondamentales retenues en 2012 sont décrites, comme on peut le percevoir dans le tableau 6.2 (OCDE, 2013), en relation avec trois processus de la culture mathématique : *formuler*, *employer*, *interpréter*. L'OCDE associe *formuler* à la formulation de situations de façon mathématique ; *employer* à l'emploi des concepts, faits, procédures et raisonnements mathématiques ; et *interpréter* à l'interprétation, l'application et l'évaluation des résultats mathématiques.

Les diverses descriptions du tableau 6.2 montrent bien que l'enquête PISA, à travers sa vision de la culture mathématique, vise à capturer la capacité des élèves à saisir le monde par les connaissances mathématiques. Cet aspect de la culture mathématique de PISA se trouve dans l'énonciation des visées du PER et des objectifs d'apprentissage précisés dans les axes.

En effet, les visées prioritaires du PER, pour les domaines des mathématiques et des sciences, se focalisent sur la capacité de l'élève à se « *représenter, problématiser et modéliser des situations et résoudre des problèmes en*

Tableau 6.2 Relation entre les processus mathématiques et les facultés mathématiques fondamentales

	Formuler des situations de façon mathématique	Employer des concepts, faits, procédures et raisonnements mathématiques	Interpréter, appliquer et évaluer des résultats mathématiques
Communication	Lire, décoder et comprendre des questions, des tâches, des objets, des images ou des animations (dans l'épreuve informatisée) pour élaborer un modèle mental de la situation	Articuler une solution, expliquer le cheminement vers la solution, et/ou résumer et présenter des résultats mathématiques intermédiaires	Construire et communiquer des explications et des arguments au sujet du problème contextualisé
Mathématisation	Identifier les structures et les variables mathématiques dans le problème tel qu'il se pose dans le monde réel, et formuler des hypothèses pour pouvoir les utiliser	Se baser sur la compréhension du contexte pour orienter ou effectuer le processus de résolution mathématique, par exemple, travailler avec un degré de précision approprié au contexte	Comprendre la portée et les limites d'une solution mathématique qui découlent du modèle mathématique employé
Représentation	Créer une représentation mathématique des données du problème tel qu'il se pose dans le monde réel	Comprendre, relier et utiliser une série de représentations lors de l'interaction avec le problème	Interpréter des résultats mathématiques dans une série de formats en rapport avec une situation ou une utilisation; comparer ou évaluer plusieurs représentations en fonction d'une situation
Raisonnement et argumentation	Expliquer, défendre ou justifier la représentation identifiée ou conçue de la situation du problème tel qu'il se pose dans le monde réel	Expliquer, défendre ou justifier les procédures ou processus utilisés pour chercher une solution ou un résultat mathématique. Établir un lien entre des fragments d'information pour parvenir à une solution mathématique, faire des généralisations ou créer une argumentation en plusieurs étapes	Réfléchir aux solutions mathématiques et fournir des explications et des arguments pour étayer, réfuter ou confirmer une solution mathématique à un problème tel qu'il se pose dans le monde réel
Conception de stratégies de résolution de problèmes	Choisir ou concevoir une approche ou une stratégie pour situer des problèmes contextualisés dans un cadre mathématique	Actionner des mécanismes efficaces de contrôle pendant une procédure en plusieurs étapes qui doit mener à une généralisation, une conclusion ou une solution mathématique	Concevoir et appliquer une stratégie pour interpréter, évaluer et valider une solution mathématique à un problème qui se pose dans le monde réel
Utilisation d'opérations et d'un langage symbolique, formel et technique	Utiliser des modèles standard, des diagrammes, des symboles et des variables <i>ad hoc</i> pour énoncer dans un langage symbolique ou formel un problème qui se pose dans le monde réel	Comprendre et utiliser des <i>constructs</i> formels sur la base de définitions, de règles et de systèmes formels; utiliser des algorithmes	Utiliser des outils mathématiques pour établir la plausibilité d'une solution mathématique et identifier d'éventuelles limites ou contraintes à propos de la solution, compte tenu du problème tel qu'il se présente dans le monde réel
Utilisation d'outils mathématiques	Utiliser des outils mathématiques pour identifier des structures mathématiques ou décrire des relations mathématiques	Connaître et savoir utiliser comme il se doit divers outils, pour faciliter la mise en œuvre de processus et de procédures à la recherche de solutions	Utiliser des outils mathématiques pour établir la plausibilité d'une solution mathématique et identifier d'éventuelles limites ou contraintes à propos de la solution, compte tenu du problème tel qu'il se présente dans le monde réel

Source : OCDE (2013), p. 35.

construisant et en mobilisant des notions, des concepts, des démarches et des raisonnements propres aux mathématiques et aux sciences de la nature dans les champs des phénomènes naturels et techniques, du vivant et de l'environnement, ainsi que des nombres et de l'espace» (CIIP, 2011).

Parallèlement, la structure des objectifs d'apprentissage privilégie le lien entre les connaissances mathématiques et l'appropriation des situations et de la résolution des problèmes. À travers les axes *Espace, Nombres, Opérations, Grandeurs et mesures*, l'axe *Modélisation* du PER vise l'apprentissage de la modélisation des phénomènes naturels, techniques, sociaux ou des situations mathématiques.

Illustration des items en lien avec les sous-échelles

Les trois exemples d'items qui suivent illustrent la manière dont est appréhendée la culture mathématique. Chaque item de l'enquête PISA est classifié selon le contexte ainsi que les sous-échelles de *contenu* et de *processus*. Les questions sont posées en relation avec une situation provenant d'un contexte identifié par PISA comme personnel, professionnel, social ou académique.

La situation du premier item est créée à partir d'un texte tel que celui intitulé «GARAGE». Dans l'exemple présent, le contexte est identifié comme étant professionnel, à savoir celui de la construction. En relation avec la situation choisie, des questions d'une complexité variable sont posées aux élèves. Chaque question peut être classée dans une catégorie des deux sous-échelles de contenu et de processus.

GARAGE

La gamme de base d'un constructeur de garages comprend des modèles comportant une seule fenêtre et une seule porte.

Georges choisit le modèle suivant dans la gamme de base. La porte et la fenêtre sont placées comme indiqué ci-dessous.




Les deux questions suivantes sont également proposées dans le cadre de la même situation du garage.

Question 1 : GARAGE PMS91001


Les illustrations ci-dessous représentent différents modèles de base vus de derrière. Une seule de ces illustrations correspond au modèle ci-dessus choisi par Georges.

Quel est le modèle que Georges a choisi ? Entourez A, B, C ou D.


A




B



C



D



GARAGE : CONSIGNES DE CORRECTION Q 1

OBJECTIF DE LA QUESTION :

- Description : Utiliser ses compétences spatiales pour identifier une représentation 3D correspondant à une autre représentation 3D donnée
- Domaine mathématique : Espace et formes
- Contexte : Professionnel
- Processus : Interpréter

Dans les sous-échelles, cet item peut être classé dans le contenu *Espace et formes* et dans le processus *interpréter*. Cela signifie que, pour répondre à cette question, l'élève doit interpréter l'information des représentations faites en 3D, mobiliser des connaissances en lien avec la représentation d'objets, maîtriser les positions, les orientations ainsi que l'encodage et le décodage d'informations visuelles.

La question 2 de la même situation est d'une autre nature, car pour y répondre, il faut mobiliser des connaissances en géométrie, dans le mesurage et le calcul numérique.

Question 2 : GARAGE PM991002 - 00 11 12 21 39

Les deux plans ci-dessous indiquent les dimensions (en mètres) du garage que Georges a choisi.

Vue de face
Vue de côté

Remarque : Le schéma n'est pas à l'échelle.

Le toit se compose de deux pans rectangulaires identiques.

Calculez l'aire **totale** du toit. Montrez votre travail.

GARAGE : CONSIGNES DE CORRECTION Q 2

OBJECTIF DE LA QUESTION :

- Description : Interpréter un plan et calculer l'aire d'un rectangle en utilisant le théorème de Pythagore ou une mesure
- Domaine mathématique : Espace et formes
- Contexte : Professionnel
- Processus : Employer

A la différence de la question précédente, ce nouvel item se classe dans le processus *employer*. Cela signifie que, pour répondre à la question, l'élève doit savoir interpréter un plan, calculer l'aire d'un rectangle puis montrer ses procédures avant de pouvoir donner la réponse.

La question 2 de la situation, «LOCATION DE DVD», illustre le choix du contexte *personnel*, du domaine mathématique *Quantité* et du processus *formuler*, ainsi que des critères pour codifier les réponses des élèves.

LOCATION DE DVD

Juliette travaille dans un magasin de location de DVD et de jeux vidéo.

Dans ce magasin, la cotisation annuelle des abonnés coûte 10 zeds.

Le prix de location des DVD est moins élevé pour les abonnés que pour les non-abonnés, comme l'indique le tableau ci-dessous.



Prix de location d'un DVD pour les non-abonnés	Prix de location d'un DVD pour les abonnés
3,20 zeds	2,50 zeds

Question 2 : LOCATION DE DVD

PMS177002 - 00 11 12 21 22 23 24 99

Quel est le nombre minimum de DVD qu'un abonné doit louer afin de couvrir le coût de sa cotisation ? Montrez votre travail.

.....

.....

.....

Nombre de DVD :

LOCATION DE DVD : CONSIGNES DE CORRECTION Q 2

OBJECTIF DE LA QUESTION :

- Description : Effectuer des calculs et comparer des nombres dans une situation de la vie quotidienne
- Domaine mathématique : Quantité
- Contexte : Personnel
- Processus : Formuler

Crédit complet

Code 21 : 15 [Résolution algébrique avec un raisonnement correct]

- $3,20x = 2,50x + 10$
 $0,70x = 10$
 $x = 10 \div 0,70 = 14,2$ environ mais cela doit être un nombre entier, donc 15 DVD.
- $3,20x > 2,50x + 10$ [Mêmes étapes que dans l'exemple précédent mais appliquées à une inéquation.]

Code 22 : 15 [Résolution arithmétique avec un raisonnement correct]

- Pour un DVD, un abonné économise 0,70 zed. Puisqu'il a déjà payé 10 zeds au début, il doit au moins économiser cette somme pour couvrir sa cotisation.
 $10 \div 0,70 = 14,2\dots$ Soit 15 DVD.

Code 23 : 15 [Résolution correcte par une méthode de tâtonnement systématique, où l'élève choisit un nombre et trouve le prix pour les abonnés et les non-abonnés ; puis utilise ces résultats pour identifier le nombre (15) pour lequel un abonné paye moins qu'un non-abonné.]

Pour répondre à cette question, l'élève peut formuler la situation de diverses manières. Ce qui est retenu par le codage, ce sont les modèles mathématiques utilisés par l'élève pour donner une réponse à la question.

Contexte

Afin de pouvoir identifier les compétences des élèves dans le domaine des mathématiques dans le cadre de la passation 2012 de l'enquête PISA, ce sont 74 questions distribuées dans les 13 versions des cahiers de tests qui ont été proposées.

Dans la rubrique suivante, les résultats présentés sont issus de l'analyse des réponses des 6892 élèves de 11^e année²⁸ scolarisés dans les sept cantons romands. Les données sont d'abord présentées globalement pour l'ensemble de la Suisse romande avant d'être différenciées selon les cantons.

Les premiers résultats proposés concernent des comparaisons entre les différentes populations cantonales ; ensuite, des analyses des distributions des scores des élèves dans les différents niveaux de compétences définis sont présentées.

A la suite de la présentation des résultats globaux, d'autres analyses plus spécifiques complètent l'observation approfondie des résultats obtenus dans le domaine des mathématiques. Ainsi, les scores relevés dans les quatre sous-échelles de contenus (*Variations et relations*, *Espace et formes*, *Quantité*, *Incertitude et données*) ou dans les trois sous-échelles de processus (*formuler*, *employer* et *interpréter*) sont examinés en tenant compte des quatre variables contextuelles retenues (genre, origine, langue parlée, niveau socioéconomique et culturel). Enfin, les scores des différents échantillons sont mis en relation avec quelques indicateurs (motivation, attitude ou intérêt pour les mathématiques) issus du questionnaire des élèves.

A la suite de la présentation des résultats de l'enquête PISA 2012, une analyse de l'évolution des résultats obtenus en Suisse romande et dans les cantons, depuis la passation de 2003, est proposée. Enfin, quelques éléments conclusifs mettent un point final à ce chapitre.

28 Selon la dénomination HarmoS actuelle (anciennement 9^e année).

Résultats globaux

Les premiers résultats présentés concernent le domaine global des mathématiques. Pour l'ensemble de la Suisse romande, la moyenne en mathématiques est de 523 points ; elle est inférieure à celle de la Suisse (531) mais très nettement supérieure à celle de l'OCDE (494). Dans les différents cantons, le score le plus faible est obtenu par Genève (502) et le plus élevé par Fribourg (550) ; la différence entre ces deux cantons représente 48 points, soit près de 9%. Comme permettent de le constater les résultats présentés dans le chapitre 3 (graphique 3.2), le canton de Fribourg se distingue particulièrement des autres cantons romands en obtenant un score significativement supérieur. A l'opposé, les cantons de Genève et de Neuchâtel, qui présentent des moyennes relativement comparables, se situent de manière statistiquement significative en dessous des autres populations romandes.

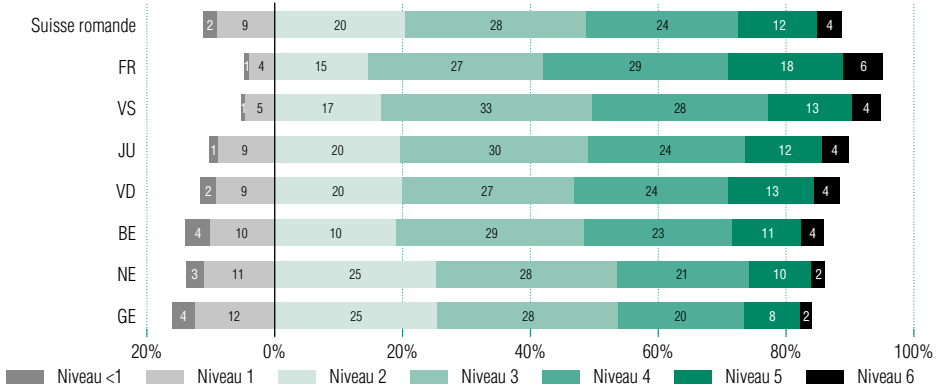
De plus, l'étendue des scores des cantons (répondants dont les moyennes se situent entre le 5^e et le 95^e percentile) qui regroupe 90% des élèves, est la plus faible dans le canton du Valais (environ 245 points) alors, qu'à l'opposé, dans le canton de Berne, elle est de 288 points. Cette dispersion des résultats moyens est illustrée dans le chapitre 3 (graphique 3.5).

Il est intéressant de relever que dans les cantons qui obtiennent les moyennes les plus élevées, Fribourg et le Valais, les 5% des élèves les moins performants se situent en dessous des 420 points alors que dans le canton de Berne, ces mêmes 5% d'élèves ont obtenu des scores inférieurs à 336 points.

En considérant maintenant la répartition dans les différents niveaux de compétences, nous retenons que les proportions d'élèves qui n'atteignent pas le niveau 2 varient du simple au triple selon les cantons : elles oscillent entre 5-6% (Fribourg et Valais) et 16% dans le canton de Genève. A l'opposé, dans les niveaux 5 et 6, les répondants les plus performants ne sont que 10% à Genève alors qu'ils sont 24% à Fribourg.

Nous retiendrons encore que 4% des élèves genevois et bernois se situent en dessous du niveau 1 et n'ont donc pas acquis les capacités de base en mathématiques indispensables pour être en mesure de faire face à des situations de la vie quotidienne.

Graphique 6.1 Répartition des élèves dans les niveaux de compétences selon les cantons



Pour compléter cette analyse des résultats globaux, nous avons relevé les scores obtenus dans les différentes filières cantonales. Subséquemment, nous avons considéré, pour chaque canton²⁹, les deux niveaux d'exigences extrêmes et avons comparé les moyennes. Il est à noter que la répartition des élèves dans les différentes filières est du seul ressort des autorités cantonales et que les proportions variables de jeunes intégrés dans les différentes orientations possibles sont les conséquences de choix politiques et éducatifs propres à chaque canton.

D'importantes différences sont relevées entre les cantons et l'analyse des résultats nous montre que la plus importante progression des moyennes est constatée dans le canton de Berne, entre la section générale et la pré-gymnastique (plus de 144 points de différence) alors qu'à Genève, la variation entre le score moyen du regroupement A et celui du regroupement B ne s'élève qu'à 95 points.

Le graphique 6.2 met en évidence les différences de scores qui sont observables entre les deux filières retenues et qui, selon les cantons, sont plus ou moins marquées.

29 Berne (générale/pré-gymnastique), Fribourg (pratique/pré-gymnastique), Vaud (VSO/VSB), Valais (CO niveau II/lycée-collège), Neuchâtel (pré-professionnelle/maturités), Genève (regroupement A/regroupement B), Jura (exigences élémentaires/exigences étendues).

Graphique 6.2 Moyennes en mathématiques des deux filières extrêmes



Résultats selon les sous-échelles de contenus

Les différentes questions constitutives du domaine des mathématiques se répartissent dans les quatre sous-échelles de contenus de la façon suivante: 20 items ont permis de tester les compétences dans le champ *Variations et relations* alors que 18 items concernaient chacun des trois autres champs. En Suisse romande, les résultats sont très nettement les meilleurs dans *Espace et formes* (539 points), viennent ensuite *Variations et relations* (520), *Quantité* (517) et enfin *Incertitude et données* qui n'obtient que 512 points. Il n'est pas véritablement étonnant de constater que les questions liées aux figures géométriques ainsi qu'aux mesures de distances et de périmètres soient particulièrement bien abordées et traitées avec réussite. A l'inverse, tout ce qui touche aux statistiques et aux probabilités est source de difficultés souvent insurmontables pour une proportion relativement importante de répondants. Il est à relever que les aspects des mathématiques liés à l'incertitude ne figurent pas au programme d'enseignement des élèves de 11^e année et qu'il est difficile de répondre à des questions portant sur des contenus qui ne peuvent généralement être maîtrisés qu'après avoir acquis certains savoirs spécifiques. Cette hiérarchie romande se retrouve dans tous les cantons, comme permet de le constater le graphique 6.3.

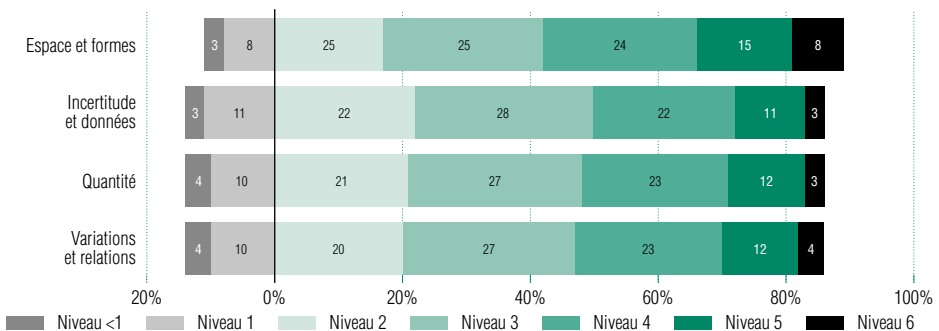
Graphique 6.3 Moyennes des cantons dans les sous-échelles de contenus



Les différences de moyennes entre le sous-domaine le mieux réussi et celui qui l’est le moins bien varient de façon relativement importante selon les cantons. Ainsi, dans le canton de Genève, la différence n’est que de 17 points entre *Espace et formes* et *Incertitude et données* alors qu’elle se monte à 35 points à Berne entre ces mêmes sous-domaines. De plus, nous remarquons que c’est dans *Espace et formes*, qui présente les meilleurs scores, que leur étendue est la plus importante: elle varie entre 512 points dans le canton de Genève et 571 points dans celui de Fribourg.

La répartition des résultats en Suisse romande, par niveaux de compétences, nous permet de constater que les plus grandes différences entre les sous-échelles sont surtout observables dans les niveaux les plus élevés (5 et 6). En additionnant les proportions de répondants, nous relevons que dans *Incertitude et données*, seuls 14% des élèves romands sont positionnés dans ces niveaux supérieurs alors qu’ils sont 23% dans le champ *Espace et formes*.

Graphique 6.4 Répartition des élèves romands dans les niveaux de compétences selon les sous-échelles de contenus

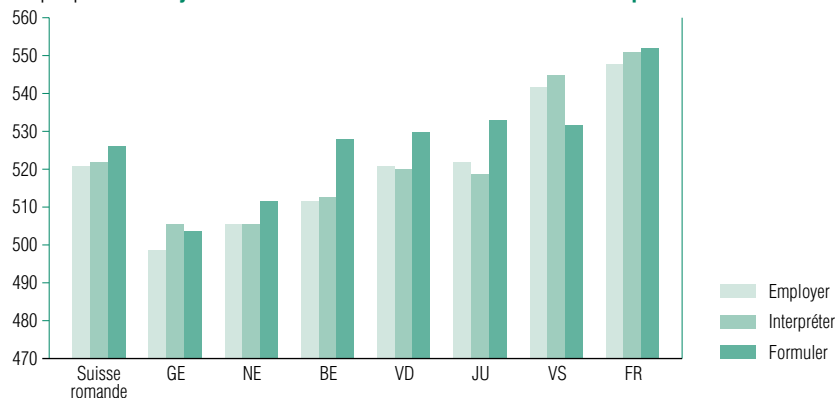


Résultats selon les sous-échelles de processus

Les résultats globaux peuvent également se diviser en trois sous-échelles de processus (formuler des situations de façon mathématique; employer des concepts, faits, procédures et raisonnements mathématiques; interpréter, employer et évaluer des résultats mathématiques – soit, sous forme abrégée: *formuler*, *employer* et *interpréter*) dont un score a été calculé pour chacune d'elles. La catégorisation de tous les items de mathématiques selon ces trois sous-échelles nous permet d'obtenir 22 items qui concernent principalement les capacités de formulation, 35 qui portent sur celles d'emploi et 17 qui permettent de tester les capacités d'interprétation.

En Suisse romande, les meilleurs résultats sont constatés dans les capacités de formulation (526 points), puis suivent ceux d'interprétation (522) et enfin ceux qui concernent l'emploi (521). Cette hiérarchie, observée pour l'ensemble de la Suisse romande, se retrouve uniquement dans deux cantons (Berne et Fribourg) alors que dans les autres, le classement des trois processus est variable (graphique 6.5). Nous retenons tout de même que dans les cantons de Genève et du Valais, ce sont les items d'interprétation qui sont les mieux réussis.

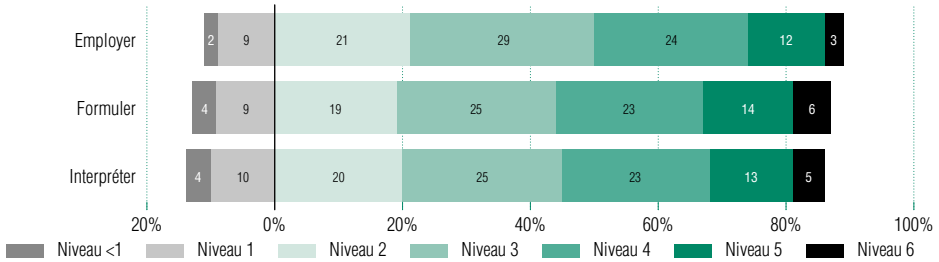
Graphique 6.5 Moyennes des élèves selon les sous-échelles de processus



Dans tous les cantons romands, les différences de moyennes sont relativement peu importantes entre les trois sous-échelles et toujours nettement inférieures à celles constatées entre les sous-domaines de contenus.

Les différences les plus importantes entre les scores cantonaux sont constatées dans l'emploi de notions mathématiques, aspect qui est globalement le moins bien réussi. Pour ce processus, la moyenne du canton de Genève est de 499 points alors qu'elle s'élève à 548 à Fribourg.

Graphique 6.6 Répartition des élèves romands dans les niveaux de compétences selon les sous-échelles de processus



La répartition des scores dans les niveaux de compétences nous montre qu'en Suisse romande, seuls 11% des élèves n'atteignent pas le niveau 2 dans l'emploi des concepts mathématiques. Mais à l'opposé, relativement peu d'élèves également (15%) atteignent les niveaux 5 et 6.

En nous intéressant à la dispersion des scores de 90% des élèves, nous relevons que c'est dans la sous-échelle de formulation qu'elle est la plus importante : elle est de l'ordre de 300 points entre les 5^e et 95^e percentiles. Cette constatation est valable pour tous les cantons, à l'exception du Valais où c'est l'interprétation qui engendre la dispersion des scores la plus importante.

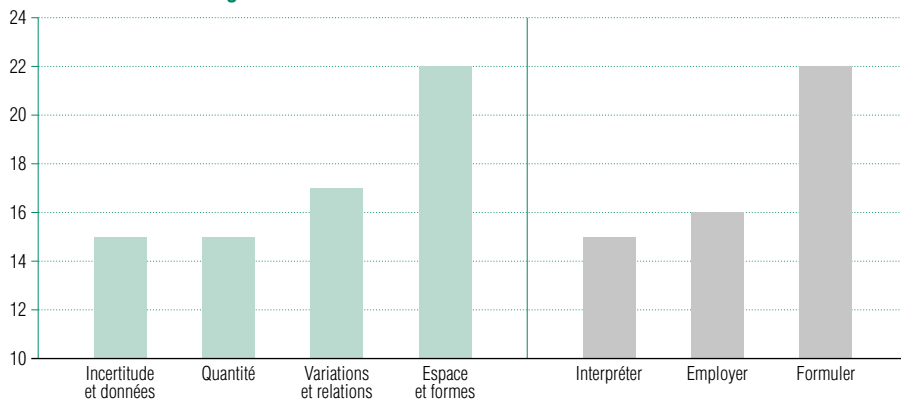
Résultats différenciés selon les variables contextuelles

Les résultats globaux en mathématiques, ainsi que dans les sous-échelles de contenus et de processus, sont examinés en tenant compte des quatre variables contextuelles considérées (genre, origine, langue et niveau socioéconomique et culturel).

En considérant le *genre* des élèves, nous constatons que les garçons obtiennent généralement de meilleurs résultats que les filles. Les meilleures moyennes sont relevées dans le canton de Fribourg (562 points pour les garçons et 538 pour les filles) alors qu'à l'opposé, à Genève, les scores vont de 510 pour les garçons à 493 pour les filles. Si la différence de scores entre les deux genres est de 18 points en Suisse romande, elle varie toutefois, selon les cantons, entre 7 points et 27 points, soit une différence qui passe pratiquement du simple au quadruple.

Les résultats, considérés selon le genre pour chaque sous-domaine de contenus, montrent que d'importantes différences sont observées en Valais entre les deux genres, alors que dans le canton de Berne les scores varient nettement moins. C'est *Espace et formes* qui produit globalement les différences les plus importantes, soit environ 22 points en Suisse romande à l'avantage des garçons, avec toutefois des variations cantonales relativement importantes : la différence est de 32 points en Valais mais seulement de 5 points à Berne. Dans les trois autres sous-échelles, en Suisse romande, les variations se situent entre 15 points et 17 points.

Graphique 6.7 Différence de points en faveur des garçons entre les moyennes des différentes sous-échelles selon le genre des élèves en Suisse romande



Dans les sous-échelles de processus, la variation la plus importante en Suisse romande est relevée pour la formulation, qui engendre une différence de moyenne de l'ordre de 22 points, toujours en faveur des garçons. Dans les deux autres sous-échelles, la différence entre les garçons et les filles est moins élevée et se monte à une quinzaine de points.

Au sein des cantons, c'est encore en Valais que les plus importantes différences sont observables : 23 points pour l'interprétation et 32 points pour la formulation. A l'opposé, dans le canton de Berne, la différence entre les deux genres est nulle pour *interpréter* et n'est que de 4 points pour *employer* et de 6 points pour *formuler*.

Graphique 6.8 Différence de points en faveur des garçons entre les moyennes dans les sous-échelles de processus selon le genre

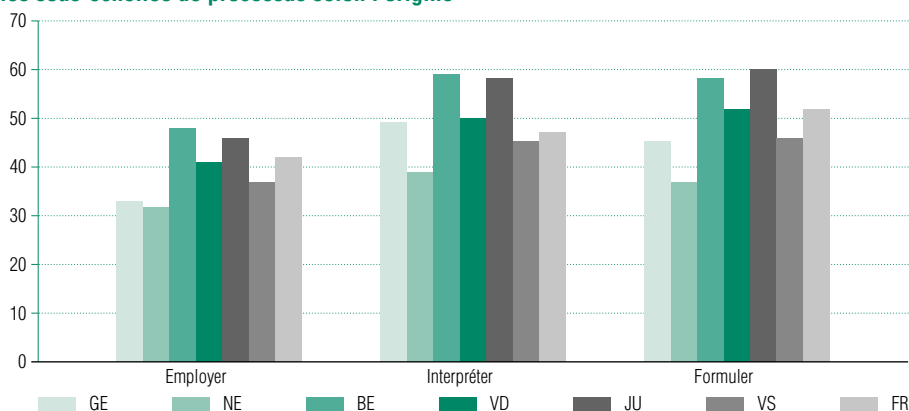


L'observation de l'*origine* des élèves met en évidence le fait que les natifs obtiennent des résultats globalement supérieurs aux non-natifs. Dans les différents cantons, les moyennes obtenues en mathématiques varient entre 518 et 561 points pour les natifs alors qu'elles vont de 482 à 519 points pour les non-natifs. Les différences entre ces deux populations sont de 46 points en Suisse romande et varient entre 34 points à Neuchâtel et 56 points à Berne.

Dans les sous-domaines de contenus, c'est en *Quantité* que la différence de moyennes entre les autochtones et les allochtones est la plus importante en Suisse romande : elle se monte à quelque 50 points. Dans les différents cantons, les écarts de scores, toujours à l'avantage des natifs, oscillent selon les sous-domaines entre 32 points (à Neuchâtel pour *Incertitude et données* ainsi que *Variations et relations*) et 58 points (à Berne pour *Espace et formes*).

S'agissant des sous-échelles de processus, c'est dans l'emploi des contenus que la différence en Suisse romande est la plus faible (41 points). Dans les cantons, les différences varient entre 32 points (à Neuchâtel pour l'emploi) et 60 points (dans le Jura pour la formulation).

Graphique 6.9 Différence de points en faveur des autochtones entre les moyennes dans les sous-échelles de processus selon l'origine



Ces différentes constatations nous permettent d'affirmer qu'en tenant compte de l'origine des élèves, des différences de scores plus importantes sont constatées dans les sous-échelles de contenus que dans celles de processus, entre les autochtones et les allochtones.

Il est encore à relever que les proportions d'allochtones varient fortement d'un canton à l'autre. Alors que le taux de non-natifs n'est que de 11.3% dans le Jura, il s'élève à plus de 48% à Genève.

La langue parlée à la maison sépare les répondants en deux groupes : les francophones et les allophones. Les meilleurs résultats sont obtenus par les francophones dont les moyennes varient, selon les cantons, entre 513 et 557 points alors qu'elles oscillent entre 481 et 518 points chez les allophones.

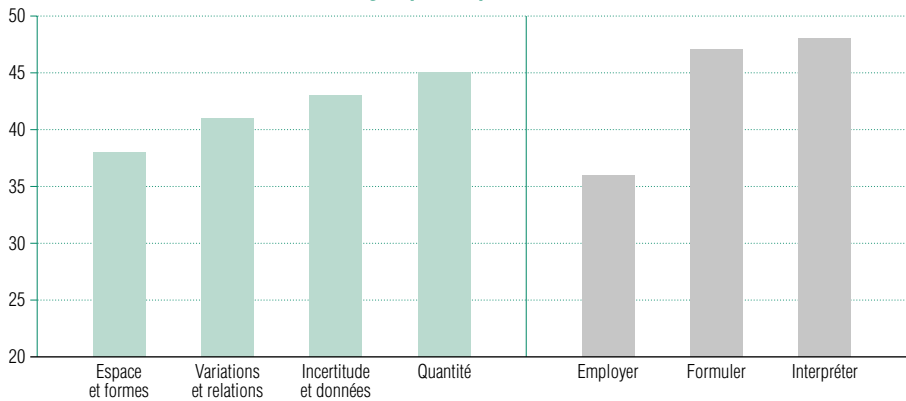
Dans les cantons, la variation entre les scores des deux populations va de 30 points à Genève et monte jusqu'à 49 points dans le Jura ; pour la Suisse romande elle s'élève à quelque 40 points.

En considérant les sous-échelles de contenus, nous relevons que la plus faible différence entre les deux populations est constatée pour la Suisse romande dans *Espace et formes* (38 points) et dans les cantons, pour ce même champ mathématique, les variations entre les moyennes vont de 31 points en Valais à 59 points dans le Jura. C'est dans le domaine *Quantité* que sont observées les différences les plus importantes : environ 45 points en Suisse romande et entre 33 et 58 points dans les cantons.

Dans les sous-échelles de processus, c'est l'emploi qui engendre la plus faible différence en Suisse romande (36 points). Dans les cantons, la variation de scores entre allophones et francophones va de 26 points à Genève pour *employer* à 54 points dans le Jura pour *formuler* et *employer*.

Pour cette variable langagière, nous relevons également des différences dans les proportions d'allophones qui varient fortement d'un canton à l'autre : ils ne sont que de 9% dans le Jura mais montent à plus de 26% à Genève.

Graphique 6.10 Différence de points en faveur des francophones entre les moyennes des différentes sous-échelles selon la langue parlée par les élèves en Suisse romande



Les élèves sont répartis en quatre groupes selon leur statut économique, social et culturel (SESC). D'importantes différences de scores sont observées. Pour l'ensemble de la Suisse romande, le groupe des élèves les plus favorisés obtiennent dans tous les cantons les meilleures moyennes : elles oscillent entre 540 points à Genève et 586 points à Fribourg. A l'opposé, pour le groupe des élèves les moins favorisés, les scores varient entre 471 points (Genève et Neuchâtel) et 519 (Fribourg). L'influence des niveaux est également très variable selon les cantons. En considérant les moyennes des deux groupes extrêmes, nous constatons des différences entre les cantons qui vont de 46 points dans le canton du Jura à 86 points dans le canton de Vaud ; en Suisse romande elle est de 76 points.

En considérant les sous-échelles de contenus, nous pouvons mettre en évidence le fait que l'influence des niveaux est relativement variable selon les sous-domaines considérés. Ainsi, en Suisse romande, les champs *Quantité* et *Espace et formes* présentent une différence de moyennes, entre les deux

groupes extrêmes, de moins de 70 points ; alors que pour *Incertitude et données* ainsi que *Variations et relations*, cette différence représente respectivement 75 et 72 points. Dans les cantons, des différences importantes sont également constatées : en Valais, la différence entre les moyennes des deux niveaux extrêmes n'est que de 36 points pour *Espace et formes*, mais elle grimpe à plus de 85 points dans le canton de Vaud et cela dans tous les sous-domaines.

Dans les sous-échelles de processus, les variations les plus faibles sont enregistrées dans le champ *employer* (65 points de différence en Suisse romande, et entre 40 et 81 points selon le canton). En ce qui concerne l'interprétation, la variation dans les cantons va de 55 à 87 points, avec une différence de l'ordre de 75 points pour la Suisse romande. Enfin, la formulation engendre des différences de moyennes de 78 points en Suisse romande avec des variations cantonales qui oscillent entre 52 et 90 points.

Le graphique 6.11 présente l'importance de la différence de points constatée entre les moyennes des deux groupes extrêmes dans les différentes sous-échelles pour l'ensemble de la Suisse romande.

Graphique 6.11 Différence de points en faveur des élèves socialement favorisés entre les moyennes des différentes sous-échelles selon les niveaux SESC1 et SESC4 de la variable socioéconomique et culturelle en Suisse romande



Le graphique 6.11 nous permet de constater que le sous-domaine *Espace et formes*, qui est le mieux réussi en Suisse romande, est également celui qui semble le moins sensible à la variable du statut économique, social et culturel (SESC). De même, le processus d'emploi des notions mathématiques est celui dans lequel la différence de moyennes entre les niveaux SESC1 et SESC4 est la moins importante.

Il est intéressant de constater que d'importantes disparités cantonales existent entre les proportions d'élèves attribués au niveau le plus élevé (SESC4). Alors que dans le canton du Jura cette proportion n'est que de 16.9%, elle atteint 27.5% dans le canton de Vaud. Dans les autres niveaux, les différences entre les proportions cantonales sont nettement moins importantes.

Quelques questions extraites du questionnaire aux élèves

Les réponses fournies à quelques questions choisies du questionnaire destiné aux élèves ont été mises en relation avec les résultats obtenus en mathématiques. Au total, ce sont 12 questions qui ont été prises en compte; huit questions concernent prioritairement l'enseignement et les attitudes face à l'apprentissage, trois autres portent plutôt sur les contenus mathématiques et une dernière s'intéresse à l'utilisation de l'informatique en classe.

Les différentes questions retenues doivent nous permettre de vérifier l'hypothèse que nous émettons et qui considère que l'attitude face à l'enseignement, l'intérêt manifesté pour le domaine ou encore la motivation exprimée sont des facteurs qui favorisent un apprentissage efficace des mathématiques. Ainsi, par l'analyse des réponses relevées, nous espérons pouvoir mettre en évidence des relations entre la motivation exprimée par les répondants, leur attitude face aux mathématiques ou encore leur intérêt pour ce domaine, avec les résultats obtenus au test.

Les premières questions abordées permettaient aux élèves de faire part de leur intérêt pour le domaine des mathématiques. Les réponses obtenues aux différentes questions sont présentées en les différenciant selon les niveaux de compétences des répondants.

Q1. J'aime bien lire des textes qui traitent des mathématiques.

Le taux d'accord varie entre 19% et 58% et une importante augmentation de la proportion de répondants qui sont en accord avec le libellé de la question est constatée lorsque le niveau de compétences progresse. Ainsi, dans les niveaux de compétences ≤ 2 , environ 20% des élèves apprécient ce genre d'écrits, alors que dans les niveaux 5 et 6, les pourcentages dépassent allégrement les 50%.

Q2. J'attends mes cours de mathématiques avec impatience.

Les réponses relevées à cette deuxième question attestent de la même progression de l'accord en fonction de l'augmentation du niveau de compétences, les proportions variant entre 24% et 45%. Même si la différence entre les valeurs

varie légèrement entre les niveaux extrêmes, la tendance reste identique avec à peine plus de 20% d'accord dans les niveaux ≤ 2 et environ 40% pour les niveaux les plus élevés.

Q3. Je m'intéresse aux choses que j'apprends en mathématiques.

Les pourcentages d'accord avec cette troisième question sont nettement plus élevés que pour les deux précédentes, mais les tendances vont dans le même sens que celles déjà mises en évidence. Alors qu'environ la moitié des répondants des premiers niveaux affirment s'intéresser aux choses apprises en mathématiques, ce pourcentage monte à plus de 80% dans les niveaux supérieurs.

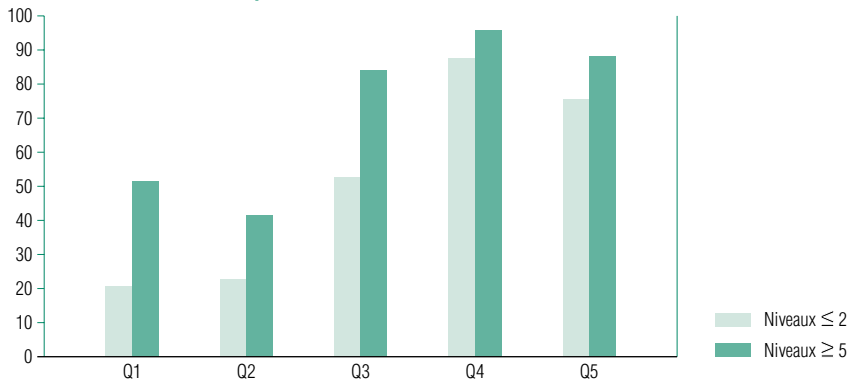
Les deux questions suivantes permettaient aux élèves d'affirmer leur éventuelle certitude de pouvoir réussir en mathématiques en faisant suffisamment d'efforts, ainsi que leur capacité à pouvoir obtenir de bons résultats s'ils le souhaitent.

***Q4. Si je fais suffisamment d'efforts, je peux réussir en mathématiques et
Q5. Si je voulais, je pourrais avoir de bons résultats en mathématiques.***

Les analyses montrent que la très grande majorité des répondants sont persuadés que la plupart des difficultés inhérentes aux mathématiques peuvent être surmontées avec du travail et de la volonté. Quels que soient les niveaux de compétences dans lesquels se situent les répondants, ils sont majoritairement d'accord avec les deux affirmations proposées dans des proportions allant de 71% à 97%. Nous constatons tout de même que les différences entre les niveaux de compétences ne sont pas très importantes. De ce fait, nous retenons que la grande majorité des élèves, indépendamment de leurs compétences en mathématiques, reconnaissent que dans ce domaine particulier, le travail est indispensable pour obtenir de bons résultats et seule une minorité d'entre eux estime tout de même ne pas être capable de réussir.

Le graphique 6.12, qui récapitule les proportions des répondants affirmant être d'accord avec les libellés des cinq premières questions, nous permet de visualiser les différentes réponses données selon les niveaux de compétences agglomérés (≤ 2 et ≥ 5). Ainsi, nous constatons que les résultats obtenus en mathématiques augmentent de manière significative lorsque le domaine étudié est apprécié. Cette constatation est conforme à l'idée que l'on pouvait se faire d'une probable relation entre performances constatées et la motivation ou l'intérêt manifesté pour le domaine des mathématiques.

Graphique 6.12 Proportions d'élèves en accord avec les affirmations proposées selon les niveaux de compétences



La question suivante permettait aux élèves de s'exprimer sur leur préparation à des épreuves de mathématiques.

Q6. J'étudie beaucoup pour les contrôles de mathématiques.

Les pourcentages de réponses en accord avec l'affirmation vont de 35% à 59% selon le niveau de compétences et les réponses relevées sont relativement surprenantes, puisque la proportion de répondants qui affirment préparer leurs examens diminue avec l'augmentation du niveau de compétences. Ainsi, malgré une préparation sérieuse, les élèves les moins performants ne semblent pas réussir à obtenir de bons résultats en mathématiques.

Les deux questions suivantes permettaient aux jeunes de prendre position par rapport à des affirmations.

Q7. Face à un problème à résoudre, j'abandonne facilement.

Les réponses montrent une nette différence entre les élèves les plus performants et les autres. Alors que ceux des niveaux ≥ 5 ne sont que 3% à avouer qu'ils abandonnent³⁰ parfois un problème, ils sont près de 35% parmi les élèves des niveaux ≤ 2 . A l'opposé, le taux de répondants qui affirment ne pas abandonner³¹ face à un problème est de l'ordre de 36% chez les élèves les moins performants et de 83% pour ceux des niveaux de compétences les plus élevés.

30 Addition des taux de réponses des modalités « presque comme moi » et « tout à fait comme moi ».

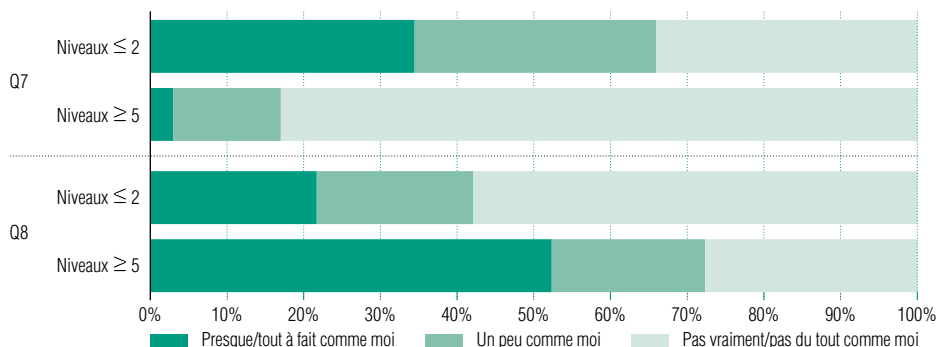
31 Addition des taux de réponses des modalités « pas du tout comme moi » et « pas vraiment comme moi ».

Q8. J'aime bien résoudre des problèmes complexes.

Les proportions d'élèves déclarant être d'accord avec cette affirmation progressent alors que le niveau de compétences augmente. Ainsi, ce sont près des deux tiers des meilleurs élèves (niveaux ≥ 5) qui reconnaissent aimer résoudre des problèmes complexes, contre seulement 20% des élèves des niveaux ≤ 2 .

Le graphique 6.13 synthétise les pourcentages de réponses relevées à ces deux affirmations par les élèves des niveaux de compétences extrêmes.

Graphique 6.13 Proportions de réponses des élèves aux affirmations des questions Q7 et Q8 selon les niveaux de compétences



Après l'examen des réponses données à plusieurs questions centrées sur les attitudes face aux mathématiques, les analyses suivantes portent sur des questions traitant plus spécifiquement des contenus mathématiques. Ainsi, il était demandé aux élèves s'ils avaient déjà eu affaire, soit au cours de mathématiques ou lors d'évaluations, à des types de problèmes comparables à ceux présentés.

Le libellé de la question **Q9** est le suivant :

- 1) Anne a deux ans de plus que Béatrice et Béatrice est quatre fois plus âgée que Simon. Si Béatrice a 30 ans, quel âge a Simon ?
- 2) M. Dupont a acheté une télévision et un lit. La télévision coûtait 625 francs mais il a eu une ristourne de 10 %. Le lit coûtait 200 francs. Il a payé 20 francs pour la livraison. Combien M. Dupont a-t-il dépensé ?

Quelques différences sont observables entre les élèves mais une importante majorité d'entre eux affirment avoir été confrontés plutôt fréquemment à ce type de problème ; seuls 10% d'élèves du niveau < 1 disent ne jamais avoir rencontré un problème de ce genre. En revanche, des différences non négligeables sont observables entre les cantons. Que ce soit durant les leçons de mathématiques ou lors des évaluations, les cantons de Neuchâtel et du Jura se distinguent par le fait que les proportions d'élèves qui disent avoir été fréquemment confrontés aux items proposés sont sensiblement inférieures à ce qui est observable dans le reste de la Suisse romande.

Un autre problème mathématique reprenait les mêmes interrogations concernant l'enseignement et les évaluations. Le problème *Q10* était le suivant :

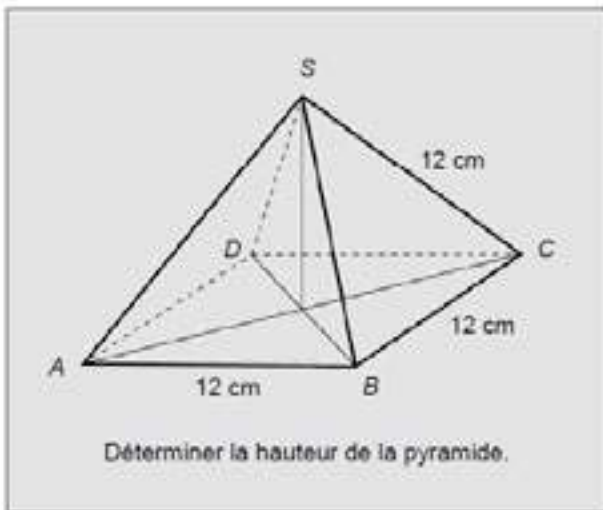
- 1) Résoudre $2x + 3 = 7$
- 2) Trouver le volume d'une boîte dont les côtés mesurent 3 m, 4 m et 5 m.

Face à ces nouveaux items, quelques différences de réponses apparaissent entre les niveaux extrêmes. Ainsi, dans les niveaux 4 à 6, nettement plus de 80% des élèves affirment avoir eu affaire à ce type de problème aux cours de mathématiques et presque 70% y ont eu affaire lors des évaluations. Dans les deux niveaux inférieurs, ces pourcentages diminuent et ce sont environ 60% des répondants qui ont été confrontés à ce type de problème en cours et un peu plus de 50% lors d'évaluations.

En observant ce qui se passe dans les cantons, nous relevons que Fribourg se distingue des autres en ayant très nettement la plus forte proportion d'élèves qui ont fréquemment été confrontés à ce genre de problème, que ce soit durant les cours ou lors d'évaluations.

Le dernier problème mathématique qui faisait l'objet d'une question est le suivant (Q11) :

1) Pour celui-ci, vous devez utiliser des théorèmes géométriques :



2) Pour celui-ci, vous devez savoir ce qu'est un nombre premier :

Si $n = \text{tout nombre}$, $(n+1)^2$ peut-il être un nombre premier?

Les réponses obtenues à ce problème tendent à montrer qu'il n'y a pas véritablement de différences entre les affirmations des élèves quels que soient les niveaux de compétences. En effet, plus de 80% des répondants estiment avoir été confrontés parfois ou fréquemment à ce type de problème et cela particulièrement lors des cours. Ce pourcentage descend à environ 75% lorsqu'on évoque les évaluations.

C'est à nouveau dans le canton de Fribourg que les élèves sont le plus nombreux (61%) à affirmer avoir eu affaire fréquemment à ce type de problème en cours de mathématiques. Il en est de même lors des évaluations mais, dans ce cas, le pourcentage descend à 41%.

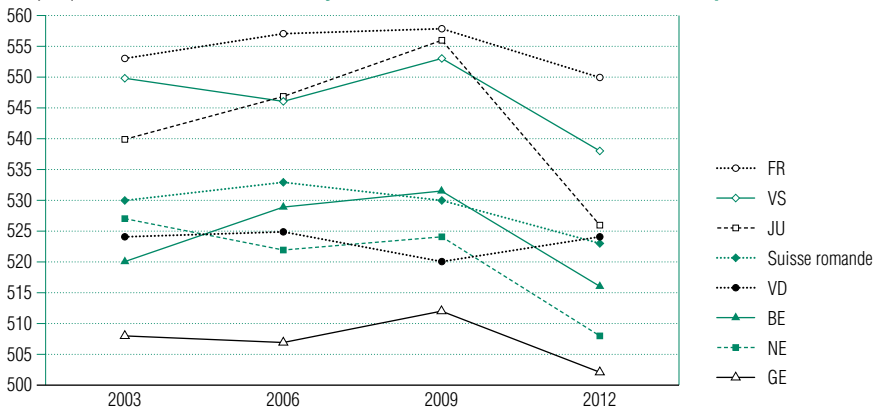
Enfin, la dernière question (Q12) tirée du questionnaire aux élèves leur demandait si un ordinateur avait été utilisé durant les cours de mathématiques pour dessiner des histogrammes. En cas de réponse affirmative, une précision devait être fournie au sujet de la personne qui utilisait les moyens informatiques (les élèves ou le professeur). Des différences sont observables entre les réponses données par les élèves des différents niveaux de compétences. Les pourcentages d'élèves qui affirment que l'ordinateur est utilisé par les élèves, mais également par l'enseignant, diminuent avec l'augmentation des niveaux de compétences. Ainsi, entre les niveaux extrêmes (≤ 2 et ≥ 5), les proportions de répondants qui affirment que l'ordinateur a été utilisé (par les élèves ou le professeur) passent de plus de 30% à environ 10%.

Au sein des cantons, les pourcentages d'utilisation de l'ordinateur varient également fortement puisqu'ils vont de 15% à Berne à 25% à Fribourg.

Evolution des résultats de l'enquête PISA entre 2003 et 2012

Entre 2003 et 2012, les deux éditions de PISA dans lesquelles les mathématiques constituaient le domaine d'étude privilégié, une très légère diminution des performances (de l'ordre de 5 points) a été enregistrée en Suisse romande. Au sein des cantons, une baisse de 19 points est constatée dans le canton de Neuchâtel, alors que c'est une parfaite stabilité dans le canton de Vaud, qui obtient des scores identiques lors de ses deux passations. Le graphique 6.14 permet de constater cette évolution des scores depuis 2003, y compris pour 2006 et 2009, lorsque les mathématiques ne représentaient pas le domaine d'étude prioritaire.

Graphique 6.14 Evolution des moyennes cantonales selon les années de passation



En analysant l'évolution des résultats romands par rapport à ceux de la Suisse, nous relevons qu'en 2003 la moyenne de la Suisse romande était de 528 points, valeur comparable à celle de la Suisse (527). En 2006, la moyenne suisse était légèrement supérieure et depuis l'écart se creuse au désavantage de la Suisse romande. Il est à noter que les moyennes suisse et romande ont toujours été supérieures de plus de 30 points à celle de l'OCDE.

En résumé

En parcourant les différents résultats présentés, nous pouvons en retenir quelques-uns qui nous semblent particulièrement intéressants. Ainsi, une relative homogénéité des résultats est constatée en Suisse romande. Seuls deux cantons se distinguent en affichant des scores notoirement différents : Fribourg, en obtenant des scores significativement supérieurs à tous les autres, et Genève, par des scores sensiblement inférieurs. De plus, il est intéressant de constater que ce sont surtout les proportions d'élèves classés dans les niveaux extrêmes (niveaux < 2 et niveaux 5 et 6) qui engendrent des différences entre les moyennes relevées pour les différentes populations cantonales.

Subséquemment, les filières de scolarisation des sept cantons romands ne différencient pas de façon comparable les élèves entre eux. La variation des résultats entre la filière à exigences élevées et celle à exigences basses est, par exemple, particulièrement marquée dans le canton de Berne alors que cette variation est moins importante dans les autres entités cantonales.

S'agissant des quatre sous-échelles de contenus, des différences non négligeables sont relevées entre le champ qui est notoirement le mieux réussi (*Espace et formes*) et celui qui a présenté le plus de difficultés pour les élèves (*Incertitude*). Subsidiairement, pour le premier cité, les proportions d'élèves situés dans les niveaux 5 et 6 sont relativement importantes, et surtout nettement supérieures à celles observées dans les trois autres champs.

Les trois sous-échelles de processus, prises en compte pour la première fois en 2012 dans les enquêtes PISA, ne produisent pas véritablement de différences en Suisse romande. En revanche, la hiérarchie des résultats varie parfois de manière importante entre les populations. Ainsi, dans certains cantons, les capacités de formulation sont relativement mieux maîtrisées que les autres facultés mathématiques, alors que ce n'est pas du tout le cas en Valais.

Ensuite, nous relevons que les quatre variables de contexte engendrent des différences de résultats parfois très importantes. Généralement, les garçons réussissent mieux que les filles, les francophones mieux que les allophones, les autochtones mieux que les allochtones et les élèves issus d'un milieu socioéconomique et social supérieur obtiennent de meilleures moyennes que les autres. Toutefois, l'influence de ces variables n'est pas identique pour toutes les sous-échelles. Ainsi, le genre des élèves produit plus de différences dans le champ *Espace et formes* et dans le processus *formuler*. Le niveau socioéconomique et culturel est la variable qui engendre les variations de scores les plus importantes pour tous les sous-ensembles. Enfin, parmi toutes les sous-échelles, c'est le processus *employer* qui subit le moins de variations imputables au contexte.

Subsidiairement, les proportions d'élèves composant les différentes modalités des variables, que cela concerne l'origine des répondants ou la langue parlée à la maison, sont relativement différentes selon les cantons.

Pour conclure, les caractéristiques individuelles des élèves et leurs orientations pédagogiques, par leur parcours scolaire ou par l'intérêt manifesté pour le domaine scientifique, influencent de manière importante les performances obtenues dans le cadre de l'enquête PISA. De plus, le contexte familial ainsi que l'environnement social et économique engendrent des différences importantes dans l'approche du monde global et parfois complexe des mathématiques. S'il est ainsi possible d'expliquer une part non négligeable des variations de résultats entre les différentes populations cantonales, il semble néanmoins impossible de trouver des explications pour l'intégralité des différences observées. Que ce soit en examinant le contenu du plan d'études, la structure de la formation ou l'organisation scolaire, une importante zone d'incertitude continuera de planer sur les nombreuses tentatives entreprises pour découvrir des facteurs de réussite de même que sur les esquisses d'identification des différentes causes possibles d'échec.