LES **DOSSIERS** DE LA **DEPP**

208

— PÉDAGOGIE —

Cedre 2014 mathématiques en fin d'école

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE

LES DOSSIERS DE LA DEPP

208

Cedre 2014 mathématiques en fin d'école

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE

n° 208
novembre 2017

Direction de la publication
Fabienne Rosenwald

Auteurs

Sylvie Chavaroche
Étienne Dalibard
Fabienne de Bisschop
Michèle Deprez
Olivier Dussutour
Corinne Galle
Nadine Grapin
Joël Grattepanche
Saskia Keskpaik
Annie Macary
Caty Mamou-Mani
François Miranda
Jean-Marc Pastor
Olivier Pluvinage
Nathalie Sayac

Cet ouvrage est édité par
le ministère de l'Éducation nationale

Édition
Bernard Javet

Direction de l'évaluation,
de la prospective
et de la performance
61-65, rue Dutot
75 732 Paris Cedex 15

Conception et réalisation graphique
Anthony Fruchart

ISSN 2119-0690
e-ISSN 2431-8043
ISBN 978-2-11-152122-3
e-ISBN 978-2-11-152123-0

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE

Sommaire

Introduction générale

La DEPP met en place des dispositifs d'évaluation des acquis des élèves reposant sur des épreuves standardisées. Ces programmes d'évaluation sont des outils d'observation des acquis des élèves pour le pilotage d'ensemble du système éducatif (Trosseille & Rocher, 2015). Les évaluations du Cedre (Cycle d'évaluations disciplinaires réalisées sur échantillons) révèlent ainsi, en référence aux programmes scolaires, les objectifs atteints et ceux qui ne le sont pas.

Le cycle des évaluations disciplinaires réalisées sur échantillons (Cedre) établit des bilans nationaux des acquis des élèves en fin d'école et en fin de collège. Il couvre les compétences des élèves dans la plupart des domaines disciplinaires en référence aux programmes scolaires. La présentation des résultats permet de situer les performances des élèves sur des échelles de niveau allant de la maîtrise pratiquement complète de ces compétences à une maîtrise bien moins assurée, voire très faible, de celles-ci. Renouvelées tous les six ans (tous les cinq ans à partir de 2012), ces évaluations permettent de répondre à la question de l'évolution du niveau des élèves au fil du temps.
Ces évaluations n'ont pas valeur de délivrance de diplômes, ni d'examen de passage ou d'attestation de niveau ; elles donnent une photographie instantanée de ce que savent et savent faire les élèves à la fin d'un cursus scolaire. En ce sens, il s'agit bien d'un bilan.
Destinées à être renouvelées périodiquement, ces évaluations-bilans permettent également de disposer d'un suivi de l'évolution des acquis des élèves dans le temps. Pour cette raison, les épreuves ne peuvent pas être totalement rendues publiques car, devant être en grande partie reprises lors des prochains cycles d'évaluation, elles ne doivent pas servir d'exercices dans les classes. Néanmoins, dans ce dossier un grand nombre d'exemples permet d'approcher les types de situations proposés aux élèves.
Ces évaluations apportent un éclairage qui intéresse tous les niveaux du système éducatif. Elles informent sur les compétences et les connaissances des élèves à la fin d'un cursus; elles éclairent sur l'attitude et la représentation des élèves à l'égard de la discipline ; elles interrogent les pratiques d'enseignement au regard des programmes ; elles contribuent à enrichir la réflexion générale sur l'efficacité et la performance de notre système éducatif.
Le cycle Cedre **(Figure 1)** a débuté en 2003. Afin d'assurer une comparabilité dans le temps, l'évaluation est reprise pour chaque discipline selon un cycle de six ans jusqu'en 2012, et de cinq ans depuis 2012.

Informations générales sur l'évaluation Cedre en mathématiques
Ces évaluations sont passées auprès d'échantillons statistiquement représentatifs de la population scolaire de France métropolitaine. Le champ des évaluations Cedre à l'école est celui des élèves de CM2 scolarisés dans des écoles publiques et privées sous contrat.
Les connaissances et compétences permettant de cerner les acquis des élèves ont été retenues selon les finalités assignées à l'enseignement des mathématiques. Une évaluation en mathématiques a pour objet de confronter les résultats du fonctionnement pédagogique du système éducatif aux objectifs qui lui sont assignés.
L'évaluation Cedre vise à faire le point sur les acquis des élèves et à mesurer l'évolution de ces connaissances et compétences entre deux prises d'information (2008 et 2014).
Les documents de référence pour la construction des items sont le programme offciel en vigueur à partir de la rentrée scolaire 2012-2013 parus au B.O. spécial n° 6 du 28 août 2008 ainsi que les grilles de référence du socle commun.
L'évaluation Cedre essaie d'approcher le contexte dans lequel élèves apprennent. Les situations d'évaluations sont complétées par des questionnaires adressés directement aux élèves et aux enseignants des classes évaluées.
Le questionnaire « élève » les interroge sur leur intérêt pour les mathématiques, l'anxiété en mathématiques, leurs attitudes en classe lors des séances de mathématiques et leur implication dans le test.
Le questionnaire « enseignant » les interroge sur leur formation initiale, leur parcours, leur ancienneté, leurs pratiques pédagogiques et les modalités d'évaluation utilisées pour les séances de mathématiques.
Les enseignants remplissent un questionnaire pour chaque élève évalué permettant de cerner le parcours

de celui-ci – raccourcissement de cycle, maintien dans un cycle, orientation...
Enfin, l'analyse « toutes choses égales par ailleurs » montre comment varie le score des élèves en fonction des différents critères sociodémographiques et scolaires.

Particularité de l'évaluation 2014
L'évaluation Cedre en fin d'école comporte deux volets :
Le premier concerne des situations présentées dans un cahier d'évaluation ; donc sur un support « papier/crayon ». Une situation se compose d'un ou de plusieurs documents que l'élève devra utiliser pour répondre à un ensemble de questions.
Le second concerne des situations présentées sur ordinateur ; donc un support « numérique ». Une situation se compose d'un ou plusieurs documents, ces derniers peuvent être multimédias ; l'élève devra les utiliser pour répondre à un ensemble de questions. Les technologies de l'information et de la communication ont apporté une nouvelle dimension dans l'acte de lire et de traiter des informations au format numérique. Dès lors, l'élève doit développer de nouvelles pratiques qui lui permettent d'acquérir des habiletés spécifiques que ce volet de l'évaluation a voulu approcher.

Ce dossier regroupe 25 articles répartis dans sept parties :
— Partie I - Méthodologie
— Partie II - Résultats volet « papier »
— Partie III - Résultats volet « numérique »
— Partie IV - Analyses thématiques
— Partie V - Questionnaires de contexte
— Partie VI - Synthèse des travaux
— Partie VII - Annexes

FIGURE 1 Cycle Cedre depuis 2003

Discipline évaluées	Début de cycle	Reprises
Maîtrise de la langue	2003	2009 - 2015
Langues étrangères	2004	2010 - 2016
Attitude à l'égard de la vie en société	2005	Non repris
Histoire, géographie et éducation civique	2006	2012 - 2017
Sciences	2007	2013 à venir 2018
Mathématiques	2008	2014 à venir 2019

Partie I
Méthodologie

I.1 MÉTHODOLOGIE

Cet article présente la méthodologie employée dans les programmes d'évaluations standardisées. Il propose une approche des fondements théoriques qui conduisent aux méthodes mises en jeu.

I.2 LES RÉFÉRENCES

Le document de référence pour la construction de l'épreuve est le programme officiel en vigueur à partir de la rentrée scolaire 2012-2013. À noter que la première prise d'informations en 2008 se basait sur le programme en cours à l'époque, c'est-à-dire celui de 2002. Si ceci n'a pas entrainé de changement pour l'approche par compétences, il n'en a pas été de même pour les connaissances. En effet, le champ exploitation de données numériques a disparu en tant que tel dans le programme de 2008 ; les éléments constitutifs de ce champ sont ventilés dans les champs « organisation et gestion de données » (O.G.D.) qui intègrent la proportionnalité, et dans les autres champs mathématiques.

I.3 COMPÉTENCES ET CONNAISSANCES ÉVALUÉES

En 2008 comme en 2014, la même grille de compétences est utilisée quel que soit le champ mathématique concerné **(Figure 1.1)**. Elle permet d'assurer un point de comparaison entre les deux prises d'informations.
Les connaissances quant à elles, sont réparties dans les six champs mathématiques (référence au programme de 2008) : nombres entiers naturels, nombres décimaux, calcul, géométrie, grandeurs et mesures et organisation gestion de données.

I.4 CONSTRUCTION DU TEST

La préparation des situations d'évaluation fait intervenir des concepteurs. Ils forment un groupe d'enseignants, de conseillers pédagogiques, de professeurs d'ESPÉ et d'inspecteurs de l'Éducation nationale. La coordination est assurée par un chef de projet, membre du bureau de l'évaluation des élèves (direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, DEPP-B2).
Un item proposé par un concepteur, pédagogue de terrain ayant une bonne connaissance des pratiques de classe, fait l'objet d'une discussion contradictoire jusqu'à aboutir à un consensus. L'item est alors soumis à un « cobayage », c'est-à-dire une passation auprès d'une ou plusieurs classes pour estimer sa difficulté et recueillir les réactions des élèves.
Un équilibre de proportion entre les items considérés comme étant de difficulté « facile », « moyenne » ou « difficile » est recherché. Afin d'approcher au mieux cette gradation, nous avons travaillé avec des chercheurs à la mise en œuvre d'une analyse par facteurs de complexité (Cf. Article facteurs de complexité) permettant a priori de définir cette difficulté.

I.5 UNE UNITÉ D'ÉVALUATION

Les concepteurs doivent créer des situations appelées unités **(Figure 1.2)**. Chaque unité est constituée d'un ou de plusieurs documents et d'un ensemble de questions qui ne sont jamais emboîtées (la réponse à une question ne pouvant dépendre d'une autre réponse). Chaque question correspond un item. Pour chaque item, le temps de passation est mesuré, ce qui permet d'estimer la durée d'une unité.
Deux types de formats de questions sont utilisés pour les items **(Figure 1.3)** :

- les questions fermées (QCM, QCM-images, série de « vrai/faux », série-images et pour la partie numérique « glisser/déposer ») ;
- les questions ouvertes appelant une réponse écrite (réponse courte : un chiffre, une lettre ou un nombre - réponse longue : production en autonomie de l'élève).

1.6 BLOCS POUR LE SUPPORT « PAPIER/CRAYON » OU « NUMÉRIQUE »

L'ensemble des unités constitue un stock. La compilation du temps de passation de chaque unité donne le temps total de passation. Pour l'évaluation Cedre en fin d'école, ce temps était approximativement de sept heures. Il n'est évidemment pas envisageable qu'un élève subisse un test d'une telle durée. Une méthodologie spécifique est mise en œuvre : les blocs tournants.
Un bloc est constitué d'unités de telle sorte que le temps total du bloc ne dépasse pas trente minutes. Un cahier (ou un module numérique) est constitué de quatre blocs différents. Un jeu de combinaisons **(Figure 1.4)** permet à chaque bloc de se rencontrer un certain nombre de fois. Ce dispositif, couramment utilisé dans les évaluations internationales, permet de couvrir le champ très vaste des mathématiques. Les statistiques appliquées à ce stock d'items permettent d'estimer la probabilité de réussite de chaque élève à tous les items sans que chaque élève ait passé l'ensemble des items. L'évaluation Cedre est basée sur un ensemble de treize blocs tournants tant en « papier/crayon » qu'en « numérique ».

1.7 ÉCHANTILLON ET STRATES

L'échantillon est tiré selon trois strates correspondant aux secteurs : « public hors éducation prioritaire », « éducation prioritaire » et « privé ». Une fois les écoles tirées au sort, tous les élèves de CM2 des écoles sélectionnées sont interrogés : c'est un sondage dit « par grappe ».
En 2014, l'échantillon visait environ 8 000 élèves ce qui correspond à 121 écoles dans la strate 1, 95 écoles pour la strate 2 et 74 écoles pour la strate 3 **(Figure 1.5)**.
L'état des lieux des remontées prend en compte le taux de non-réponse. Nous distinguons la non-réponse d'écoles entières de la non-réponse d'élèves dans les écoles participantes. 92,4 % des écoles de l'échantillon ont répondu et nous constatons au final un taux de 91 % des effectifs attendus soit 7 234 répondants (pour le volet « papier »).

1.8 PASSATION DE L'ÉVALUATION

La passation de l'évaluation finale a eu lieu en mai 2014. Comme en 2008, cette évaluation a été précédée d'une expérimentation l'année « n–1 » de façon à tester un grand nombre d'items auprès d'un échantillon réduit d'établissements.
Chaque séquence était passée dans une demi-journée. L'anonymat des élèves a été respecté, chaque cahier étant repéré uniquement par un numéro. Une fois l'évaluation terminée, les cahiers et les questionnaires étaient renvoyés directement vers le ministère. Aucun travail de correction n'a été demandé aux écoles.

1.9 CORRECTION DES ITEMS ET CONSTITUTION DE LA BASE STATISTIQUE

Les items sont tous corrigés en « réussite/erreur » selon leur format.

- Les questions fermées de type QCM sont corrigées automatiquement par lecture optique de la case choisie.

Les questions fermées de type « série » comportent plusieurs lignes. Chaque ligne est corrigée automatiquement. Les concepteurs établissent un seuil indiquant combien de propositions doivent être validées pour considérer l'ensemble de l'item comme une bonne réponse – exemple : pour une série comportant cinq propositions, la réponse de l'élève est considérée comme juste s'il a correctement répondu à quatre propositions sur cinq.

- Les questions ouvertes sont scannées et corrigées à distance par un groupe de correcteurs. Ces derniers doivent se conformer à un guide de correction précis.

À ce stade nous obtenons une matrice dans laquelle nous constatons beaucoup de valeurs manquantes. Il faut différencier ces valeurs. Trois types de valeurs manquantes sont distingués :

- Valeurs manquantes structurelles : l'élève n'a pas vu l'item. C'est le cas pour les cahiers tournants, où les élèves ne voient pas tous les items. Dans ce cas, on considère l'item comme non administré, l'absence de réponse n'est alors pas considérée comme une erreur.
- Absence de réponse : l'élève a vu l'item, mais n'y a pas répondu. L'absence de réponse est alors considérée comme une erreur de la part de l'élève.
- Non-réponse terminale : l'élève s'est arrêté au cours de l'épreuve, potentiellement en raison d'un manque de temps. Nous considérons que si un élève a passé moins de 50 % d'une séquence, il n'a pas vu la séquence ; les valeurs manquantes sont alors traitées de manière structurelle. Sinon, elles sont traitées comme des échecs.

1.10 ANALYSE DES ITEMS

Pour une description générale de la méthodologie psychométrique employée dans les évaluations standardisées de compétences des élèves, le lecteur est invité à consulter le numéro 86-87 de la revue Éducation *et Formations* de mai 2015. Nous donnons ici quelques clefs de lecture pour la bonne compréhension de la suite de ce dossier.
Classiquement, il est possible, à la suite d'une évaluation, de constater les résultats et de donner comme in-

dicateur un pourcentage de réussite. Néanmoins, les résultats dépendent complètement de l'ensemble des items qui constituent le test. Pour le même champ, il serait possible de trouver des résultats bien différents pour peu que l'on propose des épreuves plus faciles ou plus difficiles. Il est complexe de distinguer ce qui tient lieu de la difficulté des items proposés et de la compétence des élèves à y répondre. Une des missions des évaluations Cedre étant de permettre une comparaison temporelle, cette approche classique ne permet pas de garantir une fidélité dans le domaine. Le recours à une modélisation est alors préconisé. L'évaluation Cedre est basée sur la théorie de la réponse à l'item (MRI).

1.11 MRI

Cette méthode modélise la probabilité qu'un élève donne une certaine réponse à un item, en fonction de paramètres concernant l'élève (niveau de compétence) et l'item (difficulté et discrimination de l'item). L'indice de discrimination indique dans quelle mesure l'item correspond bien à la dimension évaluée – ici les mathématiques –, il s'appuie sur la différence de performance entre les élèves qui réussissent le test et ceux qui y échouent.
Au-delà de se dédouaner du seul score de réussite, l'utilisation de la MRI permet de mettre en regard les performances des élèves et la difficulté des items. Cette caractéristique permet de décrire ce que savent faire les élèves à un niveau donné de difficulté des items ; ce qui conduit à l'élaboration d'un descriptif présenté sous forme d'échelle. Lors d'une seconde prise d'information, il est possible de positionner et caler deux échelles avec des items repris à l'identique ; ce qui conduit à l'observation des évolutions temporelles.

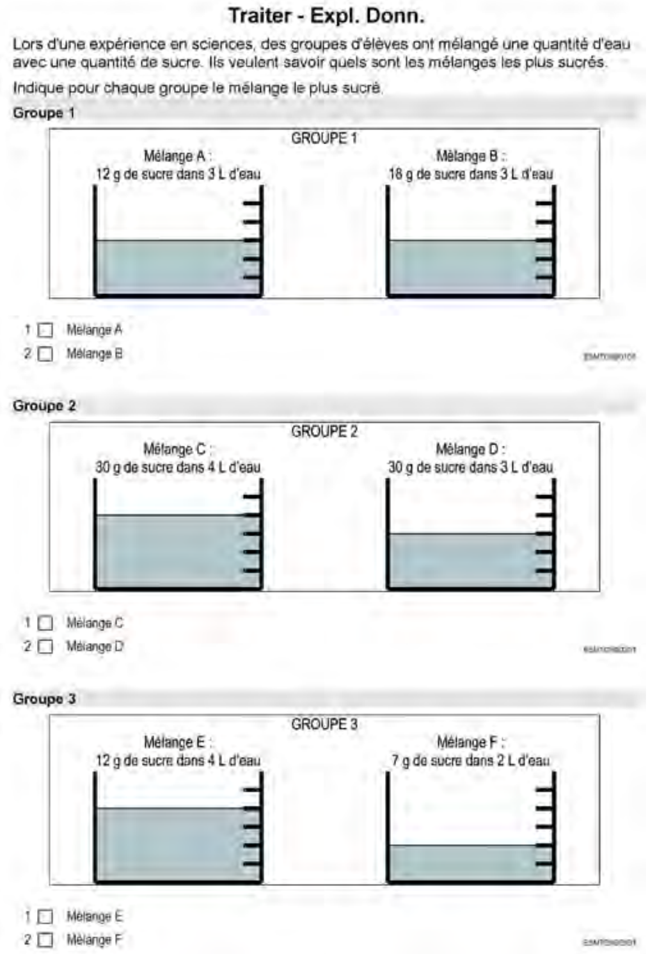
1.12 CONSTRUCTION DE L'ÉCHELLE

Les modèles de réponse à l'item permettent de positionner sur une même échelle les paramètres de difficulté des items et les niveaux de compétences des élèves. Cette correspondance permet de caractériser les compétences maîtrisées pour différents groupes d'élèves.
Les scores en mathématiques estimés selon le modèle de réponse à l'item ont été standardisés de manière à obtenir une moyenne de 250 et un écart-type de 50 pour l'année 2008 **(Figure 1.6)**. Puis, la distribution des scores est « découpée » en six groupes de la manière suivante : nous déterminons le score-seuil en deçà duquel se situent 15 % des élèves (groupes < 1 et 1), nous déterminons le score-seuil au-delà duquel se situent 10 % des élèves (groupe 5). Entre ces deux niveaux, l'échelle a été scindée en trois parties d'amplitude de scores égale correspondant à trois groupes intermédiaires. Ces choix arbitraires ont pour objectif de décrire plus précisément le continuum de compétence.
En effet, les modèles de réponse à l'item ont l'avantage de positionner sur la même échelle les scores des élèves et les difficultés des items. Ainsi, chaque item est associé à un des six groupes, en fonction des probabilités estimées de réussite selon les groupes. Un item est dit « maitrisé » par un groupe dès lors que l'élève ayant le score le plus faible du groupe a au moins 50 % de chance de réussir l'item. Les élèves du groupe ont alors plus de 50 % de chance de réussir cet item.
En 2014, ce même travail est effectué. Le découpage étant identique à celui de 2008, ce sont les effectifs des élèves dans les différents groupes qui changent et guident le travail d'analyse pour dégager les points d'évolution **(Figure 1.7)**.

FIGURE 1.1 Compétences évaluées dans l'évaluation Cedre

Compétence évaluée	Définition
Identifier	Reconnaitre la dimension mathématique d'un énoncé. L'élève choisit un résultat parmi les propositions d'un questionnaire à choix multiple.
Exécuter	Répondre immédiatement à un stimulus direct. L'élève écrit sa réponse dans un champ libre.
Traiter	Analyser et comprendre des données ; traiter ces données (le brouillon était autorisé). L'élève choisit sa réponse parmi les propositions d'un questionnaire à choix multiple.
Produire	Analyser et comprendre des données ; traiter ces données. L'élève construit sa réponse dans un cadre de recherche.
Contrôler - valider	Analyser des démarches d'élèves proposées et vérifier leur véracité. L'élève choisit sa réponse parmi les propositions d'un questionnaire à choix multiple.

FIGURE 1.2 Exemple d'une unité Cedre en mathématiques



Traiter - Expl. Donn.

Lors d'une expérience en sciences, des groupes d'élèves ont mélangé une quantité d'eau avec une quantité de sucre. Ils veulent savoir quels sont les mélanges les plus sucrés.

Indique pour chaque groupe le mélange le plus sucré.

Groupe 1

1 ☐ Mélange A
2 ☐ Mélange B

Groupe 2

1 ☐ Mélange C
2 ☐ Mélange D

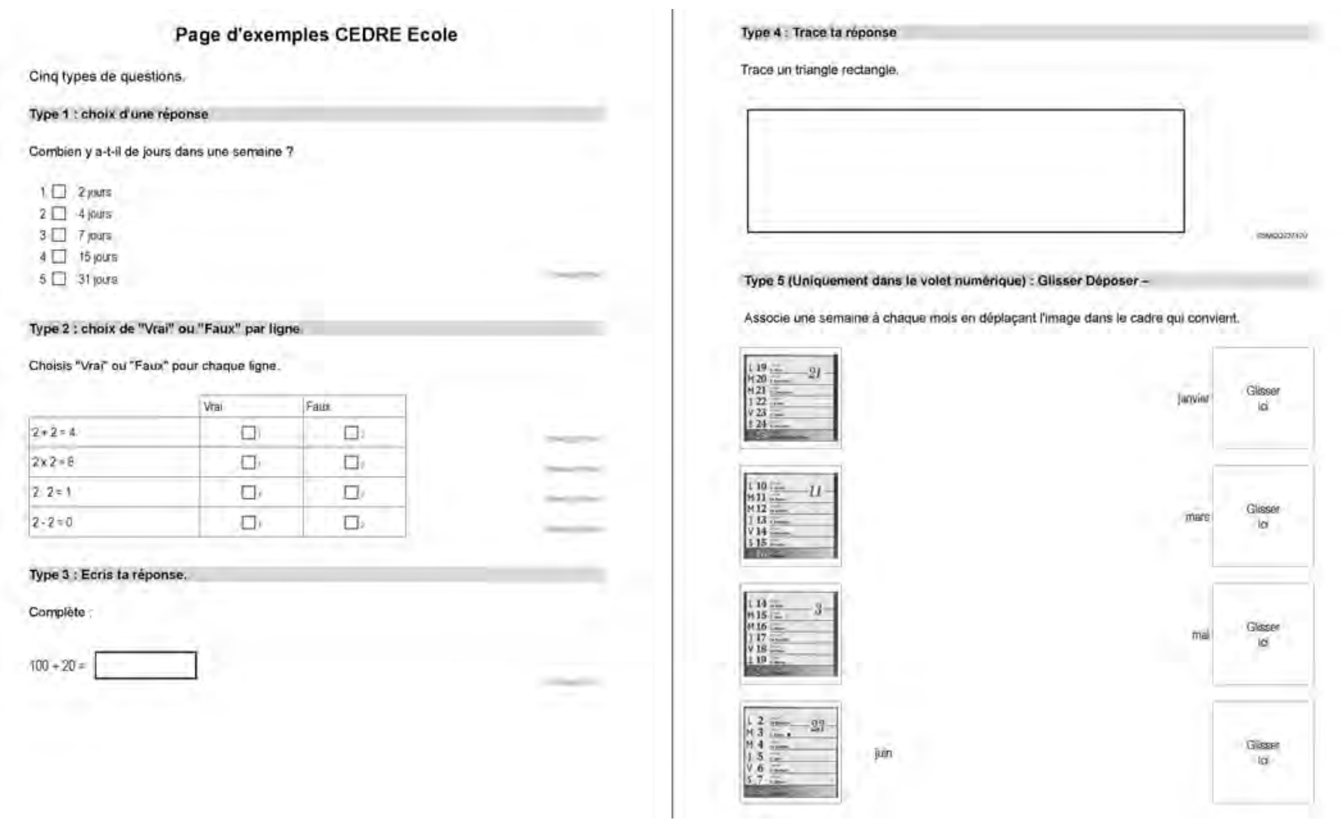
Groupe 3

1 ☐ Mélange E
2 ☐ Mélange F

FIGURE 1.4 Blocs tournants au sein des cahiers ou des modules numériques

Cahier ou module	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4
C1 ou M1	A	B	C	D
C2 ou M2	E	A	B	C
C3 ou M3	F	E	A	B
C4 ou M4	G	F	E	A
C5 ou M5	H	G	F	E
C6 ou M6	I	H	G	F
C7 ou M7	J	I	H	G
C8 ou M8	K	J	I	H
C9 ou M9	L	K	J	I
C10 ou M10	M	L	K	J
C11 ou M11	B	M	L	K
C12 ou M12	C	B	M	L
C13 ou M13	D	C	B	M

FIGURE 1.3 Les formats d'item de l'évaluation Cedre en mathématiques



Page d'exemples CEDRE Ecole

Cinq types de questions.

Type 1 : choix d'une réponse

Combien y a-t-il de jours dans une semaine ?

1 ☐ 2 jours
2 ☐ 4 jours
3 ☐ 7 jours
4 ☐ 15 jours
5 ☐ 31 jours

Type 2 : choix de "Vrai" ou "Faux" par ligne.

Choisis "Vrai" ou "Faux" pour chaque ligne.

	Vrai	Faux
2 + 2 = 4	☐	☐
2 x 2 = 8	☐	☐
2 : 2 = 1	☐	☐
2 - 2 = 0	☐	☐

Type 3 : Ecris ta réponse.

Complète :

100 + 20 = ☐

Type 4 : Trace ta réponse

Trace un triangle rectangle.

Type 5 (Uniquement dans le volet numérique) : Glisser Déposer –

Associe une semaine à chaque mois en déplaçant l'image dans le cadre qui convient.

FIGURE 1.5 Répartition des strates dans l'échantillon Cedre mathématiques 2014 en fin d'école

	Nombre d'école	Nombre d'élèves attendus
Public hors EP	121	2989
Éducation prioritaire	95	2968
Privé	74	1998
Total	290	7952

FIGURE 1.7 Comparaison 2008 – 2014

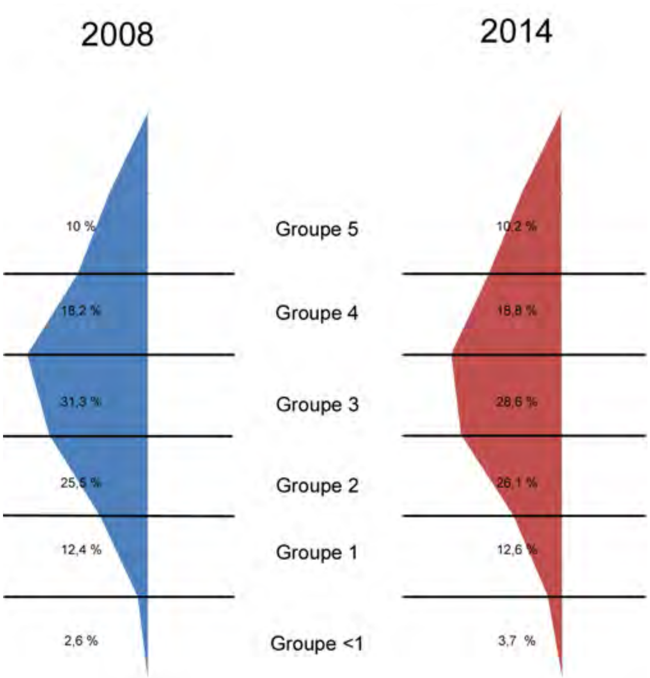


FIGURE 1.6 Constitution de l'échelle Cedre

Partie II
Résultats volet « papier »

2.1 PRÉSENTATION DE L'ÉCHELLE

L'échelle des acquis des élèves permet à chaque échelon de quantifier la population et de décrire les connaissances et les compétences des élèves de l'échelon concerné.

Pour qu'un acquis soit présent dans un échelon, il faut que l'élève le plus faible de l'échelon ait une probabilité de plus de 50 % de réussir l'item le plus difficile de ce même échelon.

L'analyse de l'échelle montre la maîtrise croissante des compétences entre les élèves des différents groupes de niveau. L'échelle est de type cumulatif ; un élève d'un groupe donné a une probabilité très forte de maîtriser toutes les compétences des groupes inférieurs et plus d'une chance sur deux de réussir tous les items de son groupe d'appartenance.

L'analyse de l'échelle **(Figure 2.1)** précise la nette augmentation des performances des élèves entre les groupes « inférieur à 1 » et 5. Des compétences inégalement maîtrisées sont constatées.

— Groupe inférieur à 1 (3 ,7 % des élèves)

Ces élèves peuvent répondre ponctuellement à quelques items simples. Les réussites observées se fondent essentiellement sur des situations ayant trait à la vie courante – « estimer la taille d'objets usuels » –, à des pratiques scolaires ancrées – « repérer si une figure est symétrique par rapport à un axe vertical » –, donner une réponse par lecture directe – « lecture d'un nombre sur une règle graduée ».

Ces élèves maîtrisent très peu de compétences ou de connaissances exigibles en fin d'école primaire. Un item caractéristique **(Figure 2.2)** du groupe inférieur à 1 est présenté :

Les élèves de ce groupe résolvent ce problème de type additif. Il est nécessaire de prélever l'information dans le schéma et de trouver la situation finale.

Le contexte est familier des élèves ; à partir de deux distances, il est demandé d'en déduire la distance finale. La présentation du problème privilégie la schématisation et limite le recours au langage écrit.

La connaissance mathématique mise en jeu correspond à l'utilisation d'une addition sans retenue. Nous sommes dans le cas générique de A + B= C avec A et B connus et C inconnu.

La tâche de l'élève consiste à traiter le problème puis à choisir parmi les propositions (QCM), la bonne réponse.

À noter, qu'un problème utilisant le même schéma a été présenté, mais avec la distance totale et une des deux composantes ; les élèves devaient trouver la donnée manquante. Il s'agissait du complémentaire de l'opération A +.= C. Cet item n'est réussi qu'au groupe 2 pour ce type de présentation de l'énoncé.

— Groupe 1 (12,6 % des élèves)

Ces élèves ont des connaissances des nombres qui leur permettent la mise en œuvre d'opérations (additions et soustractions), néanmoins l'utilisation des retenues dans la soustraction n'est pas acquise. La construction du nombre en classes n'est pas solide ; ils maîtrisent la « comptine » des nombres, mais ils ont des difficultés en dehors de l'ordre croissant. Les réussites observées s'appuient essentiellement sur des automatismes scolaires. Certains de ces mécanismes leur permettent de réussir des problèmes additifs directs qui ne nécessitent qu'une seule étape pour leur résolution. Ils sont capables de mettre en œuvre des instruments de mesure pour comparer des segments. Ils maîtrisent la lecture de l'heure.

Les élèves de ce groupe résolvent ce problème de type additif **(Figure 2.3)**. Il s'agit de retrouver la situation initiale.

Le contexte est familier ; il correspond à des situations d'échange souvent présentes dans les pratiques scolaires et positionne les éléments du problème dans la vie courante. L'énoncé et court et propose un niveau de lecture très simple.

La connaissance mathématique mise en jeu correspond à l'utilisation d'une addition avec retenue. Nous sommes dans le cas A + B= C avec B et C connus et A inconnue.

La tâche de l'élève consiste à traiter le problème, puis à choisir parmi les propositions (QCM), la bonne réponse.

— Groupe 2 (26,1 % des élèves)

Ces élèves ont des connaissances sur les nombres entiers qui leur permettent de réussir un certain nombre de problèmes de type additif, voire soustractif, sans étape intermédiaire. Ils complètent une suite de nombres décimaux au dixième avec le passage à l'unité supérieure. Ils sont capables d'identifier des droites perpendiculaires. La réussite à quelques items éloignés des pratiques scolaires montre les premiers signes de transfert de compétences et l'adoption d'une stratégie pour résoudre une situation nouvelle. Ils traitent l'information et sont capables de retrouver un résultat correct, mais ils échouent quand il s'agit de produire une réponse en autonomie.

Cet exemple **(Figure 2.4)** atteste d'une première connaissance stable du système de numération décimale. En effet, il nécessite la compréhension du groupement par dix et de la connaissance des classes de puissance de dix. L'élève doit comprendre l'agrégation de cases en barrettes et de barrettes en plaquettes.

Le contexte est familier ; il correspond à des situations de « groupement/codage ». Les élèves utilisent régulièrement du matériel pédagogique leur permettant de mettre en œuvre des groupements par dix ou par cent.

La connaissance mathématique mise en jeu correspond aux entiers naturels inférieurs à mille.

La tâche de l'élève consiste à traiter les informations spatiales et à écrire sa réponse dans un peigne de codage.

— Groupe 3 (28,6 % des élèves)

Ces élèves ont une connaissance solide des nombres entiers et une première connaissance stable des nombres décimaux. Ils ont une pratique du calcul avec les quatre opérations et manient des notions comme le double et la moitié d'un nombre, le tiers d'un entier et le multiple de trois. S'ils sont capables de résoudre des problèmes de proportionnalité qui ne mettent pas en jeu des unités spécifiques, leurs acquis restent fragiles lorsqu'il s'agit de produire en autonomie une réponse. Ils font preuve d'une première culture mathématique et d'une bonne connaissance du vocabulaire spécifique en géométrie. Ces élèves maîtrisent une grande partie des connaissances et des compétences exigibles à la fin de l'école.

Les élèves de ce groupe réussissent cet item **(Figure 2.5)** ayant trait à la proportionnalité avec comme facteur de proportionnalité « 2 ».

Le contexte semble familier ; il correspond à une recette de cuisine. La recherche correspond au doublement des proportions de base.

La connaissance mathématique mise en jeu correspond dans l'ensemble des entiers naturels à comprendre la proportion qui s'établit entre double de fruit qui implique double de sucre. Il faut qu'ils aient repéré, qu'entre 800 gr et 1 600 gr, existe un facteur deux.

La tâche de l'élève consiste à traiter le problème puis à choisir parmi les propositions (QCM), la bonne réponse.

— Groupe 4 (18,8 % des élèves)

Ces élèves sont capables de faire un traitement fin de l'information, de réussir des problèmes utilisant la proportionnalité lorsque les mesures de longueur sont explicites, et lorsque la relation additive est évidente. Ils sont capables de mettre en œuvre des stratégies évoluées, de résoudre des problèmes complexes et de produire des réponses en autonomie pour des situations peu fréquentes en classe. Ces élèves ont acquis la majeure partie des connaissances et des compétences exigibles en fin d'école.

Les élèves de ce groupe réussissent cet item **(Figure 2.6)** ayant trait à la proportionnalité avec comme facteur de proportionnalité « 1/4 ».

Le contexte semble familier ; Il correspond à une recette de cuisine. La recherche correspond au quart des proportions de base.

La connaissance mathématique mise en jeu correspond dans l'ensemble des entiers naturels à comprendre la proportion qui s'établit entre quatre fois mois de fruit et l'ensemble. Il faut que les élèves aient repéré, qu'entre 40 gr et 160 gr, existe un facteur un quart.

La tâche de l'élève consiste à traiter le problème puis à choisir parmi les propositions (QCM), la bonne réponse.

— Groupe 5 (10,2 % des élèves)

Ces élèves manient habilement les concepts mathématiques de fin d'école primaire. Cela leur permet de prendre du recul dans les situations nouvelles proposées, de gérer une masse d'information plus grande, de sélectionner les éléments utiles de ceux accessoires, d'imaginer des solutions et de produire un travail en autonomie. Quelques items leur résistent : il s'agit d'items dont les notions seront revues ultérieurement au collège (formules de solides ou calcul de vitesse moyenne). Ces élèves font preuve d'expertise dans les compétences et connaissances de fin d'école primaire, ils maîtrisent tous les champs du programme et font preuve de capacité d'abstraction, de rigueur et de précision. Ces élèves ont acquis l'ensemble des connaissances et des compétences exigibles en fin d'école primaire.

Les élèves de ce groupe réussissent cet item **(Figure 2.7)** ayant trait à la proportionnalité avec comme facteur de proportionnalité « 3/4 ».

Le contexte semble familier ; Il correspond à une recette de cuisine. La recherche correspond à un quart de moins des proportions de base.

La connaissance mathématique mise en jeu correspond dans l'ensemble des entiers naturels à comprendre la proportion qui s'établit entre un quart de moins de sucre et l'ensemble. Il faut que les élèves aient repéré, qu'entre 120 gr et 1 60 gr, existe un facteur un trois quarts.

La tâche de l'élève consiste à traiter le problème puis à choisir parmi les propositions (QCM), la bonne réponse.

— Hors échelle **(Figure 2.8)**

Quelques items apparaissent comme « hors échelle » ; c'est-à-dire que même dans le groupe le plus performant de l'échelle (Groupe 5) les élèves, lorsqu'ils sont confrontés à ces items, voient leur probabilité d'échouer plus forte que celle de réussir. Les tâches mises en jeu dans ces items sont relatives à la détermination d'un ordre de grandeur d'un résultat, de la conversion d'unité d'aire, d'échelles ou de vitesse moyenne.

Le contexte correspond à un problème. L'énoncé ne présente pas de difficulté excepté la compréhension du terme vitesse moyenne.

La connaissance mathématique reconnaître et résoudre des problèmes relevant de la proportionnalité en utilisant une procédure adaptée.

La tâche de l'élève consiste à traiter le problème avec une conversion intermédiaire avant qu'il puisse construire sa réponse.

FIGURE 2.1 Échelle de performances en mathématiques 2014

% Population	
groupe 5 10,2 %	Ces élèves manient habilement les concepts mathématiques de fin d'école primaire. Cela leur permet de prendre du recul dans les situations nouvelles proposées, de gérer une masse d'information plus grande, de sélectionner les éléments utiles de ceux accessoires, d'imaginer des solutions et de produire un travail en autonomie. Quelques items leur résistent : il s'agit d'items dont les notions seront revues ultérieurement au collège (formules de solides ou calcul de vitesse moyenne). Ces élèves font preuve d'expertise dans les compétences et connaissances de fin d'école primaire, ils maîtrisent tous les champs du programme et font preuve de capacité d'abstraction, de rigueur et de précision. Ces élèves ont acquis l'ensemble des connaissances et des compétences exigibles en fin d'école primaire. **Jalons :** *Connaissances et utilisation des nombres décimaux et des fractions — Maîtrise des quatre opérations — Réussite aux problèmes ayant trait à la proportionnalité sans passage par l'unité — Construction de la hauteur d'un triangle — Production de réponses argumentées en autonomie — Tout type de conversions —*
316	
groupe 4 18,8 %	Ces élèves sont capables de faire un traitement fin de l'information, de réussir des problèmes utilisant la proportionnalité lorsque les mesures de longueur sont explicites, et lorsque la relation additive est évidente. Ils sont capables de mettre en œuvre des stratégies évoluées, de résoudre des problèmes complexes et de produire des réponses en autonomie pour des situations peu fréquentes en classe. Ces élèves ont acquis la majeure partie des connaissances et des compétences exigibles en fin d'école. **Jalons :** *Connaissance et utilisation des nombres décimaux et des fractions — Maîtrise des quatre opérations — Réussite aux problèmes ayant trait à la proportionnalité sans passage par l'unité — Construction de la hauteur d'un triangle — Production de réponses argumentées en autonomie — Tout type de conversions —*
277	
groupe 3 28,6 %	Ces élèves ont une connaissance solide des nombres entiers et une première connaissance stable des nombres décimaux. Ils ont une pratique du calcul avec les quatre opérations et manient des notions comme le double et la moitié d'un nombre, le tiers d'un entier et le multiple de trois. S'ils sont capables de résoudre des problèmes de proportionnalité qui ne mettent pas en jeu des unités spécifiques, leurs acquis restent fragiles lorsqu'il s'agit de produire en autonomie une réponse. Ils font preuve d'une première culture mathématique et d'une bonne connaissance du vocabulaire spécifique en géométrie. Ces élèves maîtrisent une grande partie des connaissances et des compétences exigibles à la fin de l'école. **Jalons :** *Relations arithmétiques entre les nombres d'usage courant : double, moitié — Nombres décimaux : écritures chiffrées, valeur des chiffres en fonction de leur position — Additions des décimaux — Résoudre les problèmes de partage — Convertir des mètres en kilomètres — Construire une figure symétrique dans le cas d'un axe oblique —*
237	
groupe 2 26,1 %	Ces élèves ont des connaissances sur les nombres entiers qui leur permettent de réussir un certain nombre de problèmes de type additif, voire soustractif, sans étape intermédiaire. Ils complètent une suite de nombres décimaux au dixième avec le passage à l'unité supérieure. Ils sont capables d'identifier des droites perpendiculaires. La réussite à quelques items éloignés des pratiques scolaires montre les premiers signes de transfert de compétences et l'adoption d'une stratégie pour résoudre une situation nouvelle. Ils traitent l'information et sont capables de retrouver un résultat correct, mais ils échouent quand il s'agit de produire une réponse en autonomie. **Jalons :** *Connaissance du système de numération des nombres entiers — Soustractions à retenues — Perpendicularité et parallélisme de deux droites — Identification du triangle rectangle et des faces d'un cube à partir d'un patron en croix.*
198	
groupe 1 12,6 %	Ces élèves ont des connaissances des nombres qui leur permettent la mise en œuvre d'opérations (additions et soustractions), néanmoins l'utilisation des retenues dans la soustraction n'est pas acquise. La construction du nombre en classes n'est pas solide, ils maîtrisent la « comptine » des nombres, mais ils ont des difficultés en dehors de l'ordre croissant. Les réussites observées s'appuient essentiellement sur des automatismes scolaires. Certains de ces mécanismes leur permettent de réussir des problèmes additifs directs qui ne nécessitent qu'une seule étape pour leur résolution. Ils sont capables de mettre en oeuvre des instruments de mesure pour comparer des segments. Ils maîtrisent la lecture de l'heure. **Jalons :** *Additions avec retenue(s) — soustractions sans retenue — Énumération d'une suite de nombre, ordre croissant. — Lecture de l'heure —*
159	
groupe < 1 3,7 %	Ces élèves peuvent répondre ponctuellement à quelques items simples. Les réussites observées se fondent essentiellement sur des situations ayant trait à la vie courante — « estimer la taille d'objets usuels » —, à des pratiques scolaires ancrées — « repérer si une figure est symétrique par rapport à un axe vertical » —, donner une réponse par lecture directe — « lecture d'un nombre sur une règle graduée » —. Ils maîtrisent très peu de compétences ou de connaissances exigibles en fin d'école primaire. **Jalons :** Lecture de nombres sur la règle graduée — Additions sans retenue — Identification de deux droites parallèles isolées —

Lecture : Les élèves du groupe 2 représentent 26,1 % des élèves. Ils sont capables de réaliser les tâches des groupes <1, 1 et 2. L'élève le plus faible du groupe 2 a un score de 198, le score du plus fort est 237.

FIGURE 2.2 Item caractéristique du groupe inférieur à 1

FIGURE 2.3 Item caractéristique du groupe 1

Madame Durand va chez le garagiste pour payer sa facture.
La facture est de 236€.
Le garagiste lui rend 14€.
Combien avait-elle donnée ?

- ☐ **200 euros**
- ☐ **250 euros**
- ☐ **300 euros**
- ☐ **350 euros**

FIGURE 2.4 Item caractéristique du groupe 2

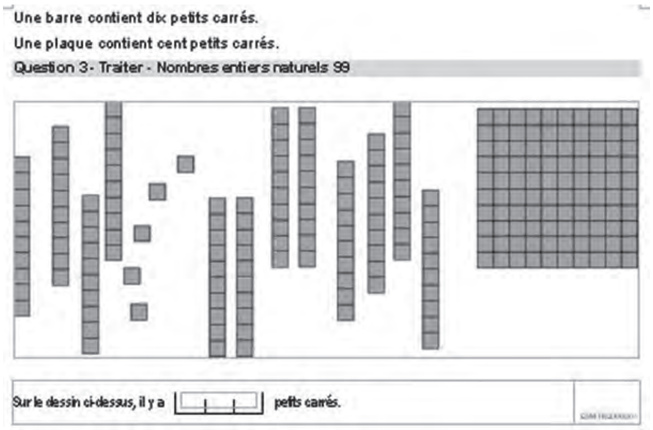


FIGURE 2.5 Item caractéristique du groupe 3

Pour faire une salade de fruits on a utilisé la recette suivante :
800 gr de fruits pour 160 gr de sucre.
Avec la même recette, combien faut-il de sucre pour
1 600gr de fruits ?

- ☐ **80 gr**
- ☐ **160 gr**
- ☐ **320 gr**
- ☐ **400 gr**

FIGURE 2.6 Item caractéristique du groupe 4

Pour faire une salade de fruits on a utilisé la recette suivante :
800 gr de fruits pour 160 gr de sucre.
Avec la même recette, combien faut-il de fruits pour
40 gr de sucre ?

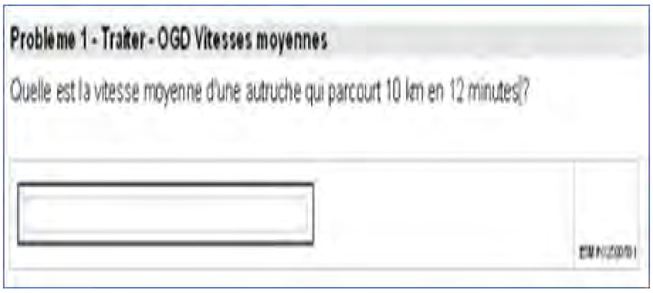
- ☐ **100 gr**
- ☐ **160 gr**
- ☐ **200 gr**
- ☐ **600 gr**

FIGURE 2.7 Item caractéristique du groupe 5

Pour faire une salade de fruits on a utilisé la recette suivante :
800 gr de fruits pour 160 gr de sucre.
Avec la même recette, combien faut-il de fruits pour
120 gr de sucre ?

- ☐ **400 gr**
- ☐ **500 gr**
- ☐ **600 gr**
- ☐ **700 gr**

FIGURE 2.8 Item hors échelle



2.2 REGARD SUR LES COMPÉTENCES/LES CHAMPS MATHÉMATIQUES

La méthodologie Cedre permet de donner une probabilité de réussite par item à tous les élèves de l'échantillon. Chaque item est caractérisé par la compétence qu'il évalue dans un champ mathématique donné. Il est possible d'observer les réussites selon l'un de ces deux points de vue.

2.2.1 REGARD PORTÉ SUR LES COMPÉTENCES

Trois des cinq compétences mises en jeu dans l'évaluation Cedre sont prises en compte dans l'analyse par compétences **(Figure 2.9)**. La compétence « Contrôler-valider » ne comprenait que peu d'items pour assurer une analyse robuste quant à la compétence « Exécuter » elle a été mise en œuvre dans le cadre de la partie numérique de l'évaluation (cf. Partie III – Résultats volet numérique).

La compétence « Identifier » est la mieux réussie quel que soit le groupe de niveau considéré. La tâche de l'élève consiste à reconnaître le caractère mathématique d'un énoncé et choisir la bonne réponse parmi les propositions d'un questionnaire à choix multiple. Les performances constatées augmentent du groupe inférieur à 1 au groupe 3 et plafonnent à plus de 90 % d'items réussis dès ce groupe. Cette compétence semble maîtrisée à partir du groupe 3 dans la mesure où les notions de mathématiques et la présentation des items correspondent à l'exigence de fin d'école.

Les compétences « Traiter » et « Produire » présentent une augmentation des performances du groupe inférieur à 1 au groupe 5 avec un saut important entre les groupes 2 et 3. Nous constatons que les groupes inférieurs à 1, 1 et 2 réussissent moins d'un item sur trois de ces compétences alors que dès le groupe 3 plus d'un item sur deux est réussi. Pour ces deux compétences, le « saut » en terme de pourcentage de réussite entre les groupes 2 et 3 correspond à la distinction entre les élèves en difficultés et ceux qui ont acquis les bases leur permettant de profiter des enseignements ultérieurs prodigués au collège.

Ces deux compétences correspondent à l'analyse, la compréhension des données, au traitement de celles-ci en vue de choisir une réponse (Traiter) ou d'écrire en autonomie une réponse (Produire). Ce qui différencie ces deux compétences, c'est la forme de réponse demandée à l'élève. Dans le premier cas, l'élève est tributaire des propositions de la question à choix multiple. Il doit activer sa mémoire de rappel par rapport au traitement qu'il a effectué afin de choisir la bonne réponse sans tomber dans les pièges tendus (réponses plausibles, réponses correspondant à une erreur caractéristique...). Dans le second cas, l'élève doit écrire un résultat ou mettre en œuvre une rédaction structurée en autonomie notant par exemple les différentes étapes de son cheminement.

Les élèves du groupe 5, présentant les plus forts pourcentages de réussite, ne réussissent pas tous les items de ces deux compétences. Cette constatation est logique, car il est toujours possible de présenter les items de telle sorte que le traitement ou sa restitution sous forme écrite soit difficile. Les items dits « Hors échelle » illustrent bien ce phénomène. Le problème « l'aquarium » **(Figure 2.10)** nécessite de la part des élèves la compréhension de la situation :

- cet aquarium est rempli à moitié, l'élève doit appliquer un facteur « diviser par 2 » ;
- il s'agit d'un volume, l'élève doit activer la notion de volume ;
- il faut mettre en œuvre le calcul du volume, l'élève doit connaître la formule du volume d'un pavé droit ;
- plusieurs étapes structurent le problème, l'élève devra associer ces étapes ;

Le cumul de ces éléments explique les difficultés rencontrées par les élèves et le faible taux de réussite : 4,7 % des élèves ayant passé cet item ont correctement répondu.

2.2.2 REGARD PORTÉ SUR LES CHAMPS MATHÉMATIQUES

L'analyse des réussites montre que tous les champs mathématiques sont représentés dans tous les groupes de niveaux **(Figure 2.11)**. En d'autres termes, en fonction de la difficulté des items, il est toujours possible, dans tous les champs mathématiques, de trouver des items réussis par les élèves, même ceux de bas niveau.

Le champ « Connaissance des entiers naturels » présente une augmentation du taux de réussite du groupe inférieur à 1 au groupe 3. Dès ce groupe, ce sont 92 % des items de ce champ qui sont réussis. Nous constatons un saut important avec le groupe 2 dont les élèves réussissent moins d'un item sur deux.

Le champ « Fractions et nombres décimaux » présente une augmentation régulière du groupe inférieur à 1 au groupe 5. Nous constatons des réussites dès le groupe inférieur à 1. Celles-ci s'expliquent par la mise en œuvre d'items proches du quotidien scolaire des élèves : positionnement d'un nombre décimal sur une règle graduée ou calcul d'une addition de nombres décimaux dont les parties décimales présentent le même nombre de chiffres.

Le champ « Calcul » montre une augmentation régulière du groupe inférieur à 1 au groupe 5. Les élèves du groupe 4 réussissent plus de neuf items sur dix. C'est à partir du groupe 2 que les pourcentages de réussite de ce champ sont intercalés entre ceux du champ « Connaissance des entiers » (mieux réussi) et ceux du champ « Fraction et nombres décimaux » (moins bien réussi). L'explication est assez directe : les calculs sont basés sur les nombres ; les élèves peuvent être « à l'aise » avec les nombres entiers et les utiliser dans les calculs, mais éprouver des difficultés lors de la mise en œuvre de calcul mettant en jeu des nombres décimaux. Ce n'est qu'au groupe 5 que les réussites sont équivalentes dans ces trois champs et atteignent près de 100 %.

Le champ « Géométrie » présente une augmentation du taux de réussite du groupe 1 au groupe 4. Dès ce groupe, ce sont 95 % des items de ce champ qui sont réussis. Nous constatons un saut important avec le groupe 2 dont les élèves réussissent moins d'un item sur deux. Les élèves du groupe 5 réussissent près de 100 % des items de ce champ. Néanmoins, nous constatons des réussites dès le groupe inférieur à 1. Celles-ci s'expliquent par la mise en œuvre d'items proches du quotidien scolaire des élèves : traçage sur des pavages ou production d'un dessin symétrique par rapport à un axe vertical.

Le champ « Grandeurs et mesures » présente une augmentation du taux de réussite du groupe inférieur à 1 au groupe 5. Dès ce groupe, ce sont 92 % des items de ce champ qui sont réussis. Nous constatons un saut important avec le groupe 2 dont les élèves réussissent moins d'un item sur deux. Néanmoins, nous observons des réussites dès le groupe inférieur à 1. Celles-ci s'expliquent par la mise en œuvre d'items proches du quotidien des élèves : connaissances associées aux heures ou l'ordre de grandeur d'objets usuels. Ce champ ne présente pas de réussite à 100 % pour les élèves du groupe 5. Un certain nombre d'items mettant en jeu des mesures de capacités ou nécessitant des conversions **(Figure 2.12)** n'ont pas été réussis.

Le champ « Organisation et gestion de données » est le champ le moins bien réussi quel que soit le groupe considéré. Il présente une augmentation du taux de réussite du groupe 1 au groupe 5. C'est dans ce champ qu'est traitée la proportionnalité. Si les exercices simples de proportionnalité sont réussis, lorsqu'il s'agit de mettre en œuvre une quatrième de proportionnelle, ceci est plus délicat même pour les élèves du groupe 5 **(Figure 2.13)**.

Point d'étape

Trois champs sont mieux réussis que les autres chez les élèves des groupes « inférieur à 1 », 1 et 2. Ces champs renvoient à la connaissance des nombres et aux grandeurs et mesures.

Le champ grandeurs et mesures est un des moins bien réussi aux groupes 4 et 5. Ceci renvoie à des items mettant en jeu des unités moins usitées dans les classes (dl, hl, …) ou à des notions peu explicitées (échelles, vitesse moyenne).

Le champ « organisation et gestion de données » est celui le moins réussi quel que soit le groupe. Ceci renvoie à l'utilisation de documents dans lesquels les élèves doivent puiser des éléments pour venir répondre aux questions. Nous sommes proches ici de tâches complexes.

FIGURE 2.9 Réussite (en %) par compétences du groupe inférieur à 1 au groupe 5

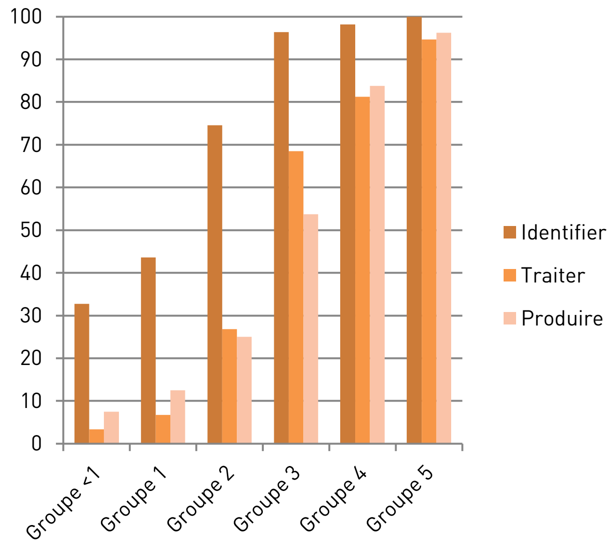
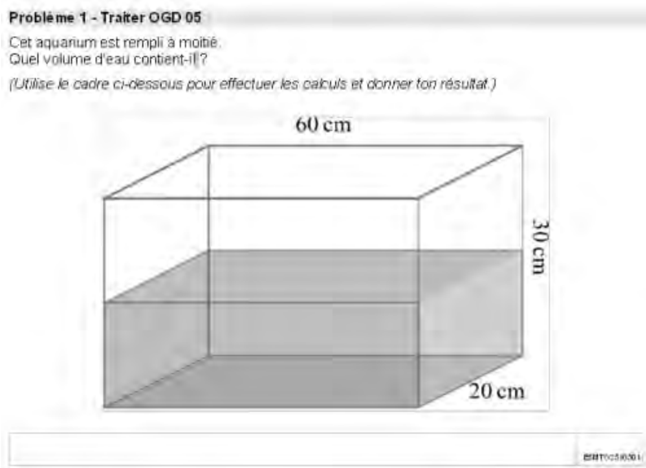


FIGURE 2.10 Problème « Hors échelle »


Problème 1 - Traiter OGD 05

Cet aquarium est rempli à moitié.
Quel volume d'eau contient-il ?

(Utilise le cadre ci-dessous pour effectuer les calculs et donner ton résultat.)

FIGURE 2.11 Réussite (en %) par champs mathématiques du groupe inférieur à 1 au groupe 5

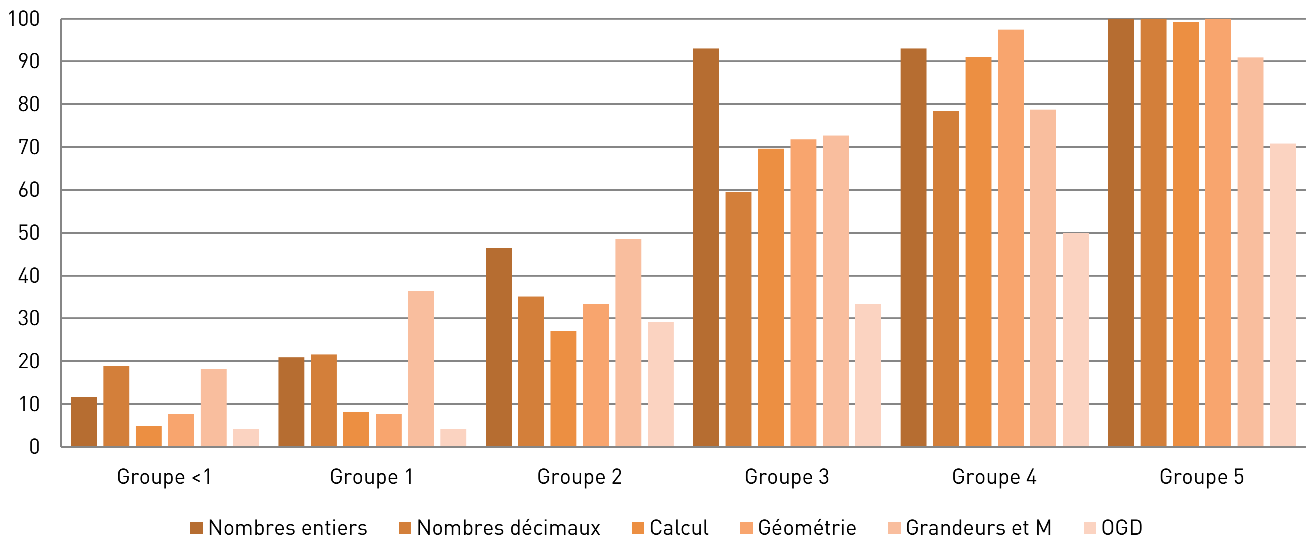
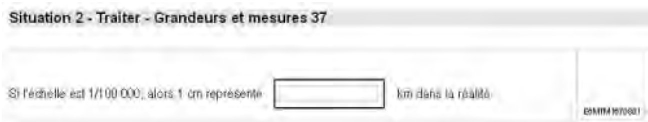
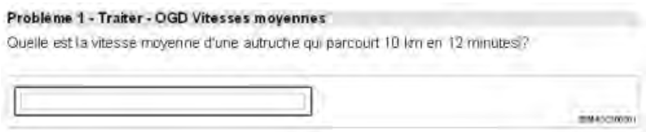


FIGURE 2.12 Problème « Hors échelle »


Situation 2 - Traiter - Grandeurs et mesures 37

Si l'échelle est 1/100 000, alors 1 cm représente ______ km dans la réalité.

FIGURE 2.13 Problème « Hors échelle »


Problème 1 - Traiter - OGD Vitesses moyennes

Quelle est la vitesse moyenne d'une autruche qui parcourt 10 km en 12 minutes ?

2.3 COMPARAISON 2008-2014

L'évaluation Cedre en fin d'école comporte deux volets.

Le premier volet, « classique », propose aux élèves des situations mathématiques regroupées dans des cahiers. L'analyse de ce volet a conduit à l'élaboration de l'échelle Cedre des acquis des élèves ainsi qu'à la comparaison entre les évaluations de 2008 et de 2014 ; objet de cet article.

Le second volet, « numérique », propose des situations mathématiques regroupées dans des modules informatiques.

L'évaluation Cedre en fin d'école met en exergue deux constats :

- Le premier est celui d'une grande stabilité du score moyen entre 2008 et 2014 **(Figure 2.14)**. Il passe de 250 points à 248,6 points en 2014, ce qui ne traduit pas un écart statistiquement significatif.

- Le second concerne la répartition des élèves dans les différents groupes ou selon le type de population qu'il représente. Le score évolue entre les deux prises d'information.

2.3.1 REGARD SUR LA RÉPARTITION DANS LES GROUPES DE PERFORMANCES (FIGURE 2.15)

L'échelle Cedre présente trois grandes parties. Dans la partie « haute » de l'échelle, les élèves détiennent de façon optimale les acquis attendus en fin d'école primaire. Dans la partie « médiane », les élèves ont acquis les bases nécessaires pour poursuivre avec profit leur cursus au collège. Dans la partie « basse », les élèves présentent une maîtrise fragile des connaissances et des compétences ; certains d'entre eux se retrouvent en très grande difficulté à la fin de l'école primaire.

Les groupes « inférieur à 1 », 1 et 2 ainsi que les groupes 4 et 5 voient leurs effectifs augmenter tandis que celui du groupe 3 diminue significativement. Ce dernier groupe joue le rôle de « réservoir » qui perd 2,7 %* de son effectif au profit des groupes de niveau inférieur 1,9 % et des groupes de niveau supérieur 0,8 %. Le groupe inférieur à 1 augmente de 1,1 %*, grossissant l'effectif des élèves en difficulté.

2.3.2 REGARD SUR LES POPULATIONS ÉCHANTILLONNÉES (FIGURE 2.16)

- La répartition par sexe

Le score des garçons est resté stable entre les deux prises d'information. Comme dans plusieurs enquêtes traitant des mathématiques (cf. Cedre Collège), leur score est supérieur à celui des filles ; plus 9 points sur 250.

La répartition des garçons dans les groupes de niveau est stable, excepté pour le groupe 3 où une baisse significative de 4 %* est constatée. Le score des filles a légèrement diminué passant de 247 à 244 points en 2014. La répartition des filles dans les groupes est stable excepté pour le groupe inférieur à 1 où une hausse significative de 1,5 %* est constatée.

- La répartition selon le parcours des élèves

Nous constatons une baisse du score des élèves en retard de 11,7* points par rapport à celui de 2008 ; néanmoins, l'effectif de ces élèves a diminué passant de 15,3 % à 11,4 %. La répartition de ces élèves dans les groupes varie : une augmentation dans les groupes de bas niveau (8,1 %* pour le groupe inférieur à 1 et 5,8 %* pour le groupe 1), et une diminution dans le groupe 3(10.6 %*). En tenant compte de l'évolution de cette répartition, nous pouvons inférer que ces élèves se trouvent en grande difficulté. Les performances des élèves « à l'heure » ne présentent pas de fluctuation entre 2008 et 2014. Entre les deux passations, la proportion des élèves « à l'heure » a augmenté de 4 %, sans que cette hausse ait d'incidence sur la répartition des élèves dans les différents groupes. L'accroissement de l'effectif des élèves « à l'heure » est la conséquence directe de la baisse de l'effectif des élèves « en retard » dans le contexte d'une diminution des redoublements. Le contraste s'accentue donc entre les élèves « à l'heure » et ceux en retard dans ce même contexte.

- La répartition selon le type d'école

La dispersion des résultats entre élèves s'accroît dans les établissements publics en éducation prioritaire, mais aussi dans le secteur privé, comme en témoigne l'évolution des écarts-types présentés dans la figure 3. Le contraste s'accentue entre les élèves des groupes les plus extrêmes. Pour les écoles en éducation prioritaire, les effectifs des groupes de bas niveau (groupes inférieurs à 3) augmentent et ceux de haut niveau (supérieurs à 3) restent relativement stables. C'est le phénomène inverse qui est constaté dans le secteur privé avec une hausse de l'effectif des élèves du groupe 5 et une relative stabilité du nombre d'élèves dans les groupes les plus faibles.

- La répartition selon l'indice de position sociale

Ne disposant pas de données concernant la PCS des parents à l'école primaire, nous avons cependant calculé l'indice de position sociale moyen (IPS) de chaque école, à partir des données disponibles pour les collégiens sur leur école d'origine. Cette approche nous permet de caractériser les écoles de l'échantillon et de croiser leur niveau social avec les performances des élèves. Pour les échantillons de 2008 et 2014, la moyenne de l'IPS a été calculée pour chaque école évaluée. Nous obtenons ainsi une distribution de l'indice découpé selon quatre groupes égaux, le premier ayant la valeur la plus faible. Pour chaque groupe, nous calculons le score moyen en mathématiques obtenu par les élèves des établissements correspondants **(Figure 2.17)**. L'analyse des scores moyens selon ces quatre groupes montre que les scores les plus élevés sont observés dans les groupes constitués des établissements dont l'indice social est le plus haut. Entre 2008 et 2014, le score moyen des élèves baisse dans les deux premiers groupes, mais pas dans les troisièmes et quatrièmes, ce qui souligne un accroissement des inégalités. Les performances des élèves restent donc fortement liées à l'origine sociale, confirmant ainsi les constats effectués depuis de nombreuses années, notamment avec les évaluations internationales.

*Écarts statistiquement significatifs.

FIGURE 2.14 Scores comparés 2008-2014

Année	Score moyen	Écart-type
2008	250,0	50,0
2014	248,6	52,3

FIGURE 2.15 Scores par groupe 2008-2014

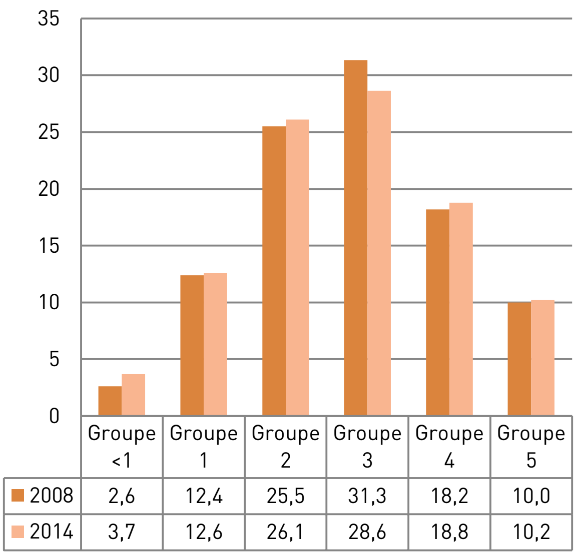


FIGURE 2.17 Indice de position sociale

Indice moyen de la classe	Année	Score moyen	Écart-type
1er quartile	2008	240	50
	2014	229	48
2e quartile	2008	249	53
	2014	245	51
3e quartile	2008	249	49
	2014	254	51
4e quartile	2008	261	46
	2014	266	52

FIGURE 2.16 Répartition (en %), score moyen en mathématiques et répartition entre les groupes de niveaux en 2008 et 2014

	Année	Répartition	Score moyen	Écart-type	Groupe <1	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5
Ensemble	2008		250,0	50,0	2,6	12,4	25,5	31,3	18,2	10,0
Ensemble	2014		248,6	52,3	3,7	12,6	26,1	28,6	18,8	10,2
Garçons	2008	51,0	253,0	51,2	2,7	11,8	23,5	32,0	18,1	12,0
Garçons	2014	51,0	253,4	53,5	3,3	11,9	23,9	28,0	20,3	12,6
Filles	2008	49,0	246,8	48,5	2,6	13,0	27,6	30,6	18,2	7,9
Filles	2014	49,0	243,6	50,6	4,1	13,4	28,4	29,3	17,2	7,7
Élèves en retard	2008	15,3	214,8	40,6	6,5	25,8	39,7	23,4	3,1	1,6
Élèves en retard	2014	11,4	203,1	43,4	14,6	31,6	35,0	12,8	4,4	1,5
Élèves « à l'heure »	2008	84,7	256,4	48,9	1,9	10,0	22,9	32,8	20,9	11,5
Élèves « à l'heure »	2014	88,6	254,4	50,5	2,3	10,2	24,9	30,7	20,6	11,3
Public hors EP	2008	70,7	252,7	51,0	2,4	11,9	24,0	31,6	18,8	11,3
Public hors EP	2014	72,0	250,0	52,3	3,6	11,9	25,8	28,8	19,4	10,4
EP	2008	13,6	232,2	45,4	4,6	18,0	33,2	27,8	12,2	4,2
EP	2014	12,9	228,4	49,7	6,5	21,4	31,5	24,7	11,0	4,8
Privé	2008	15,7	253,2	46,0	1,7	9,5	25,6	33,3	20,7	9,2
Privé	2014	15,1	259,5	50,2	1,7	8,4	22,8	31,0	22,4	13,8

Partie III
Résultats volet « numérique »

3.1 ÉCHELLE CEDRE NUMÉRIQUE

L'évaluation Cedre en fin d'école comporte deux volets.

Le premier volet, « classique », propose aux élèves des situations mathématiques regroupées dans des cahiers. L'analyse de ce volet a conduit à l'élaboration de l'échelle Cedre des acquis des élèves ainsi qu'à la comparaison entre les évaluations de 2008 et de 2014.

Le second volet, passé sur ordinateur, se compose d'items au format numérique constitués par :

- des items repris à l'identique (dématérialisés) de l'évaluation « compétences de base » ;
- d'autres items inédits basés sur des documents multimédias.

L'analyse de ce volet a permis de positionner, dans chaque groupe de l'échelle Cedre, les items numériques et ainsi de compléter leur descriptif.

Une analyse complémentaire a été réalisée ; elle concerne les items qui ont été « dématérialisés » sous forme numérique, c'est-à-dire que le contenu a été numérisé – document de présentation, consigne et propositions de réponses en restant au plus proche de la version « papier ». Ces items passés selon les deux modalités « papier » et « numérique » permettent de comparer les acquis des élèves selon le format de passation de l'évaluation (cf. : article dématérialisation).

Cette analyse considère tous les items proposés aux élèves sur support numérique et les positionne sur échelle Cedre **(Figure 3.1)**. La méthodologie employée pour déterminer le classement des items « papier » est reprise à l'identique pour les items « numériques ». Nous disposons pour le support numérique d'une série ordonnée de l'item le plus facile à l'item le plus difficile. Il est alors possible de décrire les acquis des élèves dans le domaine du numérique en fonction des groupes. Il s'agit d'observer où se situent ces items sur l'échelle Cedre et d'appréhender au mieux les différences de performance induites par la forme de l'exercice, le matériel informatique utilisé et d'identifier par là même les compétences (notionnelles et numériques) mises en jeu.

Descriptif des items numériques

Trois types d'items constituent l'évaluation sur support numérique :

- les items de compétences de base : il s'agit d'items issus des évaluations « Indicateurs de la LOLF » que les élèves ont passées de 2007 à 2012 sur support « papier ». Ces items ont été « dématérialisés » sous forme numérique ;
- les items de calcul mental : ces items proposent à l'élève un calcul qui s'affiche à l'écran puis disparaît. Ils doivent alors dans un temps contraint produire une réponse à l'aide du clavier de l'ordinateur ;
- les items d'OGD : il s'agit de situations mathématiques plus complexes qui se basent sur des documents multimédias et comportent des problèmes, des tableaux à double entrée, des vidéos et des simulations. Les élèves doivent prendre des informations dans ces documents et répondre à des questions sous divers formats – QCM, série de « vrai/faux » ou production d'un résultat en autonomie.

La méthodologie Cedre permet d'obtenir une série ordonnée d'items – du plus facile au plus difficile – et de les projeter sur les six groupes de l'échelle Cedre 2014. Le positionnement des items permet l'analyse des réussites et des échecs des élèves dans les différents groupes des acquis des élèves.

Échelle Cedre « numérique »

Pour chaque groupe, nous rappelons synthétiquement ce que savent faire les élèves dans le domaine des mathématiques.

Nous confrontons alors ces compétences avec celles observées sur le support numérique afin de dégager des différences qui pourront être imputées au passage sur support numérique. Nous pointerons les compétences nouvelles apparues avec le numérique.

Groupe inférieur à 1 (3 ,7 % des élèves)

Ces élèves peuvent répondre ponctuellement à quelques items simples. Les réussites observées se fondent essentiellement sur des situations ayant trait à la vie courante – « estimer la taille d'objets usuels » –, à des pratiques scolaires ancrées – « repérer si une figure est symétrique par rapport à un axe vertical » –, donner une réponse par lecture directe – « lecture d'un nombre sur une règle graduée » – , « Compléter une suite de nombres entiers » **(Figure 3.2)**.

L'évaluation sur support numérique montre des réussites qui se basent uniquement sur les aspects perceptifs : reconnaissance de formes ou de chiffres. Les tâches proposées sont uniquement de type réponse à un stimulus *via* une question à choix multiple ne comprenant que trois propositions. Nous pouvons noter que les élèves ne réussissent pas ce même type de question lorsqu'un distracteur fort est proposé.

Groupe 1 (12,6 % des élèves)

Ces élèves ont des connaissances des nombres qui leur permettent la mise en œuvre d'opérations (additions et soustractions), néanmoins l'utilisation des retenues dans la soustraction n'est pas acquise. La construction du nombre en classes n'est pas solide, ils maîtrisent la « comptine » des nombres, mais ils ont des difficultés en dehors de l'ordre croissant. Les réussites observées s'appuient essentiellement sur des automatismes scolaires. Certains de ces mécanismes leur permettent de réussir des problèmes additifs directs qui ne nécessitent qu'une seule étape pour leur résolution. Ils sont capables de mettre en œuvre des instruments de mesure pour comparer des segments. Ils maîtrisent la lecture de l'heure.

L'évaluation sur support numérique montre des réussites uniquement basées sur les items de l'ensemble « compétences de base » **(Figure 3.3)**. Des réussites sont constatées pour des items présentant des distracteurs forts ; les élèves sont capables de repérer des nombres sur une échelle graduée et de répondre à des questions à choix multiples comportant plus de trois propositions.

Groupe 2 (26,1 % des élèves)

Ces élèves ont des connaissances sur les nombres entiers qui leur permettent de réussir un certain nombre de problèmes de type additif, voire soustractif, sans étape intermédiaire. Ils complètent une suite de nombres décimaux au dixième avec le passage à l'unité supérieure. Ils sont capables d'identifier des droites perpendiculaires. La réussite à quelques items éloignés des pratiques scolaires montre les premiers signes de transfert de compétences et l'adoption d'une stratégie pour résoudre une situation nouvelle. Ils traitent l'information et sont capables de retrouver un résultat correct, mais ils échouent quand il s'agit de produire une réponse en autonomie.

C'est le premier groupe dans lequel on constate des réussites sur des items relevant d'un document multimédia. Les élèves devaient observer une simulation à plusieurs étapes dans laquelle à un nombre d'objets était ajouté sept ; la dernière étape étant manquante, nous demandions aux élèves combien y aurait-il d'objets. Toute la simulation se déroule sur le même écran et seule une action de type « clic bouton » permet de lancer les étapes successives. Nous sommes, ici, dans l'ajout d'un nombre pour obtenir une somme. De ce point de vue les élèves de ce groupe sont en réussite face à des problèmes de type additif. Ils sont capables de trouver l'algorithme qui conduit au résultat.

Les élèves réussissent aussi des items pour lesquels ils doivent lire à l'écran des tableaux à double entrée **(Figure 3.4)** ou des éléments mettant spatialement en jeu des nombres telles les additions à trous. Dans le cas où tous les éléments sont présents à l'écran, ils n'ont pas à mobiliser leur mémoire pour trouver une information directement disponible.

Groupe 3 (28,6 % des élèves)

Ces élèves ont une connaissance solide des nombres entiers et une première connaissance stable des nombres décimaux. Ils ont une pratique du calcul avec les quatre opérations et manient des notions comme le double et la moitié d'un nombre, le tiers d'un entier et le multiple de trois. S'ils sont capables de résoudre des problèmes de proportionnalité qui ne mettent pas en jeu des unités spécifiques, leurs acquis restent fragiles lorsqu'il s'agit de produire en autonomie une réponse. Ils font preuve d'une première culture mathématique et d'une bonne connaissance du vocabulaire spécifique en géométrie. Ces élèves maîtrisent une grande partie des connaissances et des compétences exigibles à la fin de l'école.

C'est à partir de ce groupe qu'on constate des réussites basées sur des réponses écrites au clavier **(Figure 3.5)**. Cela concerne des exercices de calcul mental pour lesquels les élèves devaient dans un temps contraint attendre le stimulus (un calcul proposé à l'écran et qui disparaissait), puis répondre à l'aide du pavé numérique dans un temps donné. Ceci témoigne d'une capacité à contrôler rapidement un processus et à mettre en œuvre une stratégie de réponse.

Groupe 4 (18,8 % des élèves)

Ces élèves sont capables de faire un traitement fin de l'information, de réussir des problèmes utilisant la proportionnalité lorsque les mesures de longueur sont explicites, et lorsque la relation additive est évidente. Ils sont capables de mettre en œuvre des stratégies évoluées, de résoudre des problèmes complexes et de produire des réponses en autonomie pour des situations peu fréquentes en classe. Ces élèves ont acquis la majeure partie des connaissances et des compétences exigibles en fin d'école.

Les élèves de ce groupe montrent une capacité à traiter plus d'éléments et des éléments de complexité plus grande. C'est à partir de ce groupe que l'on constate des réussites basées sur des divisions. Les élèves en ont intégré le sens et la technique et peuvent rapidement les mettre en œuvre dans les situations numériques proposées.

Des items proposaient des vidéos **(Figure 3.6)** avec notamment la transformation dynamique d'un angle. Ces vidéos nécessitaient plusieurs visionnages voire une très grande capacité de mémorisation de ces dernières pour détecter le passage d'un angle aigu à un angle obtus en passant par l'angle droit.

Enfin ces élèves ont des réussites qui témoignent d'une maîtrise du langage plus affinée.

Groupe 5 (10,2 % des élèves)

Ces élèves manient habilement les concepts mathématiques de fin d'école primaire. Cela leur permet de prendre du recul dans les situations nouvelles proposées, de gérer une masse d'information plus grande, de sélectionner les éléments utiles de ceux « accessoires », d'imaginer des solutions et de produire un travail en autonomie. Quelques items leur résistent : il s'agit d'items dont les notions seront revues ultérieurement au collège (formules de solides ou calcul de vitesse moyenne). Ces élèves font preuve d'expertise dans les compétences et connaissances de fin d'école primaire ; ils maîtrisent tous les champs du programme et font preuve de capacité d'abstraction, de rigueur et de précision. Ces élèves ont acquis l'ensemble des connaissances et des compétences exigibles en fin d'école primaire.
Les élèves de ce groupe montrent une capacité plus grande à traiter des éléments plus complexes et à intégrer toutes les notions mathématiques mises en jeu en fin d'école primaire. Leur niveau en calcul mental leur permet de réussir des items sans avoir recours à un calcul posé (bien que celui-ci soit autorisé sur une feuille de brouillon).

Ils montrent des capacités de transfert et notamment ils sont capables de trouver des algorithmes multiplicatifs **(Figure 3.7)** leur permettant de répondre à des simulations complexes.

Remarque pour des items « hors échelle »

Néanmoins certains items « résistent » ; la probabilité de les réussir est faible même pour les élèves les plus aguerris du groupe 5.

Ces items ont de deux caractéristiques :

- soit il y a une accumulation de détails demandés (conversion puis comparaison) dans une série de cinq « vrai/faux ». Dans ce cas de figure, l'élève pour obtenir une réussite doit répondre correctement à l'ensemble de la série ;
- soit des items dont la présentation perturbe les élèves au point de les conduire à un échec alors que, sur un support papier, ils seraient en réussite. Nous pensons notamment à des items de calcul mental du type « 3 x 2,5 » pour lesquels les élèves ont dû avoir du mal à présenter leur résultat au clavier.

Premières constatations liées au support utilisé

En ce qui concerne les compétences testées sur des items dématérialisés à l'identique, les performances des élèves ne traduisent pas d'écart significatif entre un item passé sur support « papier » et le même passé sur support « numérique » (cf. article dématérialisation).

Ceci nous a amenés à nous poser deux questions :

- les connaissances et les compétences ont-elles un lien avec la technologie mise en œuvre ?
- la technologie mise en œuvre a-t-elle un effet en retour sur les notions mathématiques ?

La première question nous incite à porter notre regard sur les notions mathématiques et leur variabilité selon le support ; la seconde nous permet d'observer en quoi le support à un poids sur la discipline.

Des notions qui diffèrent selon le support

Pour chaque champ du programme de mathématiques en fin d'école nous avons essayé de trouver des situations qui témoignent du changement de notion entre le support « papier » et « numérique ». Ces exemples ne cernent pas un ensemble exhaustif de cas, mais tentent d'approcher les critères, les outils ou les pratiques qui induisent des notions mathématiques.

Géométrie Tracer un cercle de centre O et de rayon 4 cm
Sur le format papier, la réussite à ce type d'item passe par la notion de centre et celle de la distance au centre (rayon). De plus, elle dépendra aussi de la réalisation témoignant d'une dextérité à manier un outil (tracé fermé, sans reprise et soin apporté à la réalisation). L'instrument utilisé est le compas qui est réduit ici à sa fonction de « traceur de cercle ». À noter qu'il est rarement utilisé pour le report de distance à l'école.
Sur le format numérique, il est possible de reprendre les mêmes notions : cercle centre et rayon. En utilisant un logiciel de géométrie dynamique, il faut alors positionner le point O sur l'écran et donner la mesure du rayon (la mesure est entrée dans une zone de texte). Le tracé est immédiat, correct et soigné.
Ces deux procédures montrent que l'adaptation directe d'un support à l'autre n'est pas automatique et les notions en jeu, si elles sont identiques, ne s'appliquent pas de la même façon.
Avec un logiciel de géométrie dynamique, il est aussi possible de tracer un cercle en utilisant d'autres procédures (par exemple la possibilité de construire un cercle passant par trois points) ce qui permet de travailler de nouvelles propriétés concernant le cercle.

Grandeurs et mesures « Le segment [A, B] à une mesure de x cm : vrai ou faux ? »
Sur le format papier, l'utilisation de la règle graduée est porteuse de la propriété d'alignement ainsi que d'un système d'unités permettant une lecture directe d'une mesure. Elle sert donc à vérifier des alignements, à tracer, à s'accoler à une équerre, à mesurer ou à reporter une longueur.
Sur le support numérique, il est nécessaire de tracer une droite ou de simuler son tracé afin de vérifier si les points sont alignés. Il faut mettre en œuvre un outil de mesure pour connaître la distance entre deux points de l'écran. À noter sur l'écran, la mesure ne peut être directe. En effet, le tracé à l'écran est une reproduction à l'échelle (qui dépend de la résolution de l'écran et du facteur de zoom appliqué). Pour obtenir le résultat mesurable, il est nécessaire d'établir une sortie imprimée.

Calcul, nombres et entiers naturels, fractions et nombres décimaux
« Un jardinier a planté 48 tulipes sur 4 rangées identiques. Combien de tulipes a-t-il plantées par rangée ? »
Les élèves avaient la possibilité d'utiliser un brouillon s'ils le souhaitaient pour effectuer les calculs. Nous constatons, pour ce type de problèmes ou plus largement sur les problèmes nécessitant des étapes qu'il n'est réussi qu'à partir du groupe 3. Nos observations nous ont montré que les élèves face à un calcul à l'écran privilégient l'utilisation du calcul mental plutôt que le calcul posé (les élèves avaient la possibilité d'utiliser une feuille de brouillon). Cette tendance se renforce lorsque le format de question est de type fermé et qu'ils choisissent une réponse parmi plusieurs propositions. Ce changement pénalise les élèves plus faibles qui ont des difficultés à mettre en œuvre le calcul mental. À noter que l'utilisation de la calculatrice n'était pas proposée ; ceci aurait pu conduire à des réussites plus nombreuses, l'évaluation Cedre en 2008 ayant montré que les élèves maîtrisent l'utilisation de la calculatrice dès le groupe 2.

Organisation et Gestion de Données (OGD)

Le support numérique a permis d'aborder des problèmes mettant en œuvre une séquentialité. Elle est marquée soit par un état initial et un état final avec un déroulé intermédiaire dynamique ; soit par une succession d'étapes dans lesquelles il faut « capter » les données et en déduire la suite.

Sur un support « papier », celle-ci est difficilement représentée. Il est possible d'utiliser une image de l'état initial et de l'état final. Dans ce cas l'élève doit imaginer ce qui se passe et fait le lien entre les deux états. Dans les propositions qui sont faites sur le support numérique, nous délivrons un phénomène continu. Les consignes sont les suivantes :

- « Observe l'animation et réponds par « Vrai » ou « Faux » à chacune des propositions ».

  Il s'agissait pour l'élève d'observer un ensemble de véhicules qui partant d'un même point arrivait à des distances différentes. Ce type de situation (état initial/état final) est réussi dès le groupe 2.

- « Observe l'animation. À chaque étape le nombre de fraises augmente. Combien de fraises seront présentes à l'étape D ? »

  À l'ouverture de la simulation, 7 fraises sont présentes. L'élève lance l'étape B, puis C et il doit en déduire D. Il s'agit ici d'un algorithme de valeur + 7 ; il est réussi à partir du groupe 3. Sur le même modèle, des algorithmes impliquant une diminution sont réussis à partir du groupe 4 et ceux mettant en jeu un facteur multiplicatif le sont uniquement au groupe 5.

Des supports qui induisent des comportements différents

Nous nous intéressons ici à la mise en œuvre de situations à l'écran. Nous distinguons deux cas particuliers dans le cadre d'une évaluation : la présentation de l'information qui donne le contexte à l'élève et les formats de questions qui induisent la tâche de l'élève.

Présentation de l'information
Elle peut être présentée de plusieurs façons. Il peut s'agir d'une page statique qui reprend à l'identique des éléments disponibles sur un exercice papier. Dans ce cas, les critères de lisibilité et de lecture « verticale » s'appliquent.

L'information peut être présentée en réseau. Plusieurs pages liées par des liens hypertextes donnent l'ensemble des informations. Dans ce cas s'ajoutent les critères de navigation.

L'information peut être présentée sous forme dynamique. Une vidéo donne à voir un phénomène ; une simulation propose les différentes étapes d'un processus...

- Dans l'évaluation Cedre nous avons utilisé la présentation statique des informations en privilégiant que cette information soit toujours présente à la vue des élèves. Nous n'avons donc pas utilisé la présentation de l'information en réseau (ce type de présentation a été étudiée dans l'évaluation « Lecture sur support numérique », *Note d'information* n° 42 – 2015.). Nous avons constaté des difficultés à la lecture de tableaux à double entrée. Les élèves sur support électronique ne peuvent pas s'aider d'une règle, ou d'un surlignage pour guider efficacement leur regard. Ils restent dans une vision perceptive et ils n'ont pas les outils pour la dépasser. C'est à partir du groupe 2 que ces difficultés s'estompent.

- Nous avons aussi proposé aux élèves des présentations dynamiques. Bien que nous ayons privilégié des outils standards pour la visualisation de vidéo et des outils de type « presse-bouton » pour les simulations, ces deux formes de présentation ont nécessité une compréhension de l'interface proposée. De plus, les élèves doivent avoir une notion de la temporalité leur permettant de penser la situation en termes de séquentialité. C'est à partir du groupe 3 que nous constatons des réussites sur ce type d'interface.

Les formats de question
Les formats de questions peuvent être catégorisés selon deux types : les formats fermés (l'élève choisit une réponse parmi les propositions qui lui sont soumises) ; les formats ouverts (l'élève produit une réponse en autonomie). Ces types de formats peuvent induire des stratégies parfois éloignées de la notion mathématique sous-jacente.

- Pour les formats fermés, la bonne réponse est toujours présente aux yeux des élèves. Ils doivent faire appel à leurs connaissances et leurs compétences, mais c'est surtout leur mémoire de rappel qui va être sollicitée au moment de la vérification du choix effectué. Si une proposition correspond à la bonne réponse supposée, l'élève peut choisir sans hésiter. Il est alors facile de « piéger » les élèves fragiles en leur proposant comme bonne réponse une étape intermédiaire ou une erreur caractéristique. Si un format ouvert avait été proposé, sans doute que l'élève aurait pu aller plus loin dans sa démarche en constatant qu'il n'avait pas atteint la fin de son exercice. Nous pouvons noter que ce biais est le même, que nous proposions l'item soit sur support papier, soit sur support numérique.

- Pour les formats ouverts, nous disposons de la réponse de l'élève sous forme écrite. Cet écrit est issu d'une frappe au clavier qui ne peut rendre compte complètement du cheminement de l'élève. En effet, sur le support numérique, il est difficile de conserver les traces équivalentes à celles produites sur un cahier de brouillon. Le résultat cache la démarche. Il est possible que certains résultats faux s'articulent autour d'étapes justes.

Point d'étape

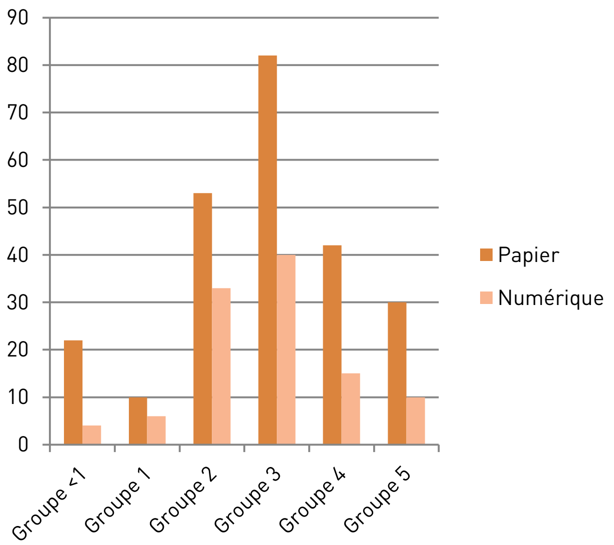
La présentation des acquis des élèves sur l'échelle Cedre indique qu'un peu plus de quatre élèves sur dix sont en difficulté lors de l'évaluation sur support numérique. Ils visualisent l'écran comme le support vertical d'une « feuille », ils peuvent être gênés par la lisibilité (tableau à double entrée, disposition de l'information à l'écran...) et par leurs acquis dans le domaine des mathématiques.

Dans la majorité des cas, la difficulté des items s'accroît et ils sont réussis à un niveau plus élevé que celui attendu.

Ces items montrent que toutes les compétences ne sont pas transférables d'un support à l'autre et notamment celles qui mettent en jeu des outils (règle, équerre, compas...) ; que de nouvelles compétences apparaissent, largement induites par le support numérique (vidéos, simulations, logiciels dynamiques...).

En ce qui concerne les documents multimédias, ils jouent un rôle de multiplicateur de difficulté. Il faut que les élèves sachent les lire et comprendre. C'est-à-dire avoir une approche globale pour caractériser le document et adapter leur lecture, naviguer au sein du document s'il y a lieu, prélever ou inférer des informations utiles pour répondre aux questions. Ces compétences ne sont observées qu'à partir du groupe 3 de l'échelle Cedre et acquises seulement au groupe 5.

FIGURE 3.1 Nombre d'items au format « papier » ou « numérique » dans chaque groupe de l'échelle Cedre



Lecture : le groupe 1 comprend dix items au format « papier » et de quatre items au format « numérique ».

FIGURE 3.2 Item caractéristique du Groupe inférieur à 1

On a rangé des nombres :

1 238 - 2 460 - 5 789 -….- 8 009 - 9 321

A la place des pointillés, on peut écrire :

1 ☐ 9 790
2 ☐ 7 347
3 ☐ 4 599

FIGURE 3.3 Item caractéristique du Groupe 1

98,99 est compris entre :

1 ☐ 91 et 92
2 ☐ 98 et 99
3 ☐ 99 et 100

FIGURE 3.4 Item caractéristique du Groupe 2

Le tableau ci-dessous présente les sommets les plus élevés de chaque continent (ou d'une partie d'un continent).

Europe de l'Ouest	Asie	Amérique du Nord	Afrique	Amérique du Sud	Europe de l'Est	Antarctique
Mt Blanc	Everest	McKinley	Kilimandjaro	Aconcagua	Mt Elbrouz	Mt Vinson
4 807 m	8 848 m	6 194 m	5 899 m	7 021 m	5 601 m	5 140 m

Le sommet le plus élevé de la planète se trouve en Europe de l'Est.

1 ☐ VRAI
2 ☐ FAUX

FIGURE 3.5 Item caractéristique du Groupe 3

Question 3 - Starter 2

81 9

FIGURE 3.6 Item caractéristique du Groupe 4

Canards - Unité 4

A chaque étape, le nombre de canards augmente.
Combien de canards seront dessinés à l'étape D ?

37/32/27...22

FIGURE 3.7 Item caractéristique du Groupe 5

Bougies - Unité 3

A chaque étape, le nombre de bougies augmente.
Combien de bougies seront dessinées à l'étape D ?

3/9/27...81

3.2 DÉMATÉRIALISATION

De 2007 à 2012, pour alimenter les indicateurs de performance du système éducatif attendus par la loi organique relative aux lois de finances (LOLF), une évaluation annuelle en fin d'école (CM2), réalisée sur échantillon, a permis d'évaluer le niveau de maîtrise des « compétences de base » en mathématiques. En 2013, dans l'optique d'une passation de ces items uniquement sur support numérique, une évaluation a été proposée (cf. Éducation & *Formations* n° 86-87 mai 2015, « Une évaluation sous forme numérique est-elle comparable à une évaluation de type « papier crayon ») et analysée au regard des différences de difficulté des items entre le support papier et le support numérique.

En 2014, nous avons proposé d'intégrer ces items à l'évaluation Cedre dans le but de les positionner sur l'échelle numérique des acquis des élèves et de les analyser comparativement avec les résultats de l'évaluation 2012, passée sur support « papier ». Cette comparaison est basée sur les pourcentages de réussites des élèves à ces items.

COMPARAISON 2012-2014

Les taux de réussite en 2012 et en 2014 sont respectivement de 81 % et 78 % de réussite. Nous constatons une performance en recul de 3 points. Deux éléments de contexte peuvent expliquer ce phénomène :

- le protocole « compétences de base » était passé sur une seule séquence en 2012 ; en 2014, ces items font partie de l'évaluation Cedre qui englobe l'ensemble des compétences devant être acquises en fin d'école ;

- en 2012, l'évaluation est passée sous forme classique c'est-à-dire avec des cahiers d'évaluation tandis qu'en 2014, les items sont proposés aux élèves sous une forme numérique.

Le graphique **(Figure 3.8)** présente en abscisses le pourcentage de réussite en 2012 (format papier) et en ordonnées le pourcentage de réussite en 2014 (le format numérique. La droite symbolise une performance identique quel que soit le support. Nous remarquons que les points s'alignent le long de cette droite ce qui traduit que les items évaluent la même dimension ; 33 sur 63 items sont situés en dessous la droite, ils correspondent à une réussite supérieure à 2 % sur le support papier ; 14 sur 63 items sont situés au-dessus la droite, ils correspondent à des items mieux réussis sur le support numérique ; 16 sur 63 items sont réussis de façon équivalente, ils sont positionnés exactement sur la droite.

Afin de dépasser cette première approche globale, nous avons observé les comparaisons selon les différents champs mathématiques. Pour chaque champ, nous essayons de trouver les critères explicatifs des différences de performances des élèves.

Géométrie (Figure 3.9)
Les items proposés aux élèves sont basés uniquement sur des aspects perceptifs : reconnaître un carré parmi plusieurs figures, un triangle rectangle, un cube, le patron d'un cube ou le dénombrement de figures simples dans une figure complexe. Ont été écartés de l'évaluation numérique les items mettant en jeu un tracé à l'aide d'un outil.

Grandeurs et mesures (Figure 3.10)
Nous ne constatons pas de différence significative excepté pour un item qui met en jeu une conversion. Cet item **(Figure 3.11)** est réussi par les élèves du groupe 2.

Connaissance des nombres entiers (Figure 3.12)
Les items de positionnement d'un nombre **(Figure 3.13)** , décomposition additive, passage d'une écriture littérale en écriture chiffrée sont mieux réussis sur le support papier. Il demande aux élèves une lecture attentive et sélective avant d'établir leur choix.

Les items pour lesquels une connaissance implique une réponse automatisée sont mieux réussis sur le support numérique.

Fractions et nombres décimaux (Figure 3.14)
La transcription identique de l'image d'une échelle graduée **(Figure 3.15)** sur écran est moins bien réussie en 2014 « numérique ». Il est probable que cette baisse de performance soit due à une faible lisibilité de l'image à l'écran – les techniques de « zoom » qui permettraient de « mieux voir » ne sont pas forcément maîtrisées par les élèves– ; de plus, les élèves « fragiles » peuvent avoir du mal à utiliser un comptage des unités à l'écran ; ils ne disposent pas d'un outil d'étayage. Sur le papier une stratégie de comptage est possible. Cet item est réussi au groupe 3 de l'échelle Cedre.

Le choix de l'encadrement **(Figure 3.16)** correspond à une première connaissance des nombres décimaux ; la tâche de l'élève est une reconnaissance globale du nombre décimal. Cet item est réussi par les élèves du groupe 2.

Calculs (Figure 3.17)
Les items de calcul nous ont interpellés sur le changement de focus effectué par les élèves lorsqu'ils ont un tel item sous leurs yeux. Ils privilégient alors le calcul mental au calcul posé. Sans doute que le média n'incite pas à avoir près de soi une feuille de brouillon, voire de basculer d'un écran à un autre pour se doter de l'aide d'une calculatrice. Il est possible aussi, que l'évaluation sous forme numérique infère une réponse rapide et que les élèves ne prennent pas le temps de prendre

des notes et de vérifier leurs productions. Dans tous les cas, l'utilisation du calcul mental pour des calculs complexes ne bénéficie pas aux élèves les plus fragiles.

Organisation et gestion de données (Figure 3.18)
Nous constatons que les performances dans ce champ mathématique sont toujours en faveur du support « papier ».

Les items mettent en œuvre **(Figure 3.19)** des transcriptions de documents, notamment des tableaux à double entrée, qui posent sans doute deux problèmes : leur lisibilité à l'écran et l'impossibilité de mettre un outil d'étayage pour aider le regard à suivre une ligne ou une colonne. Sur le papier, l'élève peut utiliser sa règle voire son doigt pour suivre les lignes directrices. C'est plus difficile ici sur un écran vertical. Là encore, les techniques de « zoom » qui permettraient de « mieux voir » ne sont pas forcément maîtrisées par les élèves.

Problèmes versus 2012 (Figure 3.20)
C'est le second champ pour lequel nous constatons des différences de performance en faveur du format « papier » **(Figure 3.21)**. Pour ces items les élèves devraient se munir d'une feuille de brouillon afin de pouvoir noter les étapes intermédiaires et effectuer les calculs nécessaires. Nous constatons que le support induit une réponse rapide qui incite les élèves à calculer mentalement pour donner une réponse « la plus rapide possible ».

Point d'étape

Deux champs « pâtissent » du passage du format « papier » au format « numérique » : organisation et gestion de données comportant les problèmes et la géométrie.

Le premier champ correspond à des items pour lesquels le passage de la feuille à l'écran nécessite une adaptation de lecture (l'élève ne lit pas de la même façon un texte posé sur sa table et un texte écrit verticalement). Les aides à la lecture de tableau, que peuvent être la règle ou le suivi avec le doigt, ne sont pas transposées sur écran.

Le second champ correspond à des items qui ne trouvent pas leur homologue d'un support à l'autre et pour lesquels les propriétés utilisées sur le papier ne sont pas transposables à l'écran (tracé d'un cercle) ou nécessite une mise en œuvre spécifique (logiciel de géométrie dynamique).

Aller plus loin

Les travaux concernant l'ensemble des items numériques ont montré que certaines compétences ne peuvent se transcrire automatiquement d'un support classique à un support numérique. Tout ce qui concerne les tracés, les vérifications d'alignement ou les mesures ne s'appliquent pas de la même façon. Parfois, ces applications peuvent dépendre de l'interface ou du logiciel utilisé qui conduit à de nouvelles pratiques. En retour, ces dernières permettent d'étudier des propriétés qui étaient moins appréhendées sur un support papier, nous pensons notamment à la possibilité de tracer un cercle à partir de trois points, à l'alignement de points grâce au tracé dynamique d'une droite, à l'approche sensible de l'échelle entre l'écran et l'impression lors de la réalisation d'un plan.

L'utilisation du clavier pour donner le résultat d'une opération n'est pas un gage de simplification systématique. Demander aux élèves de taper le résultat implique de pouvoir utiliser tous les éléments d'un clavier ou du pavé numérique. En fonction du contexte local, il est plus délicat d'utiliser l'un ou l'autre : la touche « Majuscules » doit-elle être verrouillée ? Comment inscrit-on une virgule ? Le point est-il accepté comme délimiteur de la partie décimale ? Le pavé numérique est-il activé ?

Proposer un champ de réponse libre n'est pas équivalent à une réponse effectuée dans un cadre de recherche « papier ». Les élèves inscrivent alors la réponse finale qui n'informe en rien de la démarche utilisée.

Les travaux concernant la dématérialisation – passage du support « papier » au support « numérique » – montrent que les notions mathématiques (en compétences de base) sont identiques et réussies dans les mêmes proportions.

Les différences constatées concernent plus les aspects pragmatiques. Les réussites moins bonnes constatées sur la lecture de tableau à double entrée viennent sans doute d'un manque d'étayage sur le support numérique. Pour les élèves du primaire, il n'est pas aisé de suivre à l'écran. Ils n'ont pas la possibilité de positionner une règle par exemple. D'une façon similaire, les images proposées pouvaient paraître « petites » à l'écran, mais les élèves n'ont pas le réflexe de « jouer » avec le zoom pour les agrandir.

L'évaluation sur support numérique n'est pas un mode habituel dans le quotidien de la classe, ceci peut expliquer des différences de performance. Cette évaluation numérique a permis de faire un point sur les acquis des élèves en fin d'école primaire. Les remarques qui sont remontées permettent de faire évoluer les situations d'évaluation sur support numérique. Une évaluation concernant le calcul mental et les problèmes ayant trait à la proportionnalité est à venir, elle permettra de mieux cerner les acquis des élèves dans le champ « calcul » des mathématiques.

FIGURE 3.8 Comparaison des pourcentages de réussite entre 2012 (papier) et 2014 (numérique)

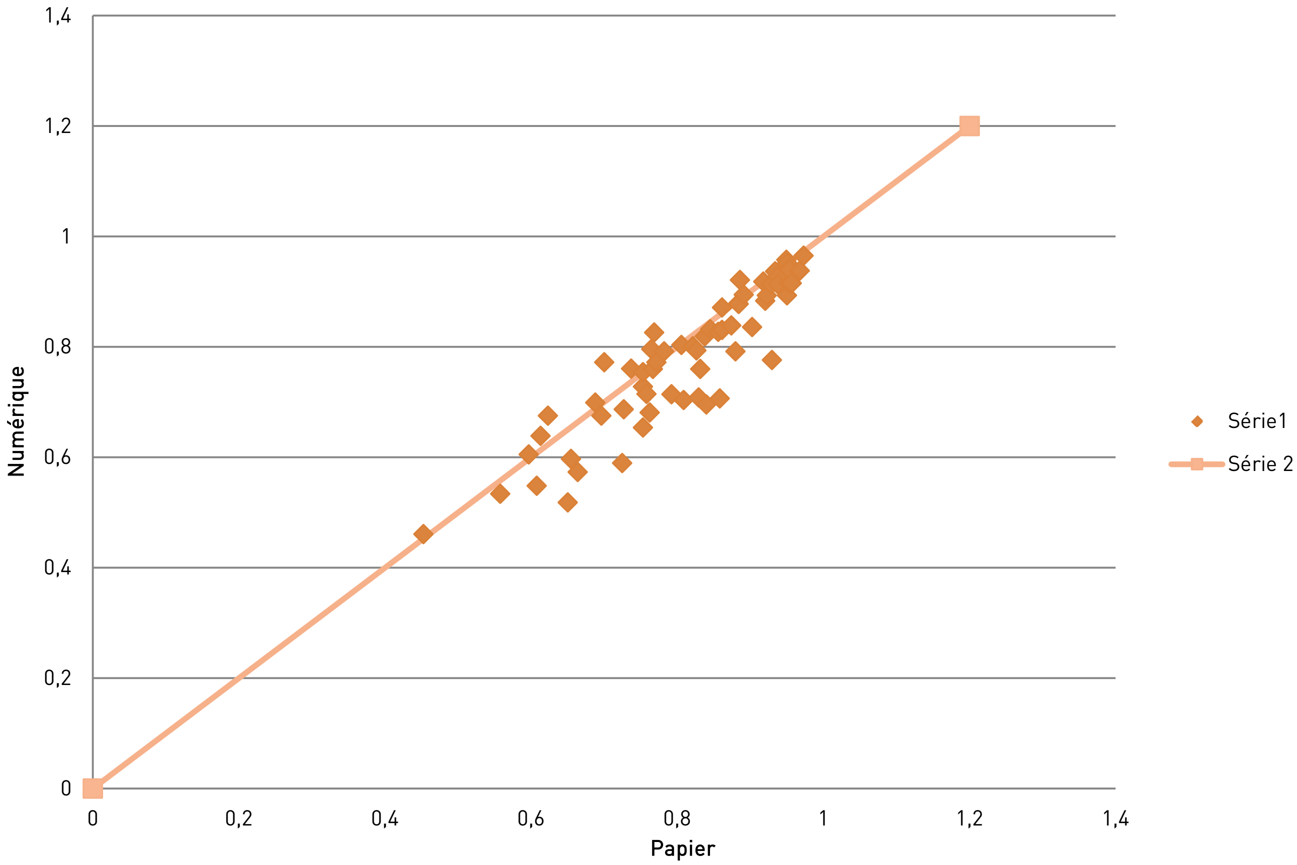


FIGURE 3.9 Pourcentage de réussite aux items de géométrie

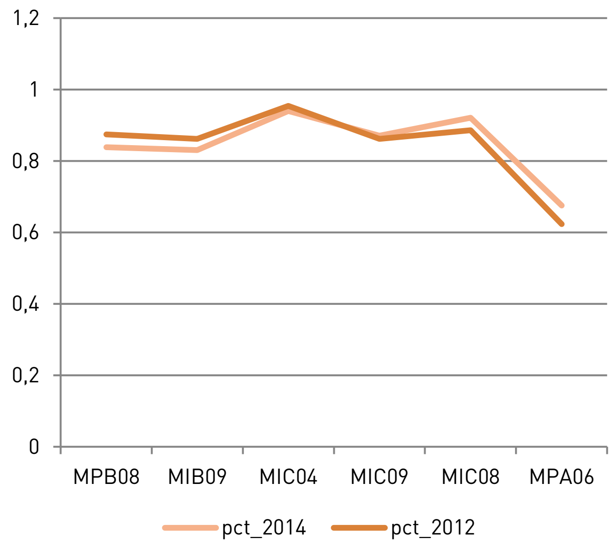


FIGURE 3.10 Pourcentage de réussite aux items de grandeurs et mesures

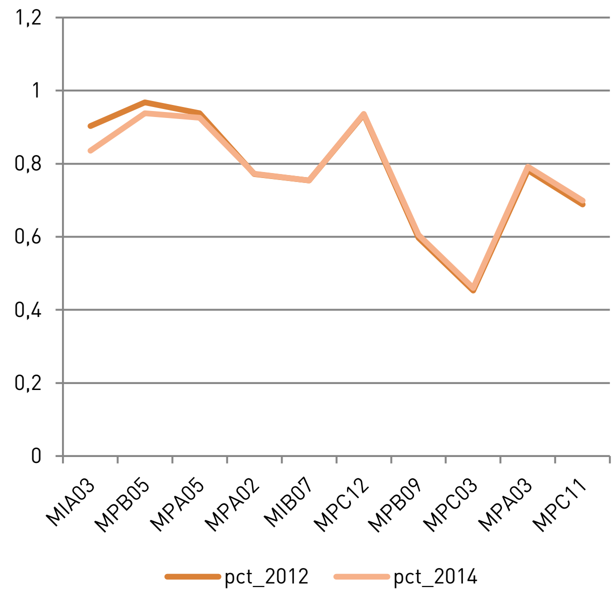


FIGURE 3.11 Item réussi par les élèves du Groupe 2

Une durée de 27 heures correspond à 1 jour et 3 heures.

1 ☐ VRAI

2 ☐ FAUX

FIGURE 3.13 Item « positionner un nombre »

On a rangé des nombres :

12 621 - 45 768 -........- 45 876 - 67 234

A la place des pointillés, on peut écrire :

1 ☐ 46 578

2 ☐ 45 987

3 ☐ 45 867

FIGURE 3.12 Pourcentage de réussite aux items de connaissance des nombres entiers

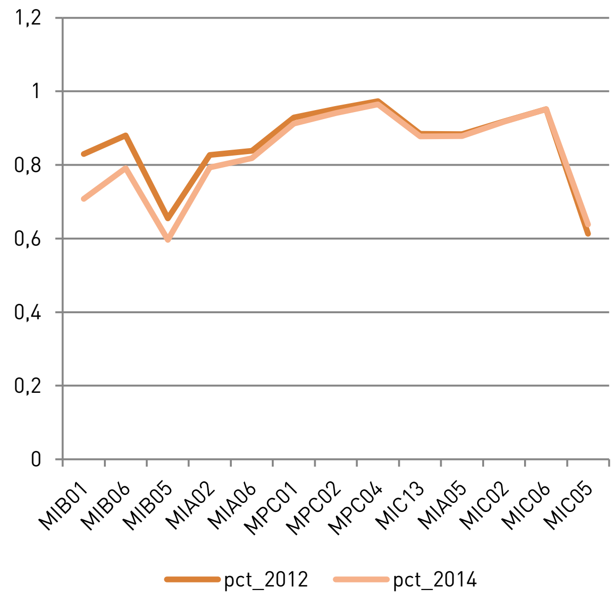


FIGURE 3.14 Pourcentage de réussite aux items de fractions et nombres décimaux

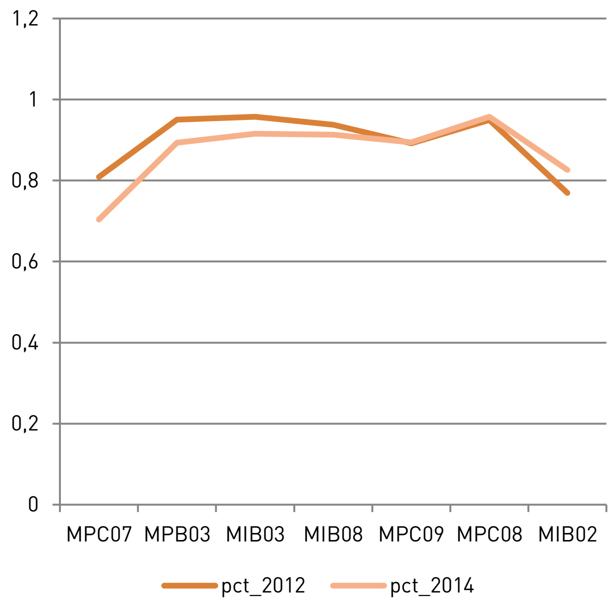


FIGURE 3.17 Pourcentage de réussite aux items de calculs

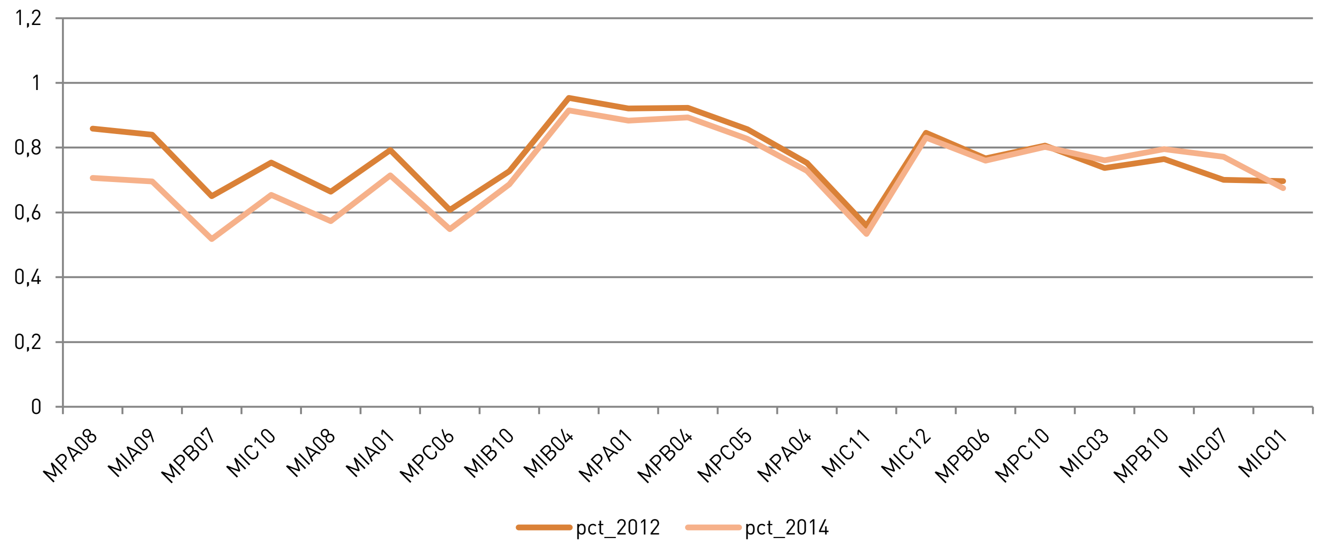
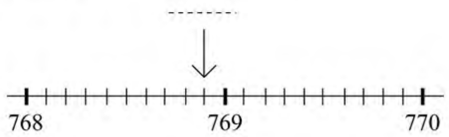


FIGURE 3.15 Item mieux réussi en « papier » qu'en « numérique ».

Quel nombre placerais-tu au dessus de la flèche ?



1 ☐ 769,1
2 ☐ 768,09
3 ☐ 768,9

FIGURE 3.16 Item mieux réussi en « numérique » qu'en « papier »

200,91 est compris entre :

1 ☐ 200 et 201
2 ☐ 2 009 et 2 010
3 ☐ 20 091 et 20 092

FIGURE 3.18 Pourcentage de réussite aux items d'organisation et gestion de données

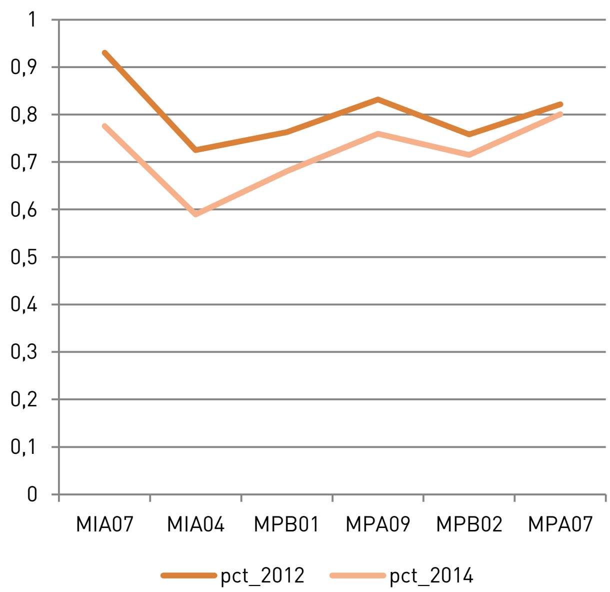


FIGURE 3.19 Transcription d'un tableau à double entrée

Observe le tableau ci-dessous.

Nombre de jours de pluie par an												
Villes	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Helsinki (Finlande)	18	16	14	12	12	13	12	16	16	17	19	19
Lisbonne (Portugal)	13	12	14	12	9	5	2	2	6	11	13	14
Athènes (Grèce)	12	11	11	9	7	4	3	3	4	9	12	13

Dans laquelle de ces villes pleut-il le moins entre octobre et janvier ?

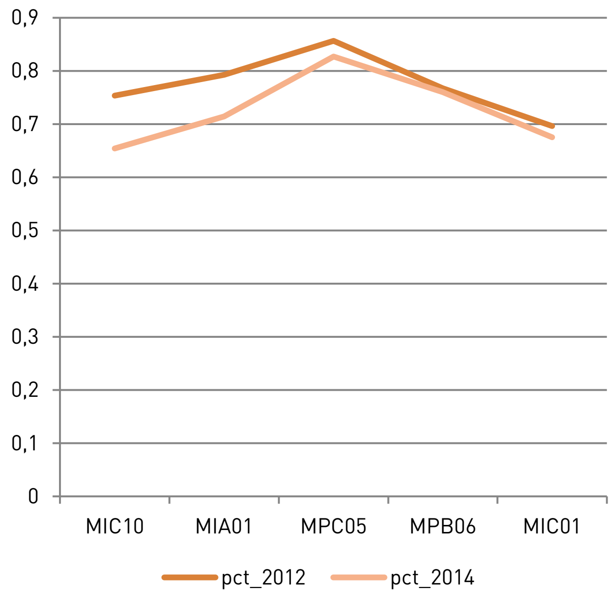
1 ☐ Athènes
2 ☐ Helsinki
3 ☐ Lisbonne

FIGURE 3.20 Pourcentage de réussite aux problèmes

Il y avait 370 personnes à la deuxième séance d'un film. Le cinéma a enregistré 456 personnes pour les deux séances.
Il y avait 86 personnes à la première séance.

1 ☐ VRAI
2 ☐ FAUX

FIGURE 3.21 Exemple d'item proposant un problème aux élèves



Partie IV
Analyses thématiques

4.1 PRÉSENTATION PARTIE THÉMATIQUE

La partie thématique de ce dossier présente les performances des élèves en les associant aux items correspondant à leur groupe d'appartenance de l'échelle Cedre. Lorsque nous disposions des productions des élèves, nous avons analysé celles-ci afin de dégager les erreurs les plus caractéristiques qui sont autant d'informations qui éclairent les acquis des élèves en fin d'école.

La partie thématique est découpée en cinq chapitres : quatre correspondent aux champs mathématiques répertoriés dans les programmes en vigueur lors de la passation (programmes de 2008) et un à l'analyse d'items qui ont été proposés à l'identique à l'école et au collège.
L'évaluation Cedre dans sa méthodologie associe à des groupes d'élèves des groupes d'items ; ce qui permet un descriptif par compétences des différents échelons de l'échelle Cedre. Chaque item est répertorié en fonction de la compétence qui est sous-jacente à sa mise en œuvre. Pour chaque item il est possible de dire à quel champ mathématique il appartient et parfois, dans l'analyse par item, il peut éclairer plusieurs champs. Par exemple, un item de calcul dans l'ensemble des nombres décimaux apporte des informations tant sur la technique opératoire, sur la mémorisation des répertoires mémorisés que sur la connaissance du système de numération. Cette partie thématique procède donc par réassemblage des items en champs mathématiques afin de compléter l'analyse des acquis des élèves aux différents degrés de l'échelle Cedre.
Ainsi, le chapitre « Nombres et calculs » informe sur les performances des élèves dans l'ensemble des entiers, puis des décimaux et enfin dans les calculs.
Les autres chapitres – géométrie, grandeurs et mesures, organisation et gestion de données – sont constitués de deux parties : l'une faisant le point sur le champ mathématiques et l'autre proposant une analyse de la production des élèves.
L'évaluation Cedre, essaie d'être la plus exhaustive possible sur les différents champs des mathématiques, mais néanmoins il reste des éléments non évalués ; ces chapitres de la partie thématiques pointent ces derniers qui seront autant de futures situations d'évaluation lors du prochain cycle Cedre.

4.1.1 NOMBRES ENTIERS

Un des objectifs de l'école élémentaire est d'apprendre aux élèves à écrire les nombres et à savoir calculer. Pour les nombres entiers, comme pour les nombres décimaux, les techniques de calcul posées reposent principalement sur des propriétés de la numération écrite chiffrée : quelles sont alors les connaissances relatives à la numération maitrisées par les élèves de fin d'école ? Comment s'articulent-elles avec leurs connaissances en calcul ? Nous nous limitons dans ce chapitre à aborder ces questions sur les nombres entiers.

Les items du champ « entiers » **(Figure 4.1)** montrent une progression des acquis des élèves du groupe inférieur à 1 jusqu'au groupe 5. Nous constatons un palier à partir du groupe 3, puis un effet de seuil au groupe 5, ce qui signifie que tous les items proposés ont une très forte probabilité de réussite pas les élèves de ce groupe.

Écriture des nombres et calculs

Nous considérons dans cette partie les items qui portent sur l'écriture des nombres (en chiffres, en lettres, avec des décompositions en puissances de dix ou avec des unités de numération) et sur le calcul, qu'il soit posé ou mental réfléchi.
Le domaine relatif à l'écriture des nombres entiers tel que nous le définissons occupe une place importante dans les évaluations Cedre fin d'école puisqu'il est représenté par 85 items qui se répartissent de la façon suivante : 21 sur l'écriture des nombres et 64 sur le calcul. Comment ces items se répartissent-ils dans l'échelle Cedre ? Quelles sont les performances des élèves dans ce domaine ?

Quels items pour évaluer ces connaissances ?

Avant de présenter les résultats, nous décrivons globalement les items qui permettent d'évaluer ce domaine ;

nous en montrerons des exemples lors de la description de l'échelle des scores.
Les 21 items relatifs à l'écriture des nombres se répartissent de la façon suivante :

- 10 sont des traductions d'écriture (passer d'une écriture en lettres à une écriture chiffrée ou réciproquement, d'une écriture en unités de numération en écriture chiffrée…) ;
- 3 demandent aux élèves de donner le cardinal d'une collection organisée ou semi-organisée en dizaines, centaines…
- 8 correspondent à des problèmes de comparaison, de rangement…

Les 64 items de calcul sont quant à eux partagés de la façon suivante :

- 22 en calcul posé (4 additions, 7 soustractions, 3 multiplications et 8 divisions) ;
- 37 en calcul réfléchi : 20 où il est demandé un résultat exact (4 additions, 1 soustraction, 4 multiplications et 11 divisions) et 17 où il est demandé un ordre de grandeur du résultat ;
- 4 relatifs au vocabulaire des opérations (somme, quotient…)

Nous soulignons aussi que tous les items de calcul posé sont sous une forme ouverte, l'élève étant amené à poser et effectuer son calcul, alors que la plupart des items de calcul réfléchi sont sous la forme de QCM. Nous précisons à nouveau qu'aucun item de calcul mental à réaliser en temps limité n'a été proposé dans l'évaluation Cedre 2014 volet « papier ».
Si la mise en œuvre de calculs posés met en jeu des connaissances liées à la numération et aux répertoires (additifs et multiplicatifs), ceux portant sur le calcul réfléchi demandent, pour être résolu, des connaissances supplémentaires relatives aux propriétés arithmétiques des opérations et des nombres : retrouve-t-on alors une certaine correspondance dans l'échelle des scores entre les items relevant de l'écriture des nombres et ceux de calcul ? Comment celle-ci se traduit-elle ?

Description des groupes

Nous avons choisi de décrire chacun des groupes de l'échelle des scores en considérant d'abord l'écriture des nombres puis le calcul et nous les mettrons en perspective en conclusion de ce chapitre.

Connaissances relatives à l'écriture des nombres

Groupe 1 et inférieur à 1 : seuls trois items sur l'écriture des nombres caractérisent ces deux groupes ; il est donc difficile d'en conclure des généralités sur les connaissances des élèves appartenant à ces groupes. Néanmoins, ces items mettent tous en jeu des écritures canoniques ou ils portent sur le passage de l'écriture en lettres vers l'écriture chiffrée, sans zéro dans l'écriture en chiffres du nombre. Les élèves de ce groupe semblent donc capables de reconnaître l'écriture en chiffres d'un nombre tel que « deux-millions-trois-cent-quinze-mille-sept-cent-vingt-neuf » ou tel que « $3 \times 1\,000 + 4 \times 100 + 2 \times 10 + 8$ ».

Groupe 2 : huit items caractérisent ce groupe, dont trois relatifs au dénombrement de collections et les trois relatifs au rangement de nombres. Les élèves de ce groupe sont capables de donner le cardinal d'une collection semi-organisée **(Figure 4.2)**. Nous n'avons pas accès à leurs procédures pour résoudre cette tâche. Nous précisons que différentes procédures sont possibles, en particulier certaines d'entre elles passent par le nom du nombre alors que d'autres n'utilisent que les principes de la numération en écriture chiffrée (Mounier et Pfaff 2012) :

- énumération « un à un » de chacun des carrés et comptage : cette procédure est coûteuse et non efficace dans cette situation ;
- utilisation de la comptine des dizaines, puis transcription du nom du nombre en écriture chiffrée : « cent, cent-dix, cent-vingt…, deux-cents, deux-cent-dix, deux-cent-vingt…, deux-cent-cinquante, deux-cent-cinquante-et-un, deux-cent-cinquante-deux ».
- utilisation d'un groupement par 10 supplémentaire afin de faire apparaître une autre centaine, puis :
  - utilisation de la comptine des centaines et des dizaines comme précédemment et transcription en écriture chiffrée : « cent, deux-cents, deux-cent-dix, deux-cent-vingt…, deux-cent-cinquante, deux-cent-cinquante-et-un, deux-cent-cinquante-deux ».
  - utilisation du nom du nombre à partir du nombre de dizaines et de centaines et transcription en écriture chiffrée : « un, deux, deux-cents ; un, deux, trois, quatre, cinq, cinquante, deux-cent-cinquante, deux-cent-cinquante-et-un, deux-cent-cinquante-deux ».
  - passage uniquement par le codage avec l'écriture chiffrée (sans le nom du nombre) : « 252 » en observant uniquement l'organisation de la collection en 2 centaines, 5 dizaines et 2 unités.

Les élèves de ce groupe sont aussi capables de ranger dans l'ordre croissant ou décroissant une suite de nombres. Il est difficile de conclure que les élèves de ce groupe maîtrisent les aspects décimal et positionnel de la numération écrite chiffrée, néanmoins, on peut supposer qu'ils sont capables d'appliquer des techniques pour comparer des nombres et donner le cardinal d'une collection (en passant ou non par une réorganisation de la collection et par le nom du nombre).

Groupe 3 : ce groupe est caractérisé par quatre items de traduction « l'écriture chiffrée vers l'écriture en lettres » et par quatre items où les élèves doivent compléter une suite de nombres. Il serait faux d'affirmer que c'est seulement à partir de ce groupe que les élèves maîtrisent le passage « nom du nombre vers écriture chiffrée », même si quatre items de ce type de traduction caractérisent le groupe 3. En effet, trois de ces items sont assez inhabituels et il est demandé à l'élève, non pas de reconnaître ou d'écrire le nombre, mais de déterminer le nombre de chiffres dans son écriture **(Figure 4.3)**, ce qui est plus complexe. Ce groupe est aussi caractérisé par des items où il faut trouver un nombre manquant dans une suite **(Figure 4.4)** ; la résolution de l'exercice demande non seulement à l'élève de comprendre la façon dont la suite est construite, mais aussi d'effectuer un changement d'unité inférieure ou supérieure, comme le montre l'exemple.
À la différence du groupe 2, les élèves de ce groupe sont donc capables de mobiliser leurs connaissances sur le nom des nombres dans des tâches plus complexes et semblent avoir une meilleure maîtrise de l'aspect décimal et positionnel de la numération écrite chiffrée.
Groupe 4 : aucun item n'appartient à ce groupe.
Groupe 5 : ce groupe est caractérisé par deux items de traduction d'écriture en unités de numérations – écriture chiffrée avec des écritures non canoniques du type : « Écrire en chiffres : 4 centaines 25 centaines 7 unités ». S'il est indéniable que les connaissances relatives à l'aspect décimal de la numération, qui entrent en jeu dans la résolution de cet item, ne sont mobilisées que par les élèves de ce groupe, une telle performance peut s'expliquer par le fait que ce type de tâche est peu proposé dans l'enseignement comme l'ont montré Chambris et Tempier dans leurs travaux sur l'enseignement du nombre à l'école. Les résultats de l'évaluation Cedre viennent donc confirmer ce constat.

Connaissances relatives au calcul - Calcul posé

Groupe 1 et inférieur à 1 : l'addition posée caractérise ces groupes puisque 3 additions sur les 4 proposées dans l'évaluation appartiennent à ces deux groupes.
Groupe 2 : la soustraction posée détermine principalement ce groupe ; 4 items sur les 7 proposés appartiennent au groupe 2.
Groupe 3 : il est défini à la fois par des items de multiplication à deux chiffres (sans zéro) et par des items de division par 3.
Groupe 4 : ce sont principalement des additions à trous et des divisions par des nombres à deux chiffres qui définissent les connaissances de ce groupe.
Groupe 5 : ce sont des opérations plus inhabituelles comme une soustraction à trous ou une multiplication à trous qui ne sont réussies qu'à partir de ce groupe.
Nous observons donc dans l'échelle des scores une hiérarchie assez marquée sur la maitrise du calcul posé selon le type d'opérations (addition, puis soustraction, puis multiplication et enfin division) ; nous reviendrons sur les connaissances des élèves sur le calcul posé par une étude plus spécifique de leurs productions dans une dernière partie de ce chapitre.

Connaissances relatives au calcul - Calcul mental réfléchi

Nous avons considéré comme relevant du calcul réfléchi des items correspondant à différentes tâches, par exemple :

- le calcul approché de sommes, de différences, de produits et de quotients ;
- l'encadrement d'un produit ;
- le calcul du double, de la moitié, du tiers...
- effectuer une suite d'opérations simples donnée sous la forme d'un programme de calcul.

Nous ne retrouvons pas pour le calcul réfléchi une hiérarchie similaire à celle pour le calcul posé ou la numération et il est assez difficile de caractériser les connaissances de chacun des groupes et de les distinguer. Nous pouvons cependant préciser que la plupart des items de calcul réfléchi caractérisent les groupes 2 et 3 de l'échelle des scores et que les calculs mettant en jeu des additions et des soustractions semblent davantage relever du groupe 2 alors que les produits et les quotients correspondraient au groupe 3.
Aucun item de calcul automatisé permettant d'évaluer les connaissances des élèves sur les répertoires (additifs et multiplicatif) n'ayant été proposé sous la forme papier crayon en 2014, il était difficile de déterminer si les erreurs en calcul posé pouvaient provenir de la fragilité des répertoires ou des techniques opératoires. Comme ces dernières sont justifiées principalement par l'aspect décimal de la numération, et qu'il semble ne pas être acquis avant le groupe 3, qu'en est-il alors de la maitrise des techniques de calcul posé ?

Une étude plus spécifique sur le calcul posé

Pour mener ce travail, nous avons étudié les productions de 569 élèves ayant réalisé quinze calculs identiques ; nous avons pu analyser soit la réponse de l'élève (sans avoir trace de son calcul posé) soit sa production avec le calcul (pour une soustraction et quatre divisions). Pour chacune des opérations, nous avons codé les résultats par élève en termes de réussite et d'échec et lorsque nous avons eu accès à sa production, nous avons pu apporter des éléments d'analyse plus précis quant à la technique utilisée et aux types d'erreurs réalisés.
Ce travail a été réalisé à partir de productions d'élèves : les scores donnés correspondent à des pourcentages de réussite et non à des probabilités de réussite (comme cela est le cas pour la construction des échelles de score).

Additions et soustractions posées

- sans retenue : 95 % des élèves réussissent à calculer une telle addition et 83 % une telle soustraction ;
- avec retenue : le score moyen de réussite pour l'addition est de 79 % et de 74 % pour la soustraction.

L'étude des productions des élèves **(Figures 4.5)** pour la soustraction « 1 627 - 870 » permet de constater que 4 % des élèves de fin d'école utilisent la technique par emprunt (production 1) ; seuls trois élèves écrivent les retenues sous la forme « + 10 » à côté des chiffres du premier terme lorsqu'ils utilisent la technique par écart (production 2), les autres écrivant traditionnellement 1 et 1 à côté des chiffres concernés avec cette même technique (production 3).
Nous avons pu aussi observer que seuls deux élèves procédaient systématiquement, pour chacun des rangs, en retranchant le plus grand des nombres d'unités au plus petit sans tenir compte de l'ordre **(Figure 4.6)** alors que ces erreurs sont faites, item par item, par une dizaine d'entre eux sur les trois items (au maximum une quinzaine sur un item). Les techniques utilisées par ces élèves sont donc majoritairement instables sur ce type de calcul.
Nous constatons aussi qu'une vingtaine d'élèves (3,3 %) utilisent de façon erronée la technique de calcul par écart et ne savent pas placer correctement la retenue : écrite au mauvais endroit et par conséquent pas bien prise en compte par la suite dans les calculs **(Figure 4.7)**.
Une erreur connue par ailleurs et consistant à ne pas positionner correctement les deux nombres pour effectuer la différence (alignement à gauche par exemple) est quasi inexistante (un élève sur l'échantillon).

Multiplications posées

La réussite aux multiplications varie entre 87 % (un seul chiffre au multiplicateur, répertoires du 6 maximum) et 44 % (multiplicateur à trois chiffres dont un zéro, répertoires du 9 et du 7) ; la multiplication avec un multiplicateur à deux chiffres et avec des répertoires multiplicatifs jusqu'à 7 est réussie par 61 % des élèves.

Divisions posées

À la différence des autres opérations, nous disposions pour les divisions des productions scannées de tous les élèves pour les quatre divisions à calculer. Les élèves ayant passé la totalité des items sur les opérations ont déjà effectué onze opérations avant de débuter les quatre divisions ; un effet de lassitude peut donc expliquer les scores assez élevés de non-réponses sur ces items, atteignant 27 % pour la dernière division (et respectivement de 12 %, 17 %, 24 % pour les divisions 1, 2 et 3). Globalement, 30 % des élèves réussissent les quatre divisions et 22 % en réussissent trois sur quatre. Alors que les deux dernières sont des divisions exactes (reste nul), la première a un quotient décimal avec une partie décimale à deux chiffres et la deuxième a un quotient rationnel non décimal. Ainsi, certains élèves ont poursuivi leur calcul en calculant une valeur approchée (ou exacte quand c'était possible) du quotient décimal alors que d'autres se sont arrêtés à la division euclidienne. Comme les non-réponses sont en nombre important, les pourcentages de réussite globaux sont, par conséquent, plus faibles que pour les autres opérations, atteignant :

- 65 % pour les divisions par 4 et par 7 d'un dividende à deux chiffres et à trois chiffres ;
- 50 % pour une division par 12 d'un dividende à trois chiffres ou pour une division par 15 d'un dividende à quatre chiffres, mais dont le quotient entier se termine par un zéro.

L'analyse des productions d'élèves **(Figures 4.8)** permet de discerner les erreurs qui relèvent d'un manque de maîtrise des répertoires de celles relevant de la technique :

- de nombreuses erreurs de calcul liées à la méconnaissance des répertoires multiplicatifs et soustractifs conduisent à des restes intermédiaires erronés. Selon la division, entre 3,2 % et 11,7 % des productions présentent des erreurs sur les calculs intermédiaires alors que la technique de calcul posé est correcte). Par exemple, dans la production 7, le résultat de 8 × 7 est de 42 et dans la production 8, la différence entre 43 et 36 est de 13.
- Lorsque le dividende se termine par un zéro, au moins 10 % des élèves ne réalisent pas correctement la technique opératoire de la division **(Figure 4.9)** : soit ils omettent d'ajouter un zéro au quotient (production 9), soit ils placent une virgule à mauvais escient (productions 10 et 11).
- Le passage à une division décimale est source d'erreur du point de vue de la technique pour environ 5 % des élèves ; ces élèves omettent de prendre en compte le passage à la partie décimale (pas de virgule) ou ajoutent un zéro au quotient après la virgule.
- Environ 3 % des élèves obtiennent un reste supérieur au quotient à une étape du calcul, et ils poursuivent néanmoins le calcul de la division ; ce type d'erreur semble montrer que la possibilité de contrôle liée au fait que le reste doit être inférieur au diviseur n'est pas présente.

Deux élèves ont utilisé les soustractions successives **(Figure 4.10)** pour effectuer les divisions, nous constatons alors que les erreurs dans le calcul posé d'une division ne relèvent pas uniquement d'une méconnaissance des répertoires, mais aussi d'un manque de maîtrise dans une technique de la division. Nous pouvons interpréter cette dernière comme liée à une insuffisance des propriétés sous-tendant cette technique (aussi bien celles liées à la numération que celle liées à la division elle-même).

Point d'étape

Si les élèves, à partir du groupe 3, semblent maitriser le passage du nom du nombre à son écriture en chiffres et réciproquement, les principes qui sous-tendent les écritures chiffrées en particulier l'aspect décimal ne paraissent guère acquis de façon solide avant le groupe 5. Il sera alors intéressant d'analyser les acquis des élèves sur l'écriture à virgule des nombres décimaux et sur leur capacité à effectuer des transformations d'écriture pour étudier la façon dont ils prennent en compte l'aspect décimal dans ce cas : le constat que nous faisons sur les nombres entiers pouvant alors éclairer celui réalisé sur les décimaux.

En étudiant parallèlement les scores relatifs à la numération écrite chiffrée et ceux au calcul posé, nous observons ainsi que le manque de maitrise dans l'aspect décimal de la numération pourrait expliquer certaines erreurs repérées à partir des productions d'élèves dans les techniques opératoires. La mise en perspective des scores en calcul sur les nombres entiers avec ceux sur les nombres décimaux devrait elle aussi permettre de rendre compte des connaissances des élèves non seulement sur les techniques, mais aussi sur les principes liés à la numération qui les sous-tendent.
Enfin, la maitrise des répertoires paraît, elle aussi, être une source d'erreurs, mais nous n'avons pas dans l'évaluation 2014 « papier crayon » d'items spécifiques l'évaluant ; une évaluation en calcul mental (automatisé et réfléchi) est prévue en 2017 afin de répondre à ce manque et pouvoir préciser les résultats des élèves en calcul.

FIGURE 4.1 Acquis des élèves dans le champ « Entiers »

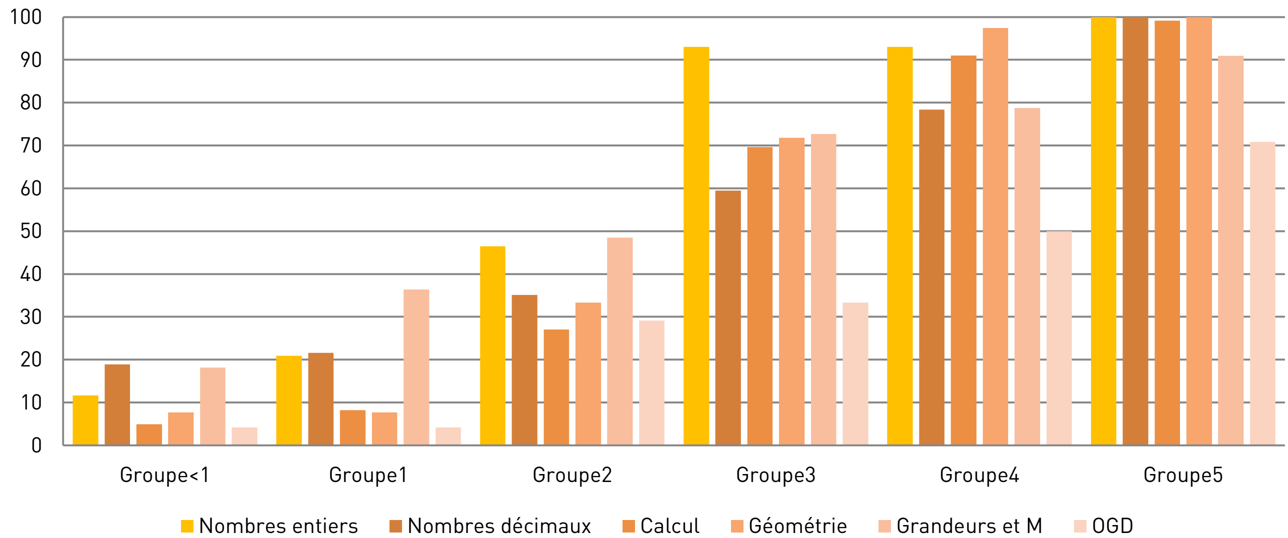


FIGURE 4.2

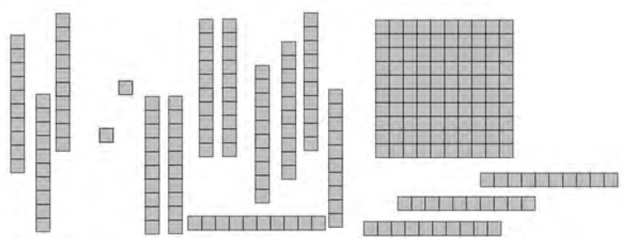


FIGURE 4.3

Quel est le nombre de chiffres nécessaire pour écrire le nombre donné ?

	4 chiffres	*5 chiffres*	*6 chiffres*	*7 chiffres*
Trois-cent-mille-neuf-cent-quatre				
Deux-millions- trois-cent-mille-neuf				
Soixante-sept-mille-cent-cinquante-trois				
Cinq-mille-six-cents				

FIGURE 4.4

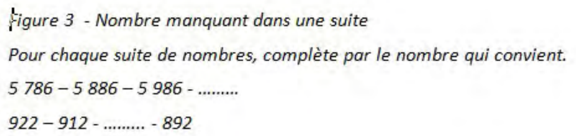


Figure 3 - Nombre manquant dans une suite

Pour chaque suite de nombres, complète par le nombre qui convient.

5 786 – 5 886 – 5 986 - ………

922 – 912 - ……… - 892

FIGURE 4.5

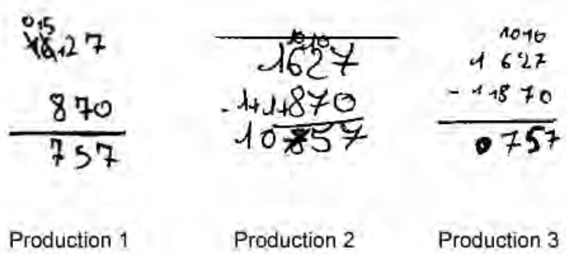


FIGURE 4.6

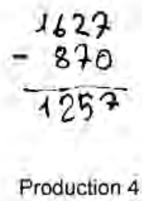


FIGURE 4.7

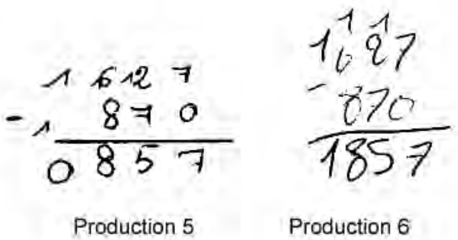


FIGURE 4.8

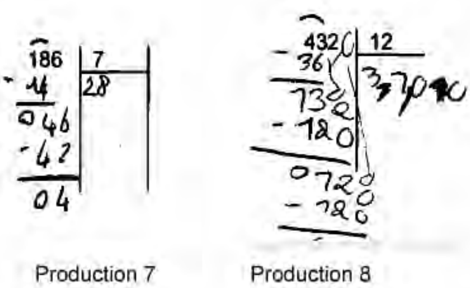


FIGURE 4.9

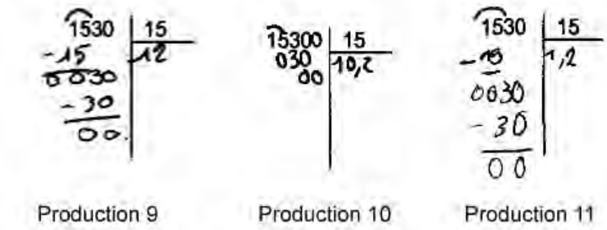
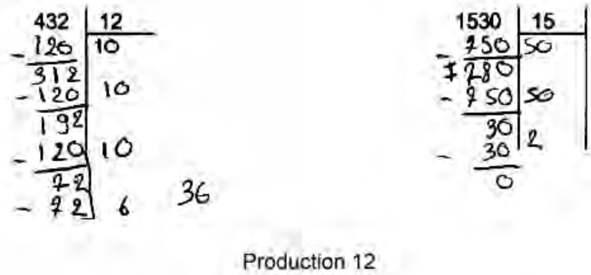


FIGURE 4.10



4.1.2 FRACTIONS ET NOMBRES DÉCIMAUX

L'un des objectifs de l'école élémentaire est d'apprendre aux élèves à utiliser des fractions simples et les nombres décimaux ; de calculer avec les nombres décimaux, de résoudre des problèmes mettant en jeu des fractions et des nombres décimaux.
Cet article fait le point sur les items mis en œuvre dans l'évaluation Cedre pour ce champ des mathématiques.
Les items du champ « fractions et nombres décimaux » **(Figure 4.11)** montrent une progression des acquis des élèves du groupe inférieur à 1 jusqu'au groupe 5. Nous constatons un effet de seuil dans ce dernier groupe, ce qui signifie que tous les items proposés ont une très forte probabilité de réussite pas les élèves de ce groupe.

Quels items pour évaluer ce champ ?

Trois compétences sont mises en œuvre, dans l'évaluation Cedre, avec neuf items pour « Identifier », quatorze pour « Traiter » et vingt-trois pour « Produire ». Cette dernière compétence se traduit pour les élèves par des items leur demandant de poser et d'effectuer une opération.
En observant la typologie des items, nous trouvons :

- des suites de nombres à compléter ;
- le placement de nombres décimaux sur une demi-droite graduée ;

- les opérations avec des décimaux (addition, soustraction, multiplication et division) ;
- le coloriage ou le hachurage d'une zone ; la surface étant exprimée sous forme d'une fraction ;
- l'encadrement de nombre décimaux par deux entiers consécutifs.

Description des acquis des élèves

Fractions – expression de la notion par le graphisme
Les élèves des groupes « inférieur à 1 » et 1 colorient des surfaces exprimées sous forme de fractions **(Figure 4.12)**. Pour cet item, il y a adéquation entre le tout et le nombre de cases du rectangle. « 8/8 » correspond à 8 cases. Colorier 3 cases équivaut alors à la bonne réponse. Les élèves sont capables de hachurer 3 secteurs d'une bande en contenant 8 lorsqu'on demande 3/8 de la bande ; en revanche, ils ne tracent pas un segment d'une longueur de 3/8 d'un segment de référence. C'est au **groupe 2**, que se positionne l'item correspondant au coloriage de « 1/2 » de la surface du rectangle **(Figure 4.13)**. Pour cet item les élèves ont compris que le « tout » correspondait à 8 cases et que la moitié de la surface les incitait à colorier 4 cases. C'est à partir du **groupe 3** que les élèves ont intégré cette notion. En effet, l'item **(Figure 4.14)** leur demande d'avoir une idée du « tout » et en même temps de pouvoir exprimer le dépassement de celui-ci. « 9/8 » de la surface correspond à « 8/8, le « tout » plus 1/8 ». À noter : pour la même fraction « 9/8 », nous avons demandé aux élèves de tracer un segment **(Figure 4.15)** sur un quadrillage vierge. C'est au **groupe 4** de l'échelle Cedre que se positionne cet item. Tout se passe comme si l'absence de support (rectangle à colorier ou bande à hachurer) ajoute une complexité supplémentaire qui n'est relevée que par les élèves de ce groupe.

Fractions - expression de la notion dans des problèmes
L'utilisation de fractions simples dans un problème est positionnée au **groupe 2** pour une question qui correspond à la moitié d'un « tout ». Pour le même type de problème **(Figure 4.16)**, c'est au **groupe 3** que l'item se positionne lorsqu'on demande « 1/2 » du tout. C'est à partir de ce groupe que les élèves répondent à des questions qui leur demandent le « 1/10 » ou le « 1/100 » d'un nombre ; ce n'est qu'au du **groupe 5** que se positionne un item demandant « 3/4 » d'un tout.

Nombres décimaux - écriture fractionnaire
L'addition de deux fractions décimales est effective au **groupe 3** (addition de dixièmes ou addition de centièmes). L'item mettant en jeu une soustraction **(Figure 4.17)** est positionné au **groupe 4**. L'encadrement par deux entiers consécutifs de nombres décimaux écrits sous forme fractionnaire se positionne au **groupe 5.**

Nombres décimaux - écriture décimale
Les items correspondant à des suites de nombres décimaux qu'il faut compléter s'étagent en fonction des groupes. Le **groupe inférieur à 1** complète une suite croissante en ajoutant 1/10, le **groupe 1** est capable de compléter une suite croissante ou décroissante en ajoutant ou en retranchant 1/10 ; ces élèves éprouvent des difficultés lorsqu'il y a un passage à l'unité supérieure. C'est à partir du **groupe 2** que cette compétence est effective. L'encadrement où le rapport à l'entier le plus proche est présent dès le **groupe 2** avec la recherche d'un entier au 1/10 près (par excès) ; aux **groupes 3 et 4,** les élèves réussissent des items leur demandant ce type de tâche avec plus ou moins de précision, mais toujours pas excès ; c'est au **groupe 5** que se positionne un item au 1/10 par défaut.
Le positionnement d'un nombre décimal sur une demi-droite graduée est acquis dès le **groupe inférieur à 1.**
Les items correspondant à des opérations avec des nombres décimaux montrent : que les élèves du **groupe inférieur à 1** réussissent les additions à condition qu'elles ne comportent pas de retenue et que les parties décimales comportent le même nombre de chiffres n'introduisant pas de décalage lors de l'écriture de l'opération posée. Les élèves du **groupe 2** réussissent les soustractions toujours sans retenue. Les élèves du **groupe 3** maîtrisent les additions et les soustractions quels que soient les nombres décimaux mis en jeu. Ils réussissent les items ayant trait à la multiplication par 10, 100 ou 1 000 et à la division par 10, 100 ou 1 000 lorsque celle-ci met en jeu des nombres entiers au dividende. C'est à partir du **groupe 4** que les élèves maîtrisent les opérations avec les décimaux.
Remarque : les items à créer lors d'une prochaine reprise du protocole focaliseront sur les spécificités des nombres décimaux : associer diverses désignations d'un nombre décimal (fractions décimales, écritures à virgule et décomposition) et les règles du fonctionnement du système de numération : relation entre les unités de numération, valeurs des chiffres en fonction de leur rang dans l'écriture à virgule d'un nombre décimal.

Point d'étape

Nous focalisons notre synthèse sur les élèves du **groupe 3**. En deçà de ce groupe, les élèves ne maîtrisent que très peu les compétences et au-delà, ils les maîtrisent complètement au regard du programme de fin d'école.
Les élèves du **groupe 3** semblent maîtriser un grand nombre des compétences de ce champ mathématique lorsqu'il s'agit de fractions décimales ; ils butent pour des expressions mettant en jeu des fractions non décimales ou des partitions particulières d'un ensemble tel que « 3/4 ». Plus largement ils éprouvent des difficultés avec les items liés à la numération comme le retrait

de 1/100 à un nombre ou la difficulté à diviser par 10, 100 ou 1 000 des nombres décimaux. Ces élèves ont des bases, mais doivent compléter leurs acquis dans le fonctionnement du système de numération décimale ; c'est un des points d'évaluation que nous nous proposons d'activer lors de la reprise du protocole Cedre.

FIGURE 4.11 Acquis des élèves dans le champ « Fractions et nombres décimaux »

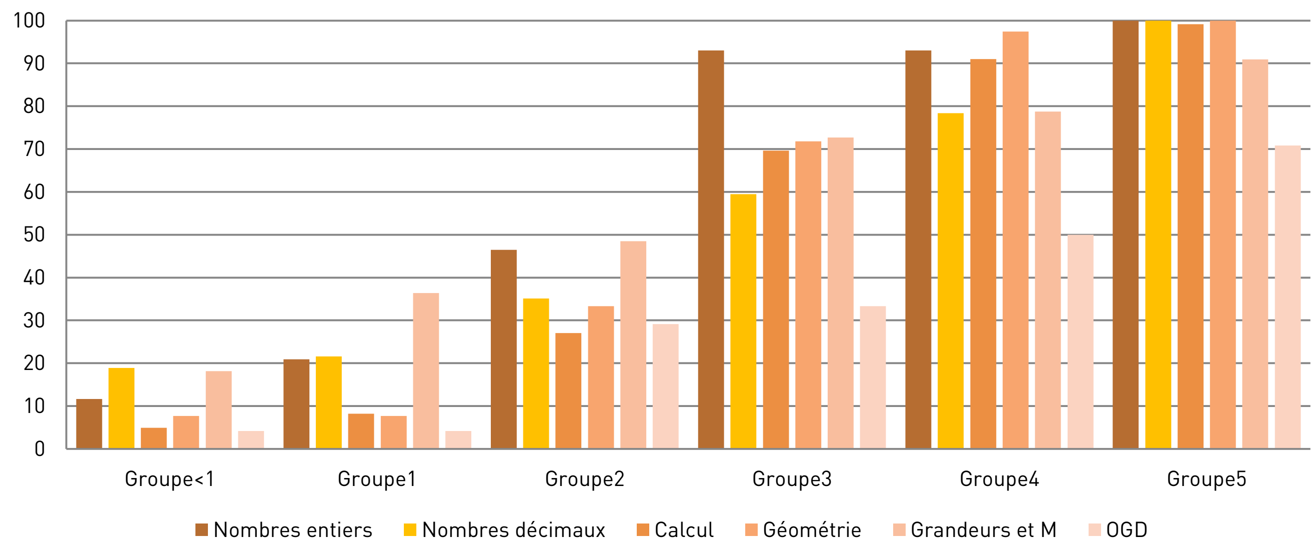


FIGURE 4.12 Item du champ « Fractions et nombres décimaux » réussi par le groupe < 1

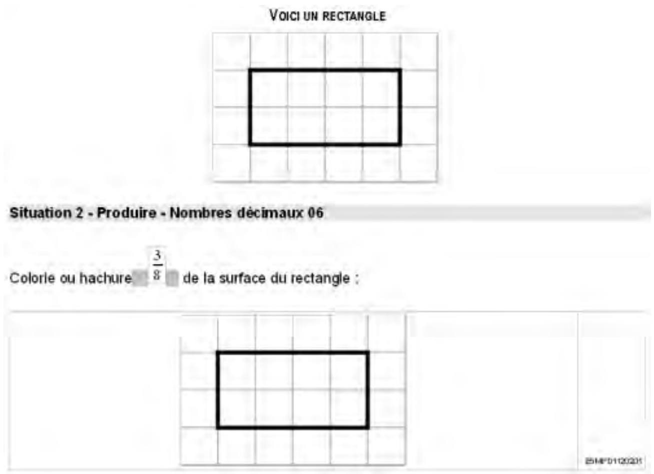


FIGURE 4.13 Item du champ « Fractions et nombres décimaux » réussi par le groupe 2

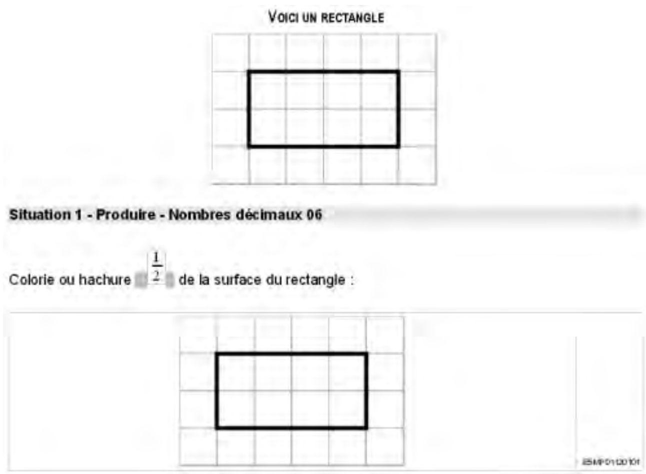


FIGURE 4.14 Item du champ « Fractions et nombres décimaux » réussi par le groupe 3

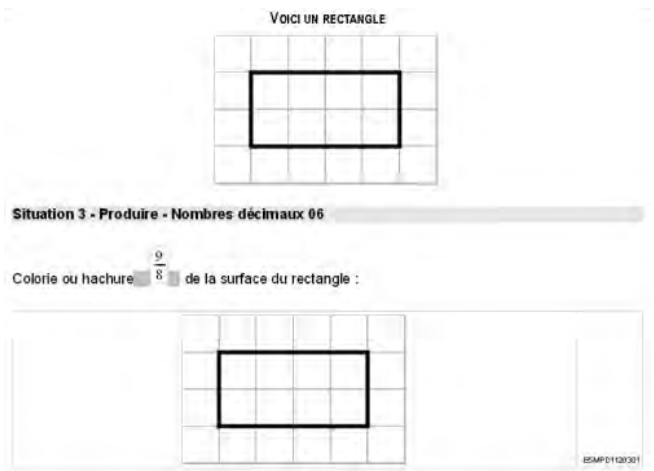


FIGURE 4.15 Item du champ « Fractions et nombres décimaux » réussi par le groupe 4

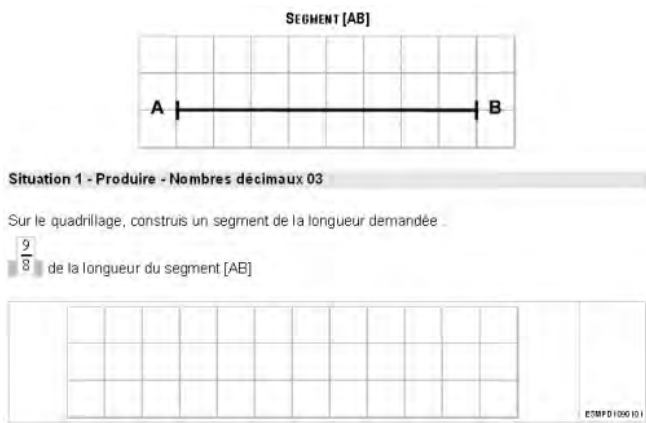


FIGURE 4.16 Item du champ « Fractions et nombres décimaux » réussi par le groupe 3

Le mardi 2 décembre, il y a eu 1 800 visiteurs dans un musée.

$\frac{1}{2}$ des visiteurs a une carte de fidélité.

$\frac{1}{10}$ des visiteurs a plus de 80 ans.

$\frac{3}{4}$ des visiteurs sont des touristes.

Question 1 - Traiter - Nombres décimaux 12

Combien de visiteurs ont une carte de fidélité?

1	☐	450 visiteurs	
2	☐	900 visiteurs	
3	☐	1 350 visiteurs	
4	☐	1 800 visiteurs	E5MT01920101

FIGURE 4.17 Item du champ « Fractions et nombres décimaux » réussi par le groupe 4

Calcule

Situation 2 - Traiter - Nombres décimaux 17

$\frac{6}{10}$ de la population mondiale vivent en Asie et $\frac{1}{10}$ vit en Europe.

Le reste de la population vit sur les autres continents. Quelle proportion de la population cela représente-t-il ?

1 ☐ 9/10
2 ☐ 7/10
3 ☐ 4/10
4 ☐ 3/10

4.1.3 CALCUL

Le calcul est mis en œuvre selon plusieurs formes :

- le calcul mental portant sur les quatre opérations favorise une appropriation des nombres et la mémorisation des tables ;
- le calcul posé dont le but est la maîtrise d'une technique opératoire pour chacune des quatre opérations ;
- la mise en action du calcul dans la résolution de problèmes.

Quels items pour évaluer le calcul ?

L'évaluation Cedre évalue le champ au travers:

- du calcul mental de sommes, de différences, de produits ou de divisions. D'estimation d'un ordre de grandeur. De la connaissance du double, du triple et du quadruple de nombres usuels ainsi que de la moitié, du tiers et du quart de ces mêmes nombres ;
- du calcul posé avec les quatre opérations dans l'ensemble des entiers ou des décimaux ;
- de la résolution de problèmes en utilisant toutes les formes de calcul.

Descriptif des groupes

Calcul mental (volet papier)

Comme nous l'avons rappelé dans l'article concernant les entiers : aucun item de calcul automatisé permettant d'évaluer les connaissances des élèves sur les répertoires (additifs et multiplicatif) n'a été proposé sous la forme papier crayon en 2014. Néanmoins, nous disposons par « rétropolation » des probabilités de réussites aux items de 2008. Il est alors possible de décrire les performances des élèves de l'échantillon de l'évaluation Cedre.

Aucun item n'est associé au **groupe inférieur à 1**. Les élèves de ce groupe, bien que capables ponctuellement de répondre à quelques questions, ne semblent maîtriser aucun des éléments composants cette compétence. Les élèves du **groupe 1** ont automatisé des procédures qui témoignent du travail effectué sur les tables de multiplication. Ils réussissent : « En 20 combien de fois 5 ? » ou « En 15 combien de fois 5 ? ». Ils sont capables mentalement de trouver le résultat d'additions lorsque celles-ci ne comportent pas de retenues. À partir du **groupe 2**, nous constatons des automatismes liés à la manipulation des nombres tels que 25, 50 ou 75. Ces élèves savent manipuler des suites de nombres, compter, et compter à rebours sur les entiers. Ils calculent mentalement des soustractions simples. Les élèves du **groupe 3** réussissent des items comme « 100 -27 » ce qui témoigne de l'utilisation de procédures personnelles pour le calcul réfléchi. Des réussites sont constatées sur les quatre opérations utilisant notamment des nombres décimaux. Les élèves du **groupe 4** montrent un niveau élevé de compétences en calcul réfléchi ; par exemple, ils réussissent l'item « 30 x 21 » qui nécessite un enchaînement d'au moins deux calculs. Les élèves du **groupe 5** réussissent des tâches plus complexes mettant en jeu plus d'éléments quels que soient les nombres utilisés.

Calcul mental (volet numérique)

Ce volet présentait aux élèves des calculs sur écran qui s'effaçaient au bout de trois secondes. Les élèves avaient alors dix secondes pour taper leur réponse à l'aide du clavier. Cette forme d'interrogation a sans aucun doute perturbé les élèves et le « stress » dû au temps limité qui défile a impacté leurs performances.
Les premières réussites ne sont constatées qu'au **groupe 3** avec des items relatifs aux tables de multiplication. Au **groupe 4**, nous observons des réussites aux items concernant le calcul et seulement au **groupe 5** ceux correspondant au calcul réfléchi.
Lors du prochain cycle de l'évaluation Cedre, nous simplifierons l'interface. Les élèves devront taper leur réponse à l'aide d'un clavier numérique virtuel affiché à l'écran ; le calcul restera présent tant que l'élève n'aura pas répondu.

Estimer mentalement un résultat

Les items constitutifs de cette partie étaient de deux ordres :

- les premiers proposaient une opération (ex : 19 + 29) et un choix d'ordres de grandeur (ex. : 30, 40, 50, 60) ;
- les seconds proposaient une série d'opérations **(Figure 4.18)** et demandaient aux élèves de noter pour chacune d'elles le chiffre d'un rang d'unité du nombre (ex : le chiffre des unités).

Dans ce cadre, c'est au **groupe 2** que les élèves sont capables d'estimer une somme et une différence avec des nombres de trois chiffres au plus. Des réussites sont constatées dans l'estimation d'un produit **(Figure 4.19)**. Au **groupe 3**, les élèves sont capables d'estimer des produits, le double ou la moitié de nombres entiers, l'estimation de la multiplication par 10, 100 ou 1 000 d'un entier ou d'un décimal et la division par 10, 100 ou 1 000 d'un entier. À partir du **groupe 4**, toutes les estimations proposées sont réussies tant dans le domaine des entiers que celui des décimaux.

Le calcul posé
Cette analyse est complémentaire à celle effectuée dans l'article « Connaissance des entiers ».
Les élèves du **groupe inférieur à 1** réussissent des items relatifs à l'addition sans retenue **(Figure 4.20)** .Ils posent l'opération et positionnent les nombres en fonction du rang des unités. Les élèves du **groupe 1**, sont capables de poser et d'additionner des nombres entiers avec des retenues et des items relatifs aux soustractions sans retenue **(Figure 4.21)**. Les élèves du **groupe 2** sont capables d'effectuer des soustractions avec retenues et des réussites sont constatées avec les nombres décimaux **(Figure 4.22)** lorsque ceux-ci présentent le même nombre de chiffres dans la partie décimale ce qui n'introduit pas de décalage dans les différents rangs des unités. Au **groupe 3** l'addition et la soustraction sont acquises quel que soit l'ensemble considéré (entiers ou décimaux). Les élèves sont capables de poser et d'effectuer des multiplications avec les entiers, mais éprouvent pourtant des difficultés dans l'utilisation de grands nombres. Des réussites sont constatées pour la division euclidienne **(Figure 4.23)**. À partir du **groupe 4**, les quatre opérations sont maîtrisées.

Problèmes arithmétiques
Les items qui ont été produits pour l'évaluation mettent en jeu des problèmes liés à la vie courante. Les élèves doivent s'approprier le contexte, comprendre les données, les traiter afin de choisir une solution (format QCM) ou produire une réponse (format champ libre). Ces problèmes nécessitent la mise en œuvre des quatre opérations.
Nous analysons deux types de problèmes qui permettent de sérier les compétences des élèves du groupe inférieur à 1 au groupe 5.

Situation mettant en œuvre un schéma
Au **groupe inférieur à 1,** un problème de type additif **(Figure 4.24)**, qui propose aux élèves un support visuel minimisant le poids de la lecture, est réussi. Le schéma induit, par la longueur et le positionnement des flèches, une relation : flèche 1 « + » flèche 2 « = » flèche 3. Les propositions de la question à choix multiple sont assez distinctes pour que les élèves repèrent la bonne réponse. Au **groupe 2**, la symbolique utilisée est la même **(Figure 4.25)**, mais elle induit ici l'idée de complémentarité : « Que doit-on ajouter à la flèche 2 pour obtenir la distance totale ? » Le QCM, propose ici une seule réponse en dessous de 1 000 km ; c'est la bonne réponse. L'item présent au **groupe 3 (Figure 4.26)** permet de vérifier, avec un item quasi identique, que le traitement est nécessairement plus fin pour trouver la bonne réponse.

Situation mettant en œuvre une série d'informations
Ce problème comporte un énoncé **(Figure 4.27)** sous forme de phrases. Les fractions proposées le sont soit sous forme littérale, soit sous forme fractionnaire. Pour le même énoncé, les élèves du **groupe 2** répondent à la question : « Combien de visiteurs ont une carte de fidélité ? » ; ils comprennent et utilisent la moitié de 1 800. Les élèves du **groupe 3** répondent à la question : « Combien de visiteurs ont plus de 80 ans ? » ; ils comprennent, utilisent un dixième qu'il soit exprimé sous forme littérale ou fractionnaire. Les élèves du **groupe 5** répondent à la question « Combien de visiteurs sont des touristes ? » ; ils comprennent et utilisent trois quarts, qu'il soit exprimé sous forme littérale ou fractionnaire.

Point d'étape

Nous retrouvons ici, une très grande cohérence entre les performances des élèves dans la partie ayant trait aux problèmes arithmétiques et leur capacité à manier les nombres et à utiliser les quatre opérations. Les limitations qui clivent les performances des élèves des différents groupes, au-delà de la technique, sont à chercher dans l'appropriation des répertoires et dans la compréhension fine du système décimal appliqué dans l'ensemble des entiers ou des décimaux. Le prochain protocole focalisera sur la mémorisation des répertoires et sur le passage d'écriture décimale à fractionnaire et sur les différences entre entiers et décimaux.

FIGURE 4.18

Situation 3 - Traiter - Calcul 08

Jean-Marc effectue des opérations. Pour chaque opération, quel chiffre des unités obtient-il ?

2 675 - 242 ☐
1 001 - 83 ☐
26 723 - 453 ☐
6 420 - 2 045 ☐
7 732 - 679 ☐

FIGURE 4.19

Pour chaque opération, quel est le nombre le plus proche du résultat ?

Opération 6 - Traiter - Calcul 03

21x21

1	☐	200
2	☐	400
3	☐	600
4	☐	800

E5MTC380601

FIGURE 4.20

Le mardi 2 décembre, il y a eu 1 800 visiteurs dans un musée.
La moitié des visiteurs a une carte de fidélité.
Un dixième des visiteurs a plus de 80 ans.
Trois quarts des visiteurs sont des touristes.

FIGURE 4.21a

Pose et effectue l'opération suivante : 24 + 12 701 + 5 070

~~24~~ +

24
+ 12 701
+ 5 070
17 795

FIGURE 4.21b

Pose et effectue l'opération suivante : 246 514 - 35 203

246 514
- 35 203
211 311

FIGURE 4.22

Pose et effectue l'opération suivante : 5 009,27 - 4 007,15

5 009,27
- 4 007,15
1 002,12

FIGURE 4.23

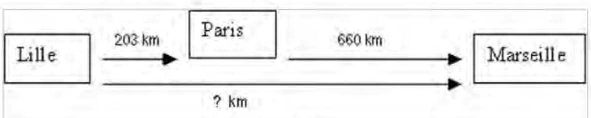
Pose et effectue l'opération suivante : 918 : 3

918 | 3
-9 | 306
01
- 0
18
- 18
0

FIGURE 4.24

Situation 1 - Traiter - Expl. Donn. Num. 9

Quelle est la distance entre Lille et Marseille ?



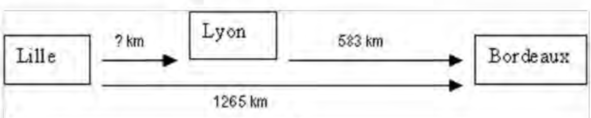
1	☐	457 km
2	☐	473 km
3	☐	663 km
4	☐	863 km

E5MTC160101

FIGURE 4.25

Situation 3 - Traiter - Expl. Donn. Num. 9

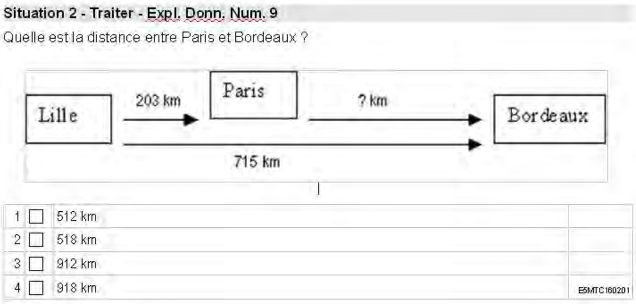
Quelle est la distance entre Lille et Lyon ?



1	☐	682 km
2	☐	1 082 km
3	☐	1 265 km
4	☐	1 848 km

E5MTC160301

FIGURE 4.26


Situation 2 - Traiter - Expl. Donn. Num. 9
Quelle est la distance entre Paris et Bordeaux ?

1	☐	512 km	
2	☐	518 km	
3	☐	912 km	
4	☐	918 km	E5MTC160201

FIGURE 4.27

Le mardi 2 décembre, il y a eu 1 800 visiteurs dans un musée.
La moitié des visiteurs a une carte de fidélité.
Un dixième des visiteurs a plus de 80 ans.
Trois quarts des visiteurs sont des touristes.

4.2.1 GÉOMÉTRIE

L'un des objectifs de l'école élémentaire est l'approche des concepts géométriques. Le travail proposé aux élèves permet de passer progressivement d'une géométrie où les objets sont contrôlés par la perception, puis le recours à des instruments, à l'explicitation de propriétés dans le but de tendre vers le raisonnement et l'argumentation qui seront les objectifs du collège. Nous faisons ici le point sur les items proposés aux élèves quelle que soit l'approche adoptée.

Les items du champ « Géométrie » **(Figure 4.28)** montrent une progression des acquis des élèves du groupe inférieur à 1 jusqu'au groupe 4. Nous constatons un palier à partir de ce groupe, ce qui signifie que tous les items proposés ont une très forte probabilité de réussite par les élèves des groupes 4 et 5.

Quels items pour évaluer cette compétence ?

Nous décrivons ici les items qui permettent d'évaluer ce champ des mathématiques. Nous montrerons des exemples lors de la description des compétences des élèves dans les différents groupes.
27 items pour le volet « papier » et 40 items pour le volet « numérique » ont été mis en œuvre. Pour les trois grandes compétences évaluées, ils se répartissent comme suit : 28 items pour « Identifier », 25 pour « Traiter » et 14 pour « Produire ».
L'analyse du volet numérique a montré, dans la majorité des cas, des compétences mathématiques identiques quel que soit le support considéré, mais qui parfois ne sont pas transférables d'un support à l'autre. Les compétences qui mettent en jeu des outils (Règle, équerre, compas…) ; ou celles impliquant de nouvelles compétences induites par le support numérique (vidéos, simulations, logiciels dynamiques…) induisent des performances très différentes. Nous ferons un focus sur ces nouvelles compétences lorsque nous les pointerons au cours de l'analyse.

Description par éléments du champ « géométrie »

- Les figures planes et leur premières caractérisations : les quadrilatères dont les quadrilatères particuliers, les triangles dont les triangles particuliers, le cercle et le vocabulaire associé à ces différentes figures géométriques.

Pour la reconnaissance des différentes figures géométriques, nous constatons une perception de plus en plus fine du groupe inférieur à 1 au groupe 5.
Dès le **groupe inférieur à 1**, la reconnaissance du carré parmi d'autres figures (losange et rectangle) est effective **(Figure 4.29)**. Il s'agit d'une reconnaissance perceptive parmi trois figures très identifiables. Le carré est isolé des autres figures. Le format QCM permet aux élèves de ce groupe de choisir facilement leur réponse. Au **groupe 1**, la reconnaissance perceptive du rectangle et de deux triangles dans une figure composite **(Figure 4.30)** montre que les élèves ont décomposé la figure en unités simples ; ils étaient aidés en cela par les noms des figures qui étaient données dans les propositions du QCM. Au **groupe 2,** nous constatons que les élèves identifient les triangles rectangles. Ils dépassent la seule perception visuelle pour l'item **(Figure 4.31)** qui présente une suite de triangles pour lesquels la vérification de l'angle droit nécessitait le recours à un instrument. C'est au **groupe 3** que l'identification d'un triangle isocèle, isolé parmi quatre triangles, est effective. La reconnaissance d'un triangle équilatéral n'est observée qu'à partir du **groupe 4**. À noter que le triangle à reconnaître est posé de manière très prototypique sur sa base.
Les élèves du **groupe 5** reconnaissent tous les types de triangles quelle que soit leur orientation spatiale.
Aucun item permettant de vérifier une reconnaissance globale du cercle n'a été produit dans l'évaluation de 2014. Les items concernant le cercle portent essentiellement sur des éléments caractéristiques du cercle : centre, rayon, diamètre. C'est à partir du **groupe 3** que l'on constate une utilisation en situation de ce vocabulaire géométrique. Dans une figure complexe, les termes « centre » et « rayon » sont acquis, mais c'est au **groupe 4** qu'apparaît la distinction avec le « milieu d'un segment ».

Dans le volet numérique, nous avions proposé aux élèves une animation qui dynamiquement traçait des triangles par rotation d'un ses côtés. Les triangles étaient successivement quelconques, isocèles, rectangles et équilatéraux. Nous avons constaté que les items vérifiant l'identification de l'angle droit pour chaque situation ne sont réussis qu'au **groupe 3** confortant notre analyse sur la complexification dû au support numérique. Dans un item similaire, nous avions introduit les termes : angle « aigu » et angle « obtus » ; c'est au **groupe 4** que les réussites sont constatées.

- Les relations et propriétés géométriques : reconnaître et utiliser quelques relations géométriques ; perpendicularité, parallélisme, alignement de points, symétrie axiale, agrandissement ou réduction d'une figure.

Symétrie : tracer sur papier quadrillé, la figure symétrique d'une figure donnée par rapport à un axe est réussie dès le **groupe inférieur à 1 (Figure 4.32)**. Les élèves construisent la figure symétrique ; l'axe est vertical et la figure n'intègre pas l'axe de symétrie. Ce n'est qu'au **groupe 3**, pour des items de même type, mais comportant un axe de symétrie non vertical, que nous constatons des réussites. C'est dans ce même groupe que les élèves sont capables d'identifier si une figure possède un ou plusieurs axes de symétrie.

Perpendicularité : Ce qui est visé est l'utilisation en situation du vocabulaire : droite, droites perpendiculaires, construire une hauteur d'un triangle. Au **groupe 2**, dans le cadre d'une série de quatre items, les élèves identifient trois cas de perpendicularité **(Figure 4.33)** (droites sécantes, droite et segment formant un angle droit, droites non sécantes visuellement – à prolonger). Ces élèves réussissent par ailleurs un item leur demandant de reconnaitre une hauteur dans un triangle où sont tracés aussi une médiane et une droite passant par un sommet ; la présence de cet item en groupe 2 nous surprend. En effet, la reconnaissance de la hauteur d'un triangle quelconque est validée au groupe 5. Cela nous a conduits à faire l'hypothèse suivante : le triangle présenté étant proche d'un triangle isocèle, sa hauteur est certainement confondue avec la droite issue du « sommet du triangle l'isocèle ». C'est au **groupe 3** que le vocabulaire « droites perpendiculaires » est utilisé dans une figure complexe. Dans ce même groupe, les élèves contrôlent la construction d'une hauteur **(Figure 4.34)** par l'usage « montré » des instruments (règle, équerre).

Le parallélisme : dès le groupe **inférieur à 1,** les élèves savent identifier une paire de droites parallèles isolées parmi quatre configurations dont une paire de droites perpendiculaires, deux cas de droites sécantes (une visible, une à prolonger). La reconnaissance de droites parallèles dans une figure complexe et l'utilisation du vocabulaire en situation n'intervient qu'à partir du **groupe 3.**

Dans le volet numérique, nous avions proposé aux élèves des items pour vérifier l'alignement de points. Ces items ont été fortement dépendants de la qualité des écrans de visualisation (taille et résolution). Ces items n'ont pu être conservés pour cette analyse.

- Les solides usuels ; reconnaître, décrire et nommer les solides droits : cube, pavé ; utiliser en situation le vocabulaire : face, arête, sommet.

C'est seulement au **groupe 2** que les élèves distinguent un cube d'autres solides représentés (pavé ou pyramide) ; par ailleurs, ils sont capables de nommer un pavé, d'en reconnaître le patron et les différentes faces. Néanmoins, ces élèves restent marqués par une représentation canonique du patron du cube et ne distinguent pas différents patrons de ce dernier ; c'est au **groupe 3** que les élèves ont acquis cette connaissance. Les élèves du **groupe 2** utilisent en situation le mot « sommet », mais c'est au **groupe 3** que le mot « arête » est utilisé à bon escient.

- Reproduire, représenter, construire : des figures simples ou complexes (assemblage de figures) des solides simples ou des assemblages de solides simples.

Tracer une figure (sur papier uni, quadrillé ou pointé) à partir d'un programme de construction ou d'un dessin à main levée (avec des indications relatives aux propriétés et aux dimensions) n'est observé qu'au **groupe 4**. Ils savent en production suivre un programme de construction **(Figure 4.35)** : construire un diamètre perpendiculaire à un rayon de cercle déjà positionné, construire une deuxième diagonale de carré, identifier le point d'intersection comme centre du cercle à tracer. Ces élèves savent aussi construire la hauteur d'un triangle issu d'un sommet.

Point d'étape

Dans les différents items produits pour ce champ mathématique, nous constatons que c'est à partir du groupe 3 que des indices permettent d'inférer le passage progressif des aspects perceptifs à ceux intégrant les propriétés géométriques.
Le volet numérique a montré que toutes les compétences ne sont pas transférables d'un support à l'autre dans le domaine de la géométrie. Les compétences qui mettent en jeu des outils (règle, équerre, compas…) ne s'appliquent pas de la même façon sur les deux supports. Les nouveaux supports qui apparaissent avec le numérique (vidéos, simulations, logiciels dynamiques…) impliquent de nouveaux comportements de lecture/compréhension qui induisent la mise en œuvre de nouvelles compétences.
Bien que l'évaluation Cedre essaie de proposer une évaluation la plus exhaustive possible dans une discipline et par extension dans tous les champs de cette discipline ; il n'est pas toujours possible d'atteindre cet objectif. Il nous a semblé important de noter les manques qui seront autant d'items à créer lors du prochain cycle de ce protocole ; notamment des items incluant des tracés. Ces items porteront sur l'utilisation d'instruments pour vérifier le parallélisme de deux droites (règle et équerre) et le tracer de droites parallèles ; la reproduction d'une figure en l'agrandissant ou en la réduisant, la reconnaissance, la description et le nommage de solides droits : cylindre, prisme, la

production de figures complexes et l'assemblage de solides simples (le volet numérique pourra être mis à contribution notamment avec la représentation en 3D des différents solides).

FIGURE 4.28 Réussite dans le champ « Géométrie »

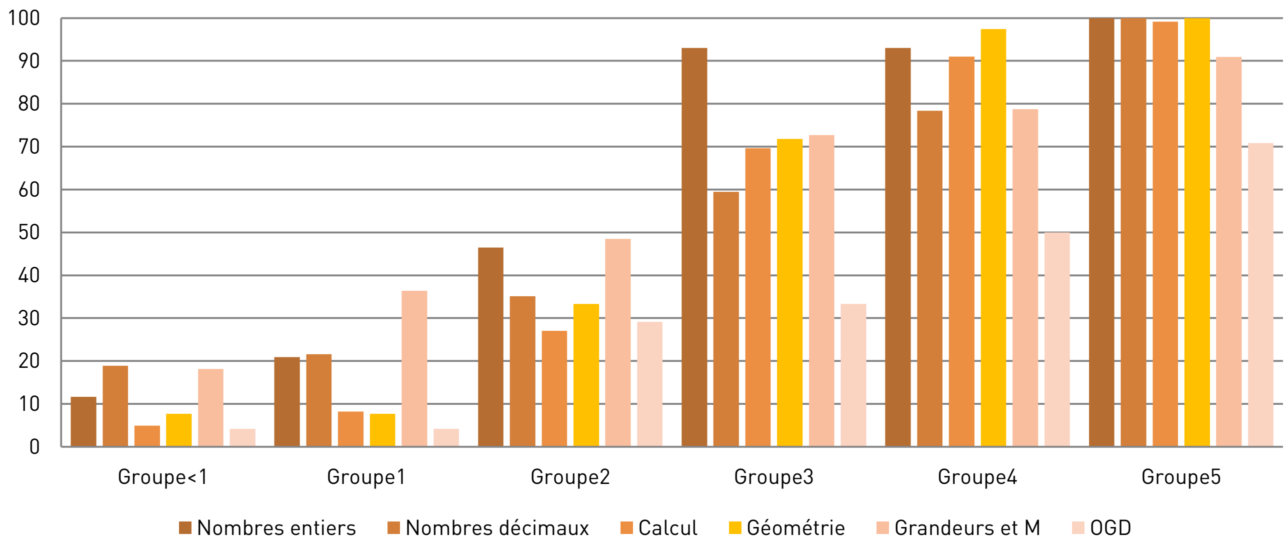


FIGURE 4.29 Reconnaissance perceptive du carré

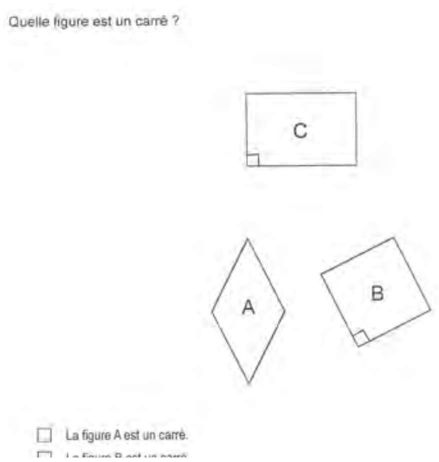


FIGURE 4.31 Reconnaissance des triangles

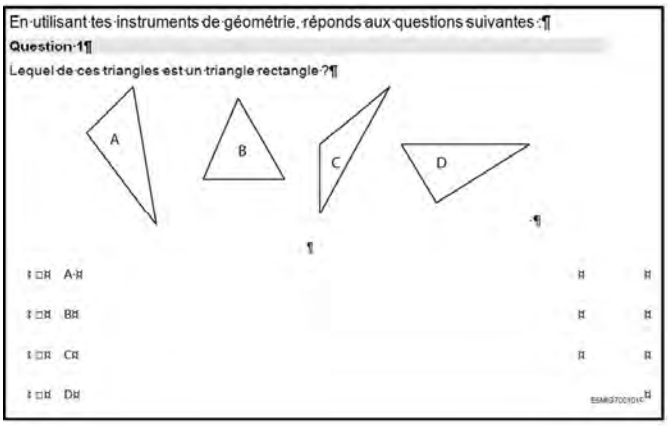


FIGURE 4.30 Reconnaissance perceptive du rectangle et de deux triangles

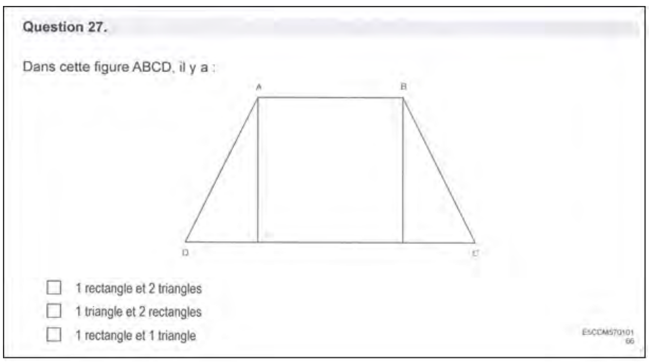


FIGURE 4.32 Symétrie axiale

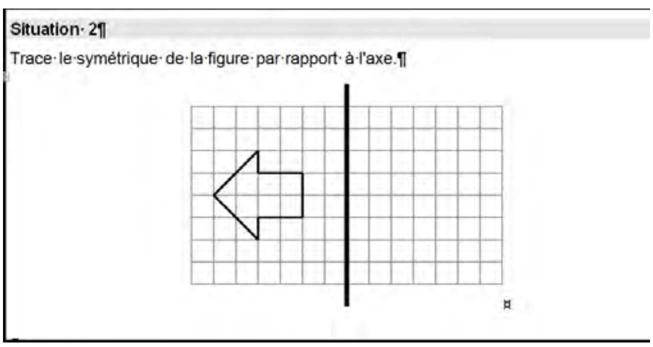


FIGURE 4.33 Perpendicularité - groupe 2

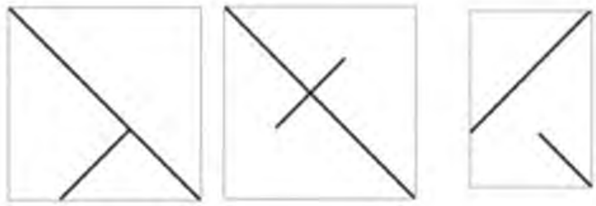
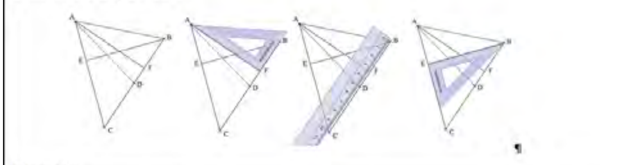


FIGURE 4.34 Groupe 3 - Reconnaissance de la hauteur d'un triangle



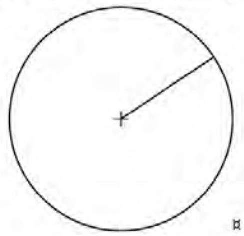
Observe le triangle ABC.

Situation

Réponds par vrai ou faux

	Vrai	Faux
[AB] est une hauteur du triangle ABC.	☐	☐
[AF] est une hauteur du triangle ABC.	☐	☐
[AD] est une hauteur du triangle ABC.	☐	☐
[EB] est une hauteur du triangle ABC.	☐	☐
[BC] est une hauteur du triangle ABC.	☐	☐

FIGURE 4.35 Programme de construction – groupe 4



Situation 2

On a commencé une construction; termine-là en t'aidant des étapes suivantes :

Tracer un cercle de centre A.

Tracer un rayon [AB]

Construire le diamètre perpendiculaire au rayon [AB].

4.2.2 ANALYSE D'UN ITEM DE GÉOMÉTRIE

Cet item de géométrie teste la connaissance du diamètre d'un cercle et la notion de perpendicularité. Il s'agit d'un programme de construction d'une figure géométrique à terminer. L'analyse des productions des élèves permet de catégoriser des erreurs significatives.

Cet item de géométrie **(Figure 4.36)** est présenté sur une page du cahier d'évaluation. Un tracé a été commencé, les élèves, en utilisant leur matériel habituel de géométrie, doivent le compléter et terminer la figure.

Le contexte, s'il est assez familier des élèves, propose une formulation particulière. En effet, il s'agit de la suite d'instruction d'un programme de construction qui n'a pas été réalisé jusqu'à son terme. L'élève doit compléter le dessin. D'un point de vue des mathématiques, deux notions sont mises en œuvre : le diamètre d'un cercle et la perpendicularité. La tâche de l'élève est classique ; il s'agit à l'aide des instruments habituels de géométrie de tracer une figure ; elle est plus complexe par l'obligation de suivre un programme de construction.

La grille de codage

L'évaluation Cedre, dans le but de faire un bilan des acquis des élèves, se préoccupe uniquement de la réussite ou de l'échec à chaque item proposé. Les calculs psychométriques ont permis de positionner cet item dans l'échelle de performance Cedre 2014 au groupe 4. C'est donc un item difficile qui a une probabilité forte de réussite pour un tiers des élèves de l'échantillon (groupes 4 et 5 de l'échelle Cedre 2014).

2 252 élèves ont passé cet item ; une analyse des erreurs les plus fréquemment observées est proposée dans cet article. Ce travail a été réalisé à partir des productions des élèves. Les scores donnés correspondent à des pourcentages de réussite et non à des probabilités de réussite ; comme c'est le cas pour l'échelle Cedre.

En observant ces productions, nous définissons une nouvelle grille de codage comme suit :

- Non-réponse : feuille vide ou comportant un trait, un point d'interrogation ou toute autre marque montrant que l'élève était présent, mais n'est pas entré dans l'activité.
- Bonne réponse crédit complet **(Figure 4.37)** : les élèves ont mis en œuvre une procédure qui les ont conduits à un tracé correct et comportant le symbole de perpendicularité entre deux droites.
- Bonne réponse crédit partiel **(Figure 4.38)** : les élèves ont mis en œuvre une procédure qui les ont conduits à une réponse correcte, mais sur laquelle ne figure pas le symbole de la perpendicularité de deux droites.
- Confusion entre la perpendiculaire et la verticale **(Figure 4.39)** : les élèves ont tracé un diamètre vertical.
- Confusion entre la perpendiculaire et l'horizontale **(Figure 4.40)** : les élèves ont tracé un diamètre en position horizontale.
- Propriété du diamètre mal maîtrisée **(Figure 4.41)** : les élèves ont tracé un segment de

droite perpendiculaire au rayon, mais ne passant pas par le centre du cercle.

- Bonne réponse « double diamètre » **(Figure 4.42)** : les élèves ont bien tracé le diamètre perpendiculaire au rayon, mais ils ont sans doute eu besoin de prolonger le rayon initial pour construire leur droite perpendiculaire. Ces traits de construction perdurent.
- Confusion diamètre et rayon **(Figure 4.43)** : les élèves ont tracé un rayon perpendiculaire au rayon AB.
- Confusion diamètre, rayon et perpendicularité, verticalité **(Figure 4.44)** : les élèves ont tracé un rayon s'appuyant sur la verticale passant par le centre du cercle.
- Prolongement du rayon en diamètre **(Figure 4.45)** :les élèves ont tracé un rayon dans le prolongement exact du rayon initial, constituant ainsi un diamètre du cercle.
- Propriété du rayon mal maîtrisée **(Figure 4.46)** les élèves ont tracé un segment de droite perpendiculaire au rayon initial et touchant la circonférence.
- Autre erreur : toutes les autres erreurs relevées, mais ne pouvant être catégorisée.

Le résultat de cette analyse **(Figure 4.47)** permet de ventiler les réponses des élèves selon cinq catégories caractérisées par :

- A (16,9 %) de non-réponse, ce taux est plus élevé que dans celui constaté dans l'évaluation Cedre. En effet, un trait, un point d'interrogation, un signe quelconque sur le cahier de l'élève est comptabilisé comme autre réponse dans le protocole Cedre. Ici, nous avons considéré ces marques comme de la non-réponse.
- B (37 %) de bonnes réponses. Nous avons regroupé les réponses qui ne comportaient pas la marque de la perpendicularité et celles qui utilisaient le prolongement du rayon initial proposant un graphique en croix.
- C (15,5 %) de réponses traduisant des difficultés avec la notion de perpendicularité.
- D (9 %) de réponses traduisant des difficultés avec la notion de diamètre.
- E (21,6 %) de réponses non caractérisables.

Ventilation des codages par groupe d'appartenance des élèves

Avec le dépouillement de toutes les productions des élèves ayant passé cet item, nous disposons pour ces mêmes élèves de leur positionnement sur l'échelle Cedre des acquis. Une ventilation des codages par groupe d'appartenance est alors réalisée **(Figure 4.48)**.
La non-réponse (A), bien que présente dans tous les groupes, est plus importante dans les groupes de bas niveau.

Les bonnes réponses avec le « crédit total » (B) sont observées dès le groupe 1. Celles avec le « crédit partiel » (omission de la marque de la perpendicularité) dès le groupe inférieur à 1. Toutefois, nous constatons que ces réponses sont plus importantes dans les groupes 3, 4 et 5 que dans les trois premiers groupes. Les réponses avec le « crédit partiel » (double diamètre) se répartissent « en cloche » dans les différents groupes avec un pic de 21 observations pour le groupe 2.
La confusion entre la perpendicularité et la verticalité ou l'horizontalité (C) est plus présente dans le groupe 2 (110 observations).
Les réponses traduisant une maîtrise mal assurée des propriétés du diamètre et du rayon (D) se répartissent « en cloche » dans les différents groupes avec un pic d'observations toujours positionné au groupe 3 : pour les propriétés du diamètre (16 observations), pour celles relatives au rayon (7 observations) et pour la confusion entre diamètre et rayon (45 observations).
Les réponses traduisant une confusion entre les propriétés du rayon ou du diamètre et la perpendicularité se répartissent « en cloche » dans les différents groupes avec un pic d'observations au groupe 2 (29 observations).
Les autres réponses (E) se répartissent dans les différents groupes avec un pic observé au groupe 2 (169 observations).

Point d'étape

Ce type de tâche permet de faire émerger trois critères liés à une situation de programme de construction en géométrie :

- l'exigence en termes de rendu : les attentes dans la qualité du tracé et dans les éléments symboliques qui doivent figurer sur ce dernier ;
- les connaissances mathématiques mises en jeu : la connaissance du diamètre d'un cercle et celle relative à la perpendicularité ;
- les éléments qui viennent rendre la tâche de l'élève plus délicate.

Le niveau d'exigence comportait la marque formelle de la perpendicularité. Cette demande n'était pas formulée explicitement dans la consigne ; plus de trois élèves sur dix n'indiquent pas ce symbole.

Les enchaînements de propriétés. Dans le cadre de cette situation, les élèves doivent en même temps utiliser deux notions : le diamètre d'un cercle et la perpendicularité. L'étude des erreurs nous montre que des élèves font l'un ou l'autre ; ils ne sont pas capables d'associer dans le même temps les deux conditions. Cela concerne plus un élève sur dix.

L'étude des erreurs nous indique que les confusions entre les deux notions (perpendicularité et diamètre/rayon) sont plus souvent commises par les élèves du groupe 2 tandis que celles entre les propriétés du diamètre et du rayon sont plus souvent observées au groupe 3. Cela concerne deux élèves sur dix

FIGURE 4.36 Présentation de l'exercice

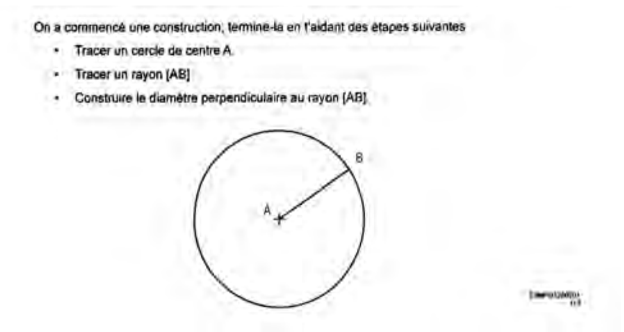


FIGURE 4.37

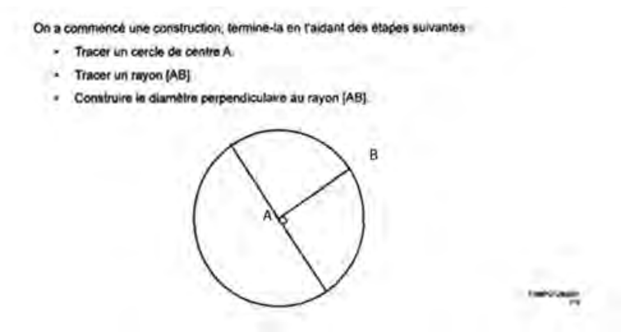


FIGURE 4.38

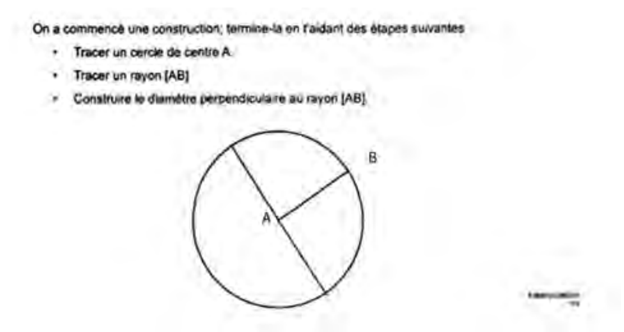


FIGURE 4.39

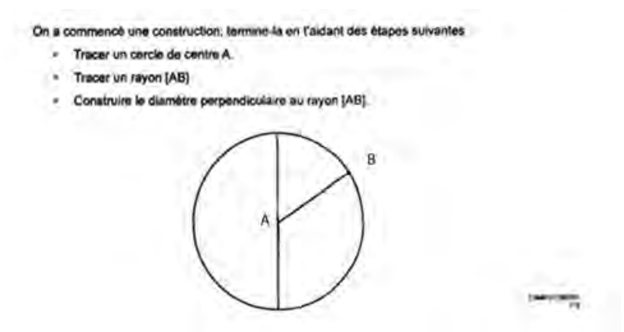


FIGURE 4.40

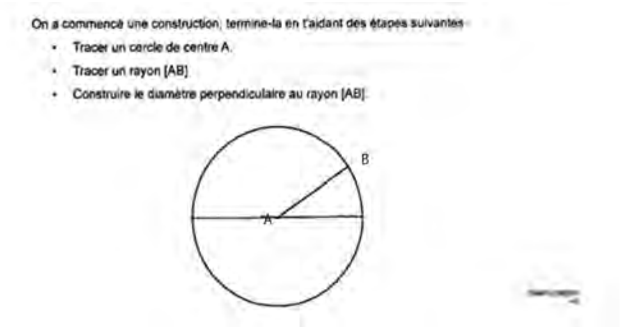


FIGURE 4.41

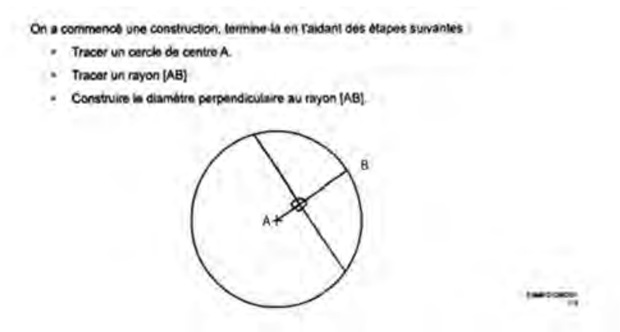


FIGURE 4.42

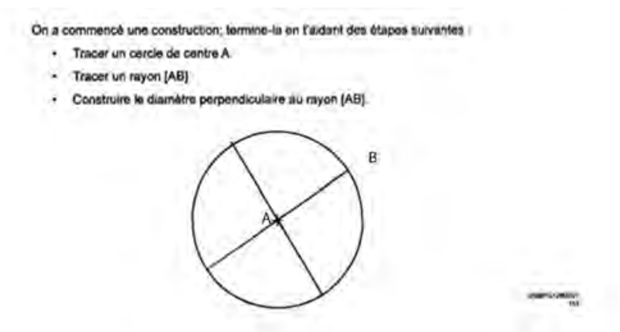


FIGURE 4.43

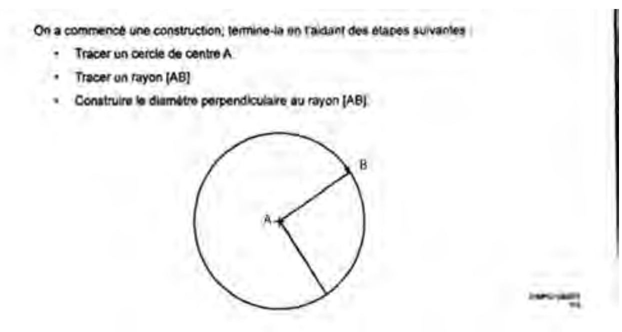


FIGURE 4.44

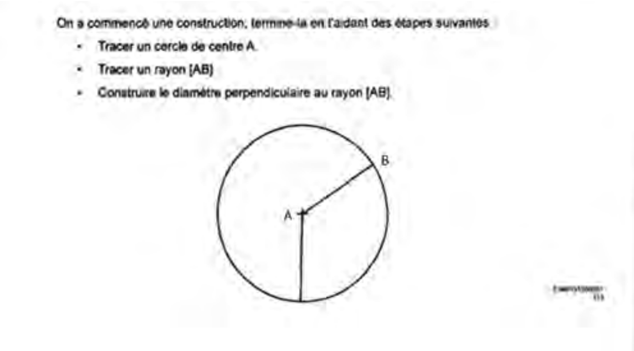


FIGURE 4.45

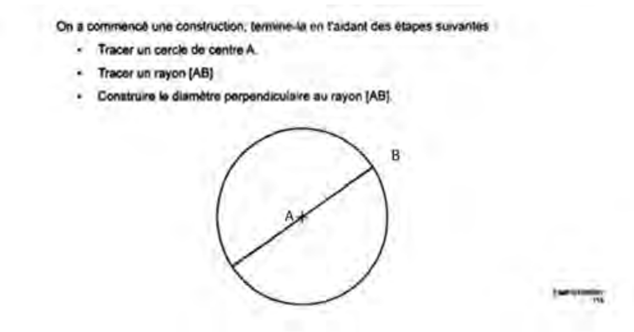


FIGURE 4.46

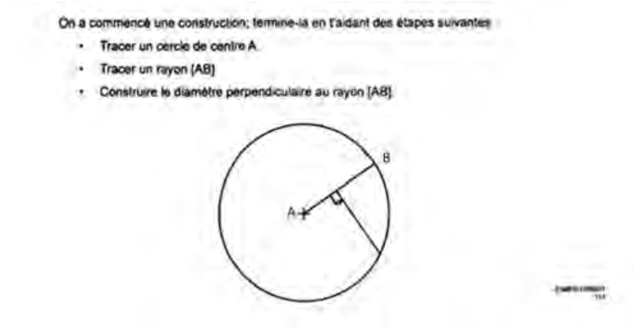


FIGURE 4.47

	Codage	% de réussite
A	Absence de réponse	16,9
B	Bonne réponse crédit complet	2,7
	Bonne réponse crédit partiel	31,6
C	Confusion perpendiculaire et verticale	3,8
	Confusion perpendiculaire et horizontale	1,3
D	Propriété du diamètre mal maîtrisée	1,9
B	Bonne réponse « Double diamètre »	2,7
D	Confusion diamètre et rayon	6,3
C - D	Confusion diamètre et rayon et perpendicularité	3,3
C	Prolongement du rayon en diamètre	7,1
D	Propriété du rayon mal maîtrisée	0,8
E	Autre erreur	21,6

FIGURE 4.48 Ventilation de la typologie des erreurs par groupe d'appartenance Cedre

	Codage	Gp <1	Gp 1	Gp 2	Gp 3	Gp 4	Gp 5
A	Absence de réponse	63	115	120	72	13	4
B	Bonne réponse crédit complet		3	9	18	16	14
	Bonne réponse crédit partiel	7	29	103	223	206	142
C	Confusion perpendiculaire et verticale	5	14	36	22	7	2
	Confusion perpendiculaire et horizontale	1	6	12	6	5	
D	Propriété du diamètre mal maîtrisée	4	2	13	16	5	2
B	Bonne réponse « Double diamètre »	8	8	21	18	5	1
D	Confusion diamètre et rayon	4	17	31	45	31	13
C - D	Confusion diamètre et rayon et perpendicularité	5	19	29	13	7	
C	Prolongement du rayon en diamètre	3	31	62	45	15	3
D	Propriété du rayon mal maîtrisée		1	3	7	4	3
E	Autre erreur	21	99	169	133	51	12

4.3.1 GRANDEURS ET MESURES

La connaissance des grandeurs (longueur, masse, contenance, durée et prix) est structurée au travers de la maîtrise des unités légales et de leurs relations. Les notions de périmètre, d'aire d'une surface sont approfondies, celles d'angle et de volume sont étudiées. La notion de mesure d'une grandeur consiste à associer un nombre correspondant à une unité choisie ; dans ce cadre, des problèmes mettant en jeu ces mesures sont proposés.

Quels items pour évaluer ce champ ?

L'évaluation Cedre met en œuvre :

- des items d'identification d'unités de mesure usuelles au travers de situations ayant trait à la vie courante (kg, L, m, h) par l'estimation d'un ordre de grandeur ;
- les relations entre les unités de mesure usuelles (km/m, L/cL, kg/g, h/s) par conversion ;
- la lecture de l'heure à partir de la reproduction de pendule à aiguilles ou de l'affichage digital de l'heure ;
- les notions de périmètre, d'aire et de volume par le calcul ;
- le calcul de mesures des différentes grandeurs étudiées (système décimal ou sexagésimal) par les problèmes.

Le champ « Grandeurs et mesures » fait partie des champs les mieux réussis par les élèves de groupes de bas niveau de l'échelle Cedre **(Figure 4.49)**. Les items constitutifs de ces groupes sont basés essentiellement sur des situations ayant trait à la vie courante. À partir du groupe 3, se sont sept items sur dix qui sont réussis, mais nous ne constatons aucun effet de seuil dans les groupes de haut niveau de performance. Les items constitutifs de ces groupes mettent en jeu les notions de périmètre, d'aire et de volume ainsi que des problèmes. Ils délimitent un ensemble dans lequel les difficultés se cumulent et les items se complexifient.

Descriptif des groupes

Les grandeurs

Dès le **groupe inférieur à 1,** les élèves montrent des connaissances liées à des situations ayant trait à la vie courante. Les élèves identifient, dans les différents items proposés, les mesures usuelles d'unités de longueur, de masse ou de capacité **(Figure 4.50)**. Le **groupe 1** est constitué d'élèves qui résolvent des problèmes de comparaison de longueur **(Figure 4.51)**. Dans ce type de situation, ils doivent mettre en œuvre des stratégies de comparaison « segment à segment ». Ils ont la possibilité d'utiliser un instrument (gabarit ou règle graduée). À noter que les mesures étaient suffisamment distinctes afin d'éviter les erreurs de précision lors de l'opération de mesure. Au **groupe 2**, nous observons quelques items relatifs à l'ordre de grandeur dans le domaine de la longueur (l'unité étant toujours exprimée dans l'item). Sont positionnés aussi des items dans lesquels les élèves doivent sélectionner l'unité de mesure habituelle parmi d'autres unités de grandeurs **(Figure 4.52)**. À partir du **groupe 3**, nous observons des items relatifs aux durées, aux relations entre les unités usuelles et quelques problèmes relevant des notions de périmètre et d'aire. Pour les comparaisons de durées, une situation était basée sur un tableau à double entrée **(Figure 4.53)**. Les élèves devaient désigner : « La planète qui met le plus de temps à faire un tour complet autour du soleil ». Aucune conversion n'était nécessaire ; un ordre de grandeur suffisait. Les difficultés rencontrées par les élèves de groupes inférieurs au groupe 3 résidaient, sans doute, dans la lecture du tableau et notamment dans le titre de la colonne qui ne reprenait pas les termes de la consigne. À noter que cet item aurait pu être ventilé dans le champ « Organisation et gestion de données ». Nous ne l'avons pas fait en considérant que la tâche demandée à l'élève consistait en une lecture directe du tableau.

Signification d'une écriture

La signification de l'écriture décimale liée à une mesure n'a pas été systématiquement évaluée. Dès les groupes de bas niveau, les élèves ont compris la signification de l'unité et savent la repérer : par exemple : « Une balance indique sur son affichage digital 74,5 » ; ces élèves indiquent bien qu'il s'agit de 74 kg. Ce n'est qu'au **groupe 5** que la signification de la partie décimale est intégrée **(Figure 4.54)**. La lecture de l'heure semble être un cas particulier. C'est au **groupe 1** que les items mettant en jeu des lectures de l'heure sur des pendules à aiguilles sont réussis. Les élèves de ce groupe sont capables d'établir le lien avec la lecture de l'horloge à affichage digital. Ce n'est qu'au **groupe 3** que la lecture de l'heure est complètement acquise avec la distinction (matin/après-midi) **(Figure 4.55)**.

Les relations entre les unités usuelles

Les conversions relatives aux mesures de longueurs sont réussies dès le **groupe 2** comme 4 317 mm = 4,317 m ou 0,75 m = 75 cm. Au **groupe 3**, l'utilisation de grands nombres ne pose pas de difficulté ainsi que la conversion de nombres entiers vers des décimaux : par exemple le passage de 1 200 m en 1,2 km. Ces élèves éprouvent des difficultés dans le passage inverse : par exemple 0,6 km en 600 m. Les conversions d'unités de longueurs ne sont acquises qu'au **groupe 4**. Les conversions des unités de masse ne sont présentes qu'à partir du **groupe 3** ; celles des unités de capacités qu'au **groupe 5**. Les conversions d'unités de temps sont présentes dès le **groupe 2** ; même si un item correspondant à la conversion d'une minute en soixante secondes est réussi dès le groupe inférieur à 1. Nous pouvons inférer qu'il s'agit là d'un savoir qui ne montre pas sur la connaissance de la conversion de minutes en secondes. Au **groupe 2** sont associés des items qui proposent le passage d'une écriture littérale vers sa traduction en h, mn, s : par exemple 27 heures en 1 jour et 3 heures. C'est au **groupe 3** que les items faisant référence au système sexagésimal sont réussis **(Figure 4.56)**.

Périmètre, aire et volume

Au **groupe 2**, les élèves calculent le périmètre d'un carré à partir d'un de ses côtés. Au **groupe 3**, est positionné un item du calcul du périmètre d'un rectangle ; à noter que les élèves de ce groupe sont capables de reconnaître la formule du périmètre du rectangle sans pour autant savoir la mettre en œuvre. Au **groupe 5**, les élèves peuvent résoudre des problèmes complexes qui mettent en jeu la notion de périmètre **(Figure 4.57)**. Trop peu d'items ont été créés pour la notion d'aire ou celle de volume. Ils feront l'objet de nouvelles situations lors de la reprise du protocole. Néanmoins, en 2014, ce n'est qu'au **groupe 4** que les élèves sont capables de donner du sens à la notion d'aire **(Figure 4.58)**. Les élèves du **groupe 5** sont capables de calculer le volume d'un cube dont la mesure d'une arête est exprimée. Quelques items résistent aux élèves même les plus performants. Il s'agit d'items dont les notions seront revues ultérieurement au collège. Le premier est un problème basé sur la notion de périmètre **(Figure 4.59)** ; le second, « la volière » fait l'objet d'un article dans ce dossier.

Point d'étape

Le champ « Grandeurs et mesures » a été évalué selon trois axes :

- l'identification et l'utilisation raisonnée du lexique associé à chaque unité de mesure usuelle ;
- les relations entre les unités de mesure usuelles ;
- la résolution de problèmes impliquant des grandeurs.

L'utilisation des nombres décimaux joue le rôle de variable didactique qui vient augmenter la difficulté des situations proposées aux élèves.

L'évaluation Cedre permet de repérer les élèves de bas niveau. Leurs performances se situent presque exclusivement dans la compétence « Identifier », mais aussi dans les relations entre grandeurs lorsque celles-ci sont fortement liées au « vécu » des élèves.

Elle permet de constater que les élèves de haut niveau de performance ont intégré la désignation des grandeurs et les relations entre les unités de mesure usuelles. Ils ont les « outils » pour aborder sereinement la résolution de tout type de problème dans ce champ des mathématiques.

Entre ces deux pôles, les élèves du groupe 3 ont les bases, mais souffrent dans la mise en œuvre des relations notamment lorsque celles-ci convoquent les décimaux ou lorsque la difficulté s'accroît fortement dans une situation problème.

FIGURE 4.49 Grandeurs et mesures

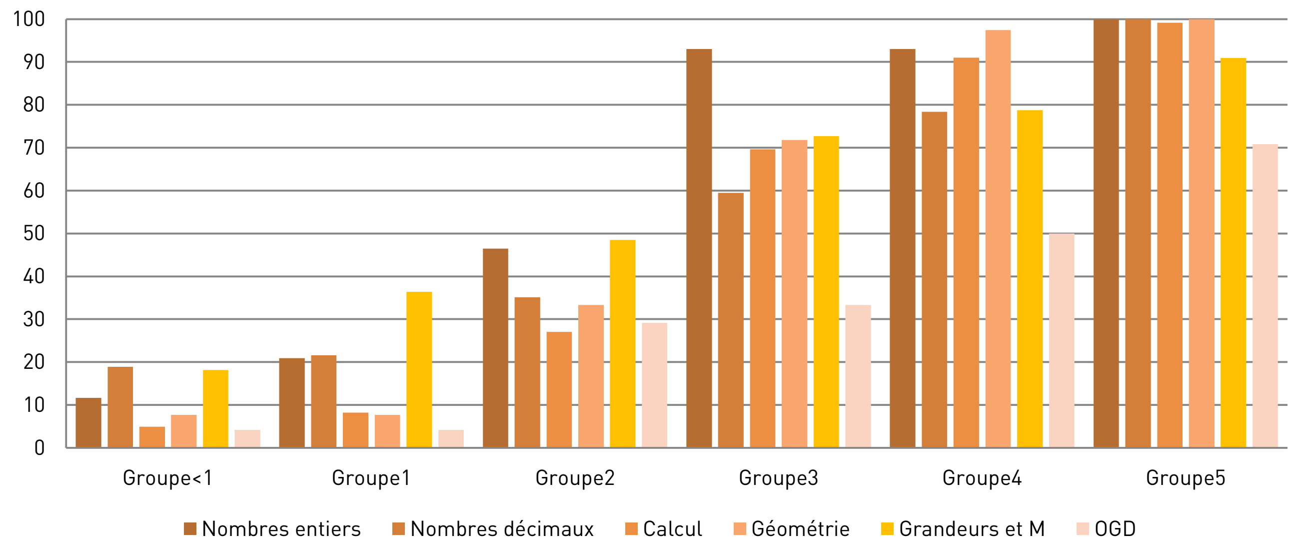


FIGURE 4.50 Grandeurs et mesures

Sur une bouteille d'eau minérale, tu peux lire sur l'étiquette :

- ○ 1,5 L
- ○ 1,5 m
- ○ 1,5 g

FIGURE 4.51 Grandeurs et mesures

Situation 1 - Traiter - Grandeurs et mesures 03

Entoure les segments de même longueur.

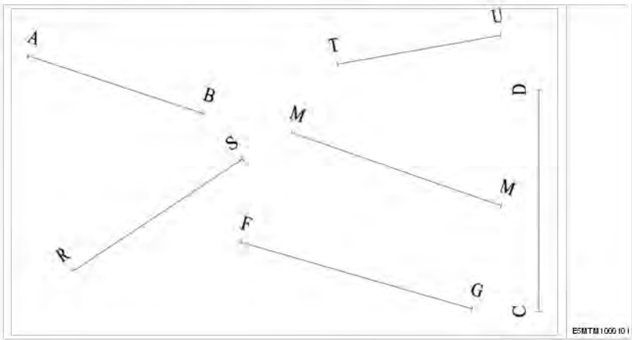


FIGURE 4.52 Grandeurs et mesures

En se pesant sur la balance, le père de Nicolas voit l'affichage suivant :

74.3

Cela signifie qu'il pèse

1 ☐ 74kg3g
2 ☐ 74kg30g
3 ☐ 74kg300g
4 ☐ 74kg3 000g

FIGURE 4.53 Grandeurs et mesures

Situation 4 - Identifier - Grand. Mes. 03

La capacité d'une grande bouteille d'eau :

1 ☐ 1,5 mL
2 ☐ 1,5 cL
3 ☐ 1,5 L

FIGURE 4.54 Grandeurs et mesures

	Distance au Soleil (en millions de km)	Durée approximative d'une révolution autour du Soleil	Diamètre équatorial (en km)	Température diurne à la surface
Jupiter	778	11 ans 315 jours	142 984	-140°C
Mars	228	687 jours	6 794	0°C
Mercure	58	88 jours	4 878	400°C
Neptune	4 504	164 ans 322 jours	49 528	-190°C
Saturne	1 429	29 ans 167 jours	120 536	-160°C
Terre	150	1 an	12 756	20°C
Uranus	2 871	84 ans 7 jours	51 118	-170°C
Vénus	108	225 jours	12 104	470°C

FIGURE 4.55 Grandeurs et mesures

Pour chaque horloge, indique l'heure qu'il est.

Situation 3 - Identifier - Grand. Mes. 02

1 ☐ Midi moins cinq
2 ☐ Onze heures et demie
3 ☐ Onze heures douze
4 ☐ Vingt-trois heures

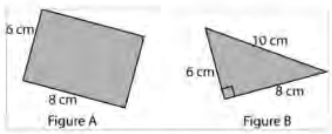
FIGURE 4.56 Grandeurs et mesures

Dans une heure, combien y a-t-il de secondes ?

1 ☐ 3 600 s
2 ☐ 1000 s
3 ☐ 100 s
4 ☐ 60 s

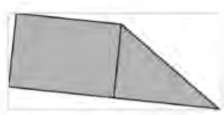
FIGURE 4.57 Grandeurs et mesures

Observe les figures ci-dessous.



Question 3 - Traiter - Grandeurs et mesures 01

En assemblant les figures 1 et 2, on réalise la figure ci-dessous.
Quel est le périmètre de cette figure ?



1 ☐ 36 cm
2 ☐ 40 cm
3 ☐ 46 cm
4 ☐ 52 cm

FIGURE 4.58 Grandeurs et mesures

Pour carreler le sol d'une cuisine, il faut calculer :

- ○ son périmètre
- ○ son diamètre
- ○ son aire

4.3.2 ANALYSE DE L'ITEM « LA VOLIÈRE »

L'analyse du problème « La volière » montre les stratégies différentes employées par les élèves et révèle les erreurs significatives. Cet item met en jeu la notion de volume, les nombres décimaux et la mise en œuvre en autonomie d'une tâche nécessitant plusieurs étapes et plusieurs calculs.

L'item « La volière » **(Figure 4.60)** faisait partie des items très difficiles proposés par les concepteurs de l'évaluation. Les élèves disposaient d'un cadre de recherche vierge pour leur brouillon et la réponse à la question.

Une analyse *a priori* pointe les difficultés que les élèves pouvaient rencontrer :

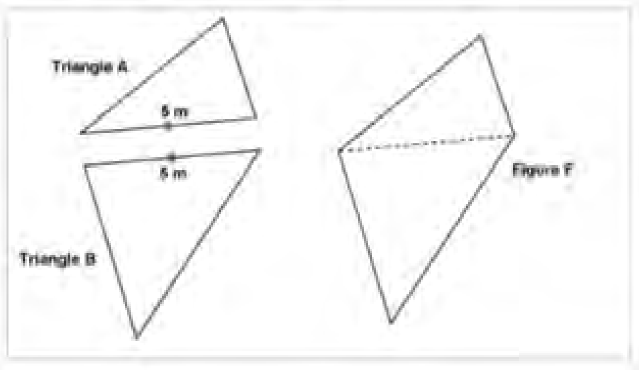
- le contexte n'est pas familier. Le niveau de l'énoncé utilise les termes mathématiques « cube » et « pavé ». Il faut comprendre que la représentation en trois dimensions correspond à une volière et que le volume recherché est celui de l'ensemble (cube et pavé droit). Le format choisi est un champ libre ce qui demande aux élèves de produire une réponse en autonomie. Ils doivent distinguer les informations utiles de celles superflues. Écrire une réponse.
- la difficulté mathématique réside dans la connaissance de la notion de volume et dans le calcul de deux types de volumes « le cube » et « le pavé ». Une variable didactique complique la situation : l'utilisation de nombres décimaux.
- la tâche des élèves est complexe. Ils doivent gérer les différentes étapes de ce problème, les noter et proposer une réponse. Ils prélèvent des informations sur le schéma. Ils réactivent leurs connaissances des formules du cube et du pavé ; ils les mettent en œuvre sans guidage et sans accompagnement.

La grille de codage

Dans le but de faire un bilan des acquis des élèves, l'évaluation Cedre se préoccupe uniquement de la réussite ou de l'échec à chaque item proposé. La cor-

FIGURE 4.59 Grandeurs et mesures

Le périmètre du triangle A est 16 m.
Le périmètre du triangle B est 20 m.
La figure F est formée à l'aide des triangles A et B.



rection de cet item a conduit les correcteurs à n'accepter que « 46,875 m3 » comme bonne réponse, quelle que soit la méthode qui a conduit à celle-ci. Le retour de cet item montre un très fort taux d'échec ; moins de 2 % des élèves réussissent cet item et nous avons un fort taux de non-réponse: plus de 30 % ! Mécaniquement le Rbis de cet item est très faible (0.13) et nous empêche de le positionner dans l'échelle finale. 1 987 élèves ont passé cet item ; une analyse des erreurs les plus fréquemment observées est proposée dans cet article. Ce travail a été réalisé à partir des productions des élèves. Les scores donnés correspondent à des pourcentages de réussite et non à des probabilités de réussite ; comme c'est le cas pour l'échelle Cedre.

En observant les productions des élèves, nous définissons une nouvelle grille de codage comme suit :

- non-réponse : feuille vide ou comportant un trait, un point d'interrogation ou toute autre marque montrant que l'élève bien que présent n'est pas entré dans l'activité ;
- bonne réponse **(Figure 4.61)** :l'élève a mis en œuvre une procédure qui a conduit à répondre : « 46,875 m3 » ;
- réponse ne présentant pas l'unité : l'élève a mis en œuvre une procédure qui a conduit à répondre : « 46,875 » ;
- trois étapes ; addition finale fausse **(Figure 4.62)** : l'élève a mis en œuvre une procédure pour laquelle on observe deux étapes correspondant aux calculs du volume du cube et du pavé. L'addition finale a été omise ou n'a pas conduit à un résultat correct ;
- trois étapes présentes ; des erreurs de calcul **(Figure 4.63)** : l'élève a mis en œuvre une procédure pour laquelle on observe deux étapes correspondant aux calculs du volume du cube et du pavé ; des erreurs de calcul empêchent d'obtenir un résultat intermédiaire et donc le résultat final ;
- addition de tous les termes présents

(Figure 4.64) : l'élève additionne tous les termes présents. Il obtient un cardinal de 17,5. Cette erreur semble témoigner de l'absence totale de l'idée de volume qui induit l'utilisation de la multiplication ;

- addition de tous les termes présents ; des erreurs de calcul **(Figure 4.65)** : la mesure 5m est positionnée dans la colonne des dixièmes ; les élèves trouvent un cardinal de 13,0 ou 130 si la virgule a été omise. Globalement toutes réponses témoignant de l'addition de termes avec une erreur de calcul due à l'emploi des décimaux ;
- réponse qui met en œuvre une ou des multiplications **(Figure 4.66)** : l'élève essaie de multiplier les nombres prélevés dans le schéma. Il n'y a pas de stratégie et donc pas d'étape visible. Néanmoins cela témoigne des prémices d'un travail de calcul de volume ;
- autre réponse **(Figure 4.67)** : toutes les réponses ne pouvant pas être catégorisées par la grille précédente.

Le résultat de cette analyse **(Figure 4.68)** permet de ventiler les réponses des élèves selon six catégories caractérisées par :

- A (24,1 %) de non-réponse, ce taux est plus élevé que dans celui pris en compte dans l'échelle Cedre. En effet, un trait, un point d'interrogation, un signe quelconque sur le cahier de l'élève est comptabilisé comme autre réponse dans le protocole Cedre, ici, nous avons considéré ces marques comme de la non-réponse.
- B (2,6 %) des élèves répondent « 46,875m^3 ou 46,875 » ; deux réponses considérées comme bonnes.
- C (5,8 %) des élèves réalisent le problème avec les étapes intermédiaires, mais font des erreurs de calcul.
- D (29 %) des élèves additionnent tous les termes présents en faisant ou non une erreur de calcul. À noter que les erreurs de calculs sont dues en majorité à l'utilisation de nombres décimaux.
- E (29,7 %) des élèves mettent en œuvre une multiplication qui témoigne d'une première notion sur les volumes.
- F (8,8 %) des réponses ne sont pas caractérisables. Elles présentent uniquement un résultat, une reprise du schéma ou une explication ne répondant pas à la question posée.

En agrégeant le pourcentage des élèves qui ne répondent pas (A), qui effectuent uniquement des additions (D) et qui ont des réponses non-caractérisables (F) ; c'est plus de six élèves sur dix qui ont des difficultés avec la notion de volume ou de son calcul. Un peu moins de trois élèves sur dix montrent des notions dans le domaine, mais butent dans les calculs effectués. Un peu plus d'un élève sur dix a des notions affirmées dans ce domaine.

Ventilation des codages par groupe d'appartenance des élèves

Avec le dépouillement de toutes les productions des élèves ayant passé cet item, nous disposons de la réponse effective de chaque élève. Par ailleurs, pour ces mêmes élèves, nous avons leurs positionnements sur l'échelle Cedre des acquis. Une ventilation des codages par groupe d'appartenance est alors réalisée **(Figure 4.69)**. La non-réponse (A) est représentée dans tous les groupes. C'est dans les groupes 2 et 3 que nous trouvons les plus forts effectifs de « non-réponse ». Les bonnes réponses (B) sont constatées dès le groupe 2, même si celles-ci sont bien plus fréquentes pour les groupes 4 et 5. La prise de conscience que ce type de problème nécessite plusieurs étapes (C) s'effectue à partir du groupe 1. Généralement les trois étapes sont présentes : calcul du volume du cube, du pavé et association du cube et du pavé pour donner le volume de la volière. Néanmoins, les erreurs de calcul empêchent ces élèves de valider une réussite. L'addition de tous les termes présents (D) concerne tous les groupes. Nous observons une répartition « en cloche » dans les différents groupes avec un pic d'observations au groupe 2 (209 observations). La notion de volume (E) implique d'une façon sous-jacente l'emploi de la multiplication. Cette seule application traduit sans doute une connaissance non encore intégrée, car trop fraîchement enseignée. Nous constatons une répartition « en cloche » avec un pic d'observations (201) au groupe 3. Les autres réponses (F) se répartissent dans les différents groupes avec un pic observé au groupe 3 (53 observations).

Point d'étape

Le pourcentage de la non-réponse est très important ; plus de deux élèves sur dix ne répondent pas à la question. Il est possible que la tâche demandée soit ressentie comme hors de portée de certains élèves. Ils voient qu'il s'agit d'un problème compliqué et que la réponse doit être produite dans un champ libre ; ils abandonnent plus facilement.

Près de trois élèves sur dix effectuent l'addition de tous les termes. La figure en perspective est sans doute analysée comme un plan. Les mesures sont toutes équivalentes et ne correspondent à aucunes des trois dimensions. Ils ont sans doute des difficultés à se représenter la volière en tant qu'objet réel et en ce sens, ils n'ont que peu de notion concernant les volumes.

Dans une même proportion, trois élèves sur dix proposent des solutions à plusieurs étapes utilisant la multiplication. Il y a la reprise de mesures du dessin en perspective, mais celles-ci ne correspondent pas au calcul d'un volume. Néanmoins, le fait que ces élèves

privilégient la multiplication semble témoigner d'une première notion en la matière.
Ils sont moins de deux élèves sur dix à réussir ou à être proche du résultat. Pour certains élèves un étayage leur auraient sans doute permis de valider cet item.

FIGURE 4.60

Un zoo construit une volière pour y mettre un couple de perroquets.
Cette volière est constituée d'un cube et d'un pavé.
De quel volume disposent les oiseaux ?

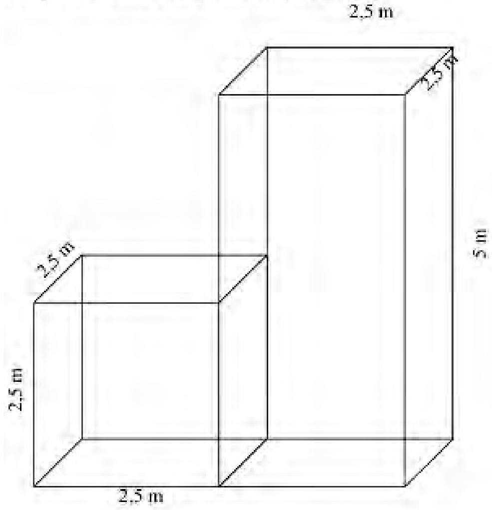


FIGURE 4.61

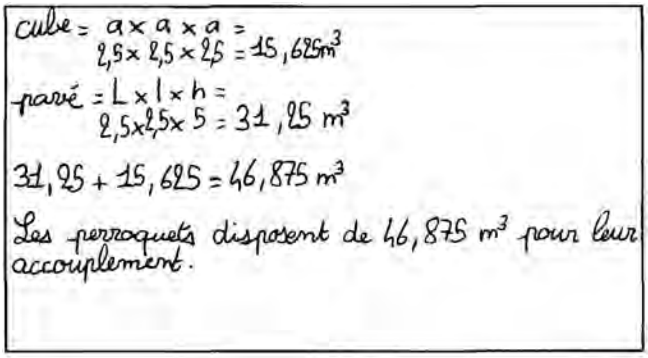


FIGURE 4.62

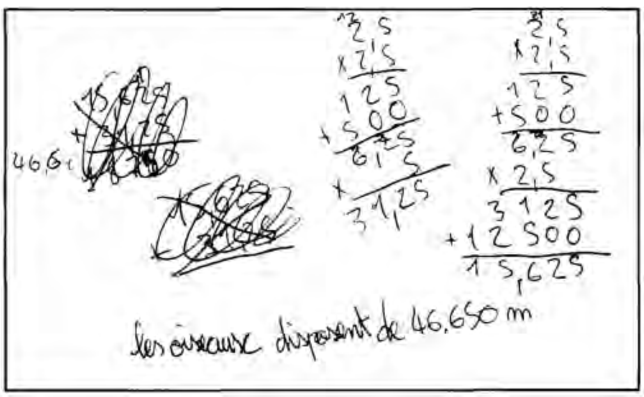


FIGURE 4.63

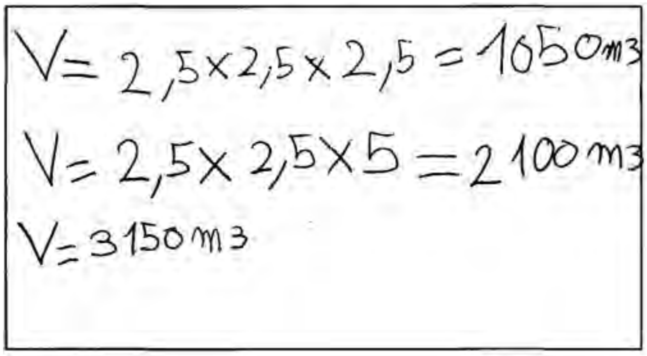


FIGURE 4.64

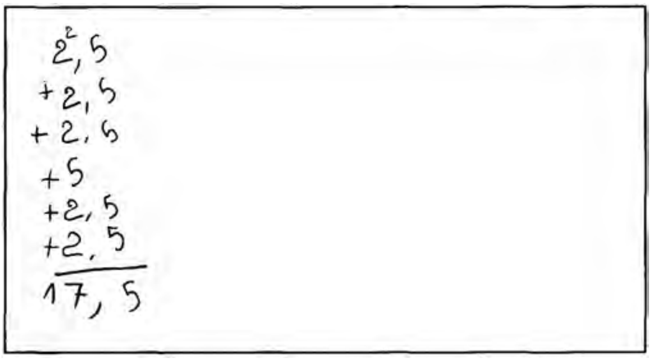


FIGURE 4.65

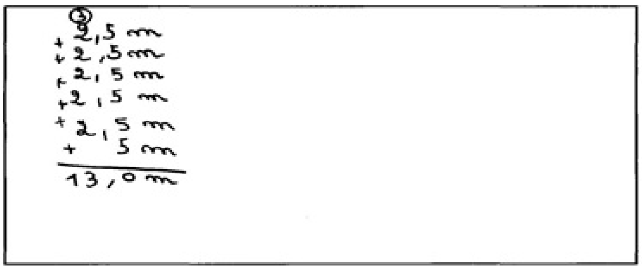


FIGURE 4.66

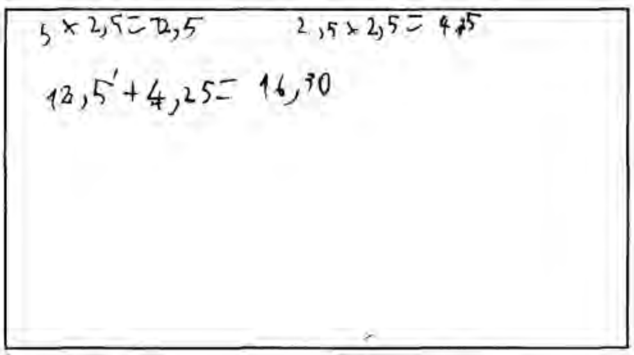


FIGURE 4.67

Il dispose de pavé parce que il disent que la volière et pavé et en cube si les perroquets les cube il n'y aura pas de place donc il doivent y aller dans les pavé.

FIGURE 4.68

	Codage	% de réussite
A	Non-réponse	24,1
B	Bonne réponse	1,6
	Réponse ne présentant pas l'unité	1
C	Trois étapes présentes ; addition finale fausse	0,5
	Trois étapes présentes ; des erreurs de calcul	5,3
D	Addition de tous les termes présents	13,8
	Addition de tous les termes présents ; des erreurs de calcul	15,2
E	Témoigne de la mise en œuvre d'une multiplication	29,7
F	Autre réponse	8,8
E	Autre erreur	21,6

FIGURE 4.69

	Codage	Gp <1	Gp 1	Gp 2	Gp 3	Gp 4	Gp 5
	Répartition des élèves dans les différents groupes de performance	3,70 %	12,60 %	26,1 %	28,6 %	18,8 %	10,2 %
A	Non-réponse	32	70	155	130	69	22
B	Bonne réponse			1	3	8	20
	Réponse ne présentant pas l'unité			3	2	7	8
C	Trois étapes présentes mais addition finale fausse		1		3	1	5
	Trois étapes présentes ; des erreurs de calcul		5	18	31	25	26
D	Addition de tous les termes présents	9	38	103	74	40	10
	Addition de tous les termes présents avec erreur de calcul	18	84	106	65	24	5
E	Témoigne de la mise en œuvre d'une multiplication	4	47	136	201	115	87
F	Autre réponse	14	24	43	53	25	16

4.4.1 PROPORTIONNALITÉ

Dans le programme de 2008, les situations de proportionnalité sont incluses dans le champ « Organisation et gestion de données ». Il est rappelé que la proportionnalité est abordée à partir de situations faisant intervenir les notions de pourcentage, d'échelle, de conversion, d'agrandissement ou de réduction de figures géométriques. En d'autres termes, la proportionnalité est potentiellement présente dans tous les champs des mathématiques qui mettent en œuvre des problèmes.

Quels items pour évaluer la proportionnalité ?

Les situations mettant en œuvre la proportionnalité dans l'évaluation Cedre se situent dans les champs :

- « Nombres et calculs » par des situations de proportionnalité **simple et directe** (3 éléments sont connus et les élèves doivent trouver le quatrième), **simple et composée** (deux relations de proportionnalité simple sont exposées, 5 éléments sont donnés et les élèves doivent retrouver le sixième), **multiple** (plusieurs éléments sont donnés et plusieurs réponses sont demandées ; c'est le cas de tableaux de proportionnalité à remplir).
- « Grandeurs et mesures » par des situations mettant en jeu des vitesses moyennes et des échelles.

Descriptif des groupes

Dans le champ « Nombres et calculs », dès le **groupe inférieur à 1**, les élèves sont capables de résoudre un problème de proportionnalité simple et directe **(Figure 4.70)**. Le prix d'une place de cinéma est donné ; il s'agit de trouver le prix de quatre places. Ici, la proportionnalité se réduit à un problème multiplicatif, l'élève

disposant de la référence « unité » (le prix d'une place). Ces élèves qui par ailleurs ont des difficultés à résoudre des opérations autres que l'addition sans retenue, réussissent ici à traiter « 8 x 4 », calcul faisant partie des tables de multiplications connues en fin d'école.
Le premier type de situation de proportionnalité simple **(Figure 4.71)** nous montre un étagement des performances des élèves du groupe 3 au groupe 5 au travers de quatre items.
Au **groupe 3**, les élèves doivent indiquer : « Combien faut-il de sucre pour 1 600 g de fruits ? » et « Combien faut-il de sucre pour 400 g de fruits ? » Ils réussissent à repérer et utiliser les facteurs (multiplier par 2 et diviser par 2).
Au **groupe 4,** « Combien faut-il de fruits pour 40 g de sucre ? » soit un facteur 1/4.
Au **groupe 5,** « Combien faut-il de fruits pour 120 g de sucre ? » soit le facteur 3/4.
Nous voyons ici, pour le même type de question que la variable didactique qui correspond au facteur de proportionnalité, joue à plein dans la performance constatée des élèves.

Un deuxième type de situation **(Figure 4.72)** propose aux élèves trois items de proportionnalité simple et composée ; il s'agit de rechercher :

- Item 1 - le poids de 80 morceaux de sucres ;
- item 2 - le poids de 15 morceaux de sucres ;
- items 3 - le nombre de morceaux de sucre pour 1 200 g de sucre.

L'item 2 est réussi au **groupe 3** ; les élèves ont sans doute repérer que 15 morceaux de sucre représentent la moitié de 30 morceaux de sucre. Dans ce cas, ils se sont rabattus sur un exercice de proportionnalité simple. Les items 1 et 3 sont réussis par les élèves du **groupe 4**. Ils ont utilisé la double série d'information pour répondre aux questions en remarquant :

- pour l'item 1, que l'addition des morceaux de sucre correspondait à 80 ;
- pour l'item 3, que 1 200 g était composé de 4 fois le poids de sucre initial.

Dans le champ « Grandeurs et mesures », c'est au **groupe 2** que nous constatons la présence d'un item relatif aux échelles **(Figure 4.73)**. Ici, la représentation de l'échelle et donc le coefficient de proportionnalité est explicite. Il est représenté sous plusieurs formes (segment, écriture littérale) qui offrent des entrées variées en fonction des connaissances des élèves. Le rapport externe « multiplié par 100 » est connu et couramment utilisé par les élèves. La forme QCM des réponses à ces items les oriente et guide leur réflexion. Il est possible que les élèves aient appliqué une procédure utilisée en mathématiques ou dans d'autres disciplines ; à savoir : mesurer la distance de Bourges à Lyon sur le schéma, de se rapporter à l'échelle afin de pouvoir choisir une réponse parmi celles proposées. Au **groupe 3**, nous trouvons **(Figure 4.74)** une situation assez similaire : même fond de carte, même échelle et même type de questionnement. Les élèves doivent mesurer une distance, se reporter à l'échelle, mais produire une réponse en autonomie. Les élèves doivent gérer les chiffres significatifs et l'unité. Au **groupe 4,** nous avons une situation **(Figure 4.75)** dans laquelle nous ne demandions pas aux élèves une distance exacte, mais une approximation. **Au groupe 5**, la situation **(Figure 4.76)** demande aux élèves d'expliciter l'échelle 1/100.
À noter qu'une situation **(Figure 4.77)** résiste aux élèves même les plus performants. Dans cet item, la gestion des grands nombres et la conversion n'ont pu être maîtrisées.
Toutes les situations ayant trait à la proportionnalité basées sur la notion de vitesse ne sont réussies qu'au **groupe 5**. Les élèves sont capables de donner une vitesse horaire alors qu'on leur donne un temps de parcourt en heures ou de comparer des vitesses moyennes. Ils butent sur une situation **(Figure 4.78)** qui cumule les difficultés et notamment la connaissance du système horaire sexagésimal et du système décimal.

Point d'étape

Si les élèves du groupe inférieur à 1 réussissent un item ayant trait à la proportionnalité, celui-ci est, dans les faits, un exercice multiplicatif.
Ce n'est qu'au groupe 2 que les élèves résolvent un certain type de problèmes de proportionnalité. Ce sont des paramètres exogènes à la proportionnalité (les valeurs numériques, les unités confondantes et la visualisation de l'exercice) qui différencient les performances entre les élèves des différents groupes.
À partir du groupe 3, les compétences sont en place pour les situations ayant trait à la proportionnalité tant pour les problèmes arithmétiques que pour ceux ayant comme support les échelles. Néanmoins, les élèves de ce groupe ont des difficultés à cumuler plusieurs critères ou plusieurs tâches ; par exemple : mesurer puis exprimer sa réponse en ordre de grandeur. Ces dernières ne sont présentes qu'au groupe 4. Les élèves du groupe 5 présentent des notions plus affirmées dans ce domaine ; par exemple : ils sont capables d'expliciter les termes d'une échelle.
Certains items résistent même aux élèves les plus performants ; ils concernent des calculs de vitesse (exprimée en un rapport de distance/horaire et pas nécessairement en Km/h) qui nécessitent des conversions préalables.
La proportionnalité dans le programme de 2015 est explicitement présente dans les trois domaines des mathématiques du cycle 3 : « Nombres et calculs, Grandeurs et mesures, Géométrie ». Il fait l'objet d'un alinéa spécifique dans les repères de progressivité et sera donc pleinement pris en compte par les enseignants du premier et second degré.

Remarque : lors de la reprise du protocole, l'évaluation

FIGURE 4.70

Le prix d'une place de cirque est de 8 €.

Question 1

Quel est le prix de 4 places ?

1	☐	12 euros	
2	☐	24 euros	
3	☐	32 euros	
4	☐	36 euros	E5MTC080101

FIGURE 4.71

Pour faire une salade de fruits on a utilisé la recette suivante : 800 gr de fruits pour 160 gr de sucre.

Avec la même recette :

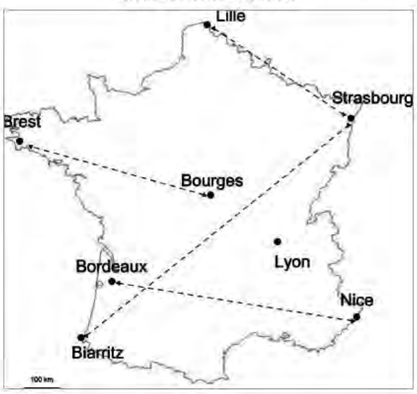
FIGURE 4.72

Problème 1

30 morceaux de sucre pèsent 240 grammes.
50 morceaux de sucre pèsent 400 grammes.

FIGURE 4.73

CARTE DE FRANCE - DISTANCES



Situation 3 - Traiter OGD 02

A vol d'oiseau, dans la réalité,la distance entre Bourges et Lyon est proche de :

1	☐	220 km	
2	☐	270 km	
3	☐	300 km	
4	☐	330 km	E5MTO170040 1

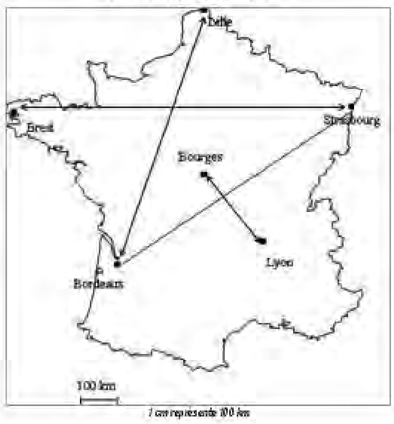
FIGURE 4.76

Situation 1 - Traiter - Grandeurs et mesures 37

Sur une carte à l'échelle 1/100, 1 cm représente ☐ cm dans la réalité. E5MTM1670201

FIGURE 4.74

CARTE DE FRANCE - DISTANCES



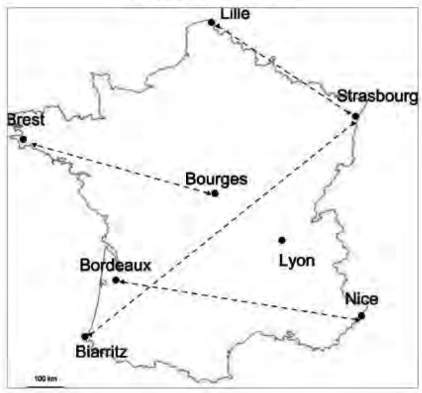
Situation 1 - Produire - Calcul 57

Dans la réalité, quelle est la distance entre :

- Strasbourg et Brest ☐
- Bordeaux et Lille ☐

FIGURE 4.75

CARTE DE FRANCE - DISTANCES



Situation 2 - Traiter OGD 02

A vol d'oiseau, dans la réalité,la distance entre Strasbourg et Bordeaux est proche de :

1	☐	520 km	
2	☐	620 km	
3	☐	720 km	
4	☐	820 km	E5MTO170030 1

FIGURE 4.77

Situation 2 - Traiter - Grandeurs et mesures 37

Si l'échelle est 1/100 000, alors 1 cm représente ☐ km dans la réalité. E5MTM1670801

FIGURE 4.78

Problème 1 - Traiter - OGD Vitesses moyennes

Quelle est la vitesse moyenne d'une autruche qui parcourt 10 km en 12 minutes ?

☐ E5MPO250050 1

Cedre proposera des situations d'agrandissement et de réduction de figures dans le champ géométrie.

4.4.2 ORGANISATION ET GESTION DE DONNÉES – COURBES DE TEMPÉRATURES

Cet item du champ « Organisation et gestion de données » teste la production de deux courbes de températures. Il se base sur la lecture d'un tableau des températures ; activité usuellement pratiquée en classe. L'analyse des réponses des élèves permet de catégoriser les erreurs les plus fréquemment observées.

Ce champ n'est plus présent en tant que tel dans le programme de 2015. Les situations peuvent être néanmoins positionnées dans les compétences du socle :

- « Chercher » qui précise : prélever et organiser des informations nécessaires à la résolution de problème à partir de supports variés : textes, tableaux, diagrammes, graphiques, dessins, schémas, etc.
- « Représenter » : utiliser des outils pour représenter un problème.

Cet item **(Figure 4.79)** est présenté sur une page du cahier d'évaluation des élèves. Ils disposent du tableau des températures et ils doivent tracer les courbes du matin et de l'après-midi.

- Le contexte est familier aux élèves qui ont très certainement effectué ce type de relevé en classe et qui ont pu produire un graphique attestant de leurs mesures.
- D'un point de vue de la discipline il s'agit de la lecture d'un tableau à double entrée puis de la production de deux courbes ; ce qui nécessite l'usage des nœuds du quadrillage proposé aux élèves.
- La tâche de l'élève est simple. Pointer les différentes mesures sur le graphique et relier ces points pour former une courbe.

La grille de codage

Dans le but de faire un bilan des acquis des élèves, l'évaluation Cedre se préoccupe uniquement de la réussite ou de l'échec à chaque item proposé. La correction de cet item a conduit les correcteurs à n'accepter que la bonne réponse **(Figure 4.80)**. 2 146 élèves ont passé cet item ; une analyse des erreurs les plus fréquemment observées est proposée dans cet article. Ce travail a été réalisé à partir des productions des élèves. Les scores donnés correspondent à des pourcentages de réussite et non à des probabilités de réussite ; comme c'est le cas pour l'échelle Cedre.

En observant les productions des élèves nous définissons une nouvelle grille de codage comme suit :

- non-réponse : feuille vide ou comportant un trait, un point d'interrogation ou toute autre marque montrant que l'élève n'est pas entré dans l'activité ;
- bonne réponse **(Figure 4.80)** : les élèves ont tracé les deux courbes ;
- graphique en points **(Figure 4.81)** : les élèves ont tracé pour chaque relevé météo un point sur la feuille de réponse ;
- graphique en barres **(Figure 4.82)** : les élèves ont tracé des points et ont relié les points d'une même journée, créant une succession de barres ;
- graphique avec des noms **(Figure 4.83)** : les élèves ont indiqué le niveau de température en indiquant à la bonne position le nom de la période (matin ou après-midi) ;
- graphique avec des cases **(Figure 4.84)** : les élèves ont indiqué le niveau de température en utilisant les cases du tableau fourni ;
- points et lignes de construction **(Figure 4.85)** : les élèves ont indiqué le niveau de température en utilisant les intersections des lignes du tableau fourni. Les traits de construction sont toujours visibles ;
- une seule courbe tracée **(Figure 4.86)** : une courbe seulement est tracée ;
- liaison axe-axe **(Figure 4.87)** : les élèves ont relié directement l'axe des abscisses et celui des ordonnées ;
- une seule courbe en « zigzag » **(Figure 4.88)** : les élèves ont indiqué le niveau de température en reliant tous les termes à la suite les uns des autres ;
- courbes reliées à l'origine **(Figure 4.89)** : les courbes sont systématiquement reliées à l'origine ;
- courbes reliées à un axe **(Figure 4.90)** : les courbes sont systématiquement reliées à un axe ;
- autre réponse : réponse ne pouvant pas être caractérisée.

Le résultat de cette analyse **(Tableau 4.91)** permet de ventiler les réponses des élèves selon cinq catégories caractérisées par :

- A (10,6 %) de non-réponse. Ce taux de non-réponse est faible pour un item de production. Il traduit sans doute une tâche familière qui a incité les élèves à répondre ;
- B (35,3 %) de réussite en considérant toutes les formes de représentations graphiques comme justes (le critère courbe n'étant plus privilégié). Les élèves ont montré qu'il avait des notions pour représenter le phénomène physique ; toutefois, ils n'ont pas tenu compte de la consigne ;

- C (3,4 %) des élèves tracent une seule courbe juste. Soit ils n'ont pris le temps de tracé la seconde courbe, soit ils n'ont pas compris la consigne et ils ont occulté une partie de la tâche ;
- E (25,1 %) des élèves ont une notion claire du relevé de température, mais l'expriment avec des erreurs caractéristiques.
  - ✓ Relier la courbe systématiquement à l'origine traduit une habitude de démarrer tout tracé à la position « 0,0 ». Pour ce type d'item, les élèves sont en autonomie complète ; ils n'ont pas l'apport extérieur qui viendrait leur donner le doute sur leur réponse en leur demandant notamment à quoi correspond ce jour ? Cette température ?
  - ✓ Relier la courbe à un axe relève de la même problématique que précédemment. Pour ces élèves, une courbe ne peut pas « flotter » dans un maillage… il faut qu'elle soit attachée à un axe.
  - ✓ La courbe en zigzag procède d'une autre logique et plus certainement d'une mise en œuvre défaillante. Ces élèves lisent la température du matin, puis celle de l'après-midi et ils relient ces deux termes. Ils continuent de proche en proche et obtienne une courbe. Ces élèves lisent le tableau de températures sans prendre de recul par rapport à la tâche demandée.
- F (25,7 %) des réponses ne sont pas caractérisables. Elles présentent uniquement un résultat, une reprise du schéma ou une explication ne répondant pas à la question posée.

Ventilation des codages par groupe d'appartenance des élèves

Avec le dépouillement de toutes les productions des élèves ayant passé cet item, nous disposons de la réponse effective de chaque élève. Par ailleurs, pour ces mêmes élèves, nous avons leurs positionnements sur l'échelle Cedre des acquis. Une ventilation des codages par groupe d'appartenance est alors réalisée **(Figure 4.92)**. Ce tableau montre que quelle que soit le type de réponse, tous les groupes sont concernés. La « non-réponse » (A) montre une distribution en « cloche » avec un pic d'observations pour le groupe 2 (200 observations). La bonne réponse (B) montre une distribution en « cloche » avec un pic d'observations pour les groupes 2 et 3 (respectivement 215 et 201 observations). Une seule courbe tracée (C) montre une distribution en « cloche » avec un pic d'observations pour les groupes 2 (26 observations). La liaison « axe à axe » (D) concerne essentiellement les élèves des groupes 1, 2 et 3. La liaison à un axe (E) montre une distribution en « cloche » avec un pic d'observations pour le groupe 3 (167 observations). Les autres réponses (F) se répartissent dans les différents groupes avec un pic observé au groupe 2 (163 observations).

Point d'étape

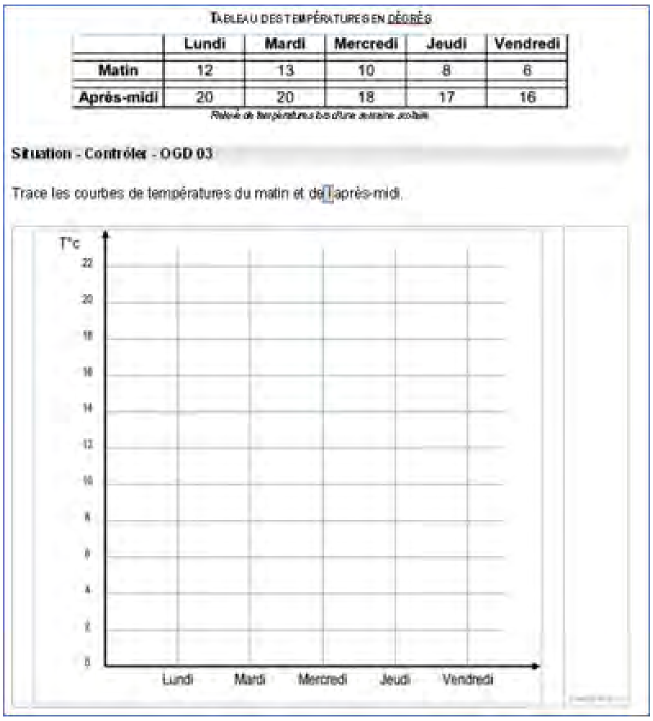
La réponse attendue l'était sous forme de deux courbes. Les bonnes réponses offrent des solutions exactes, mais sous des formes graphiques différentes. Elles témoignent de la prise en compte du problème et de la possibilité de représenter sur un schéma le phénomène météorologique. Il est possible, dans ce cas, que les élèves aient reproduit des pratiques scolaires sans se préoccuper de l'exigence souhaitée pour cet item.

Une autre catégorie d'erreurs témoigne d'une intégration erronée de leur apprentissage : toute courbe a un rapport avec les abscisses ou les ordonnées, mais n'est pas nécessairement rattaché à un axe ou à l'origine.

Très préoccupant : 3,9 % des élèves ne savent pas mettre en œuvre un graphique à partir d'un tableau à double entrée.

Le champ ODG **(Figure 4.93)** est celui qui est le moins bien réussi quel que soit le groupe de performance. Il est fortement dépendant du support proposé. Le niveau de complexité qui peut être intégré à un item est sans limite, ce qui explique que certaines situations soient hors de portée des élèves, même les plus performants de fin d'école.

FIGURE 4.79



	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin	12	13	10	8	6
Après-midi	20	20	18	17	16

FIGURE 4.80

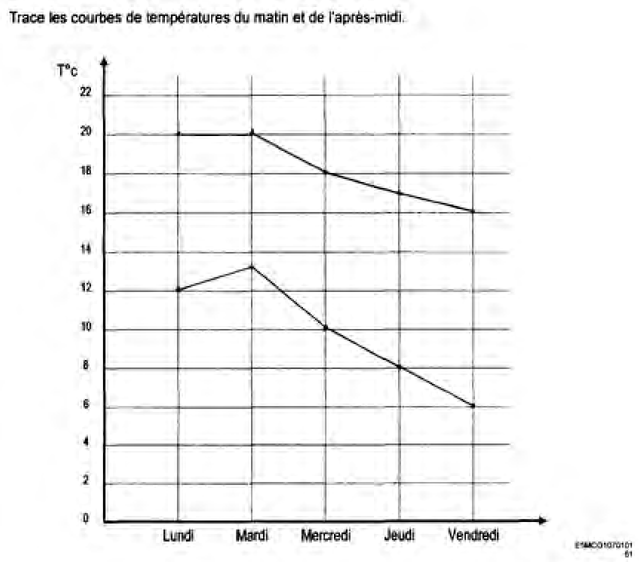


FIGURE 4.81

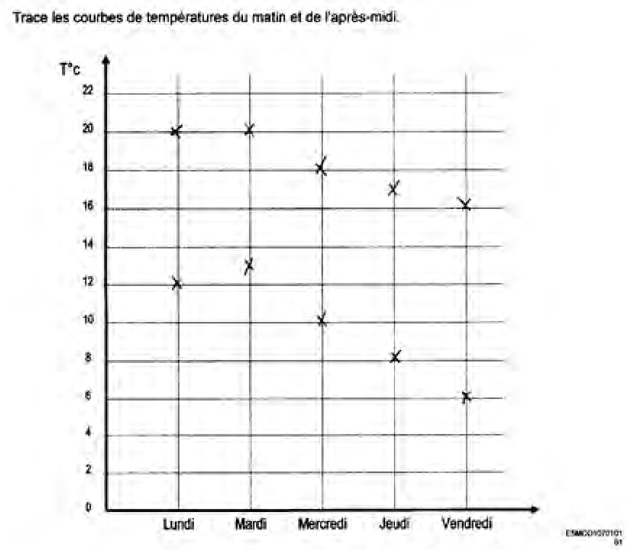


FIGURE 4.82

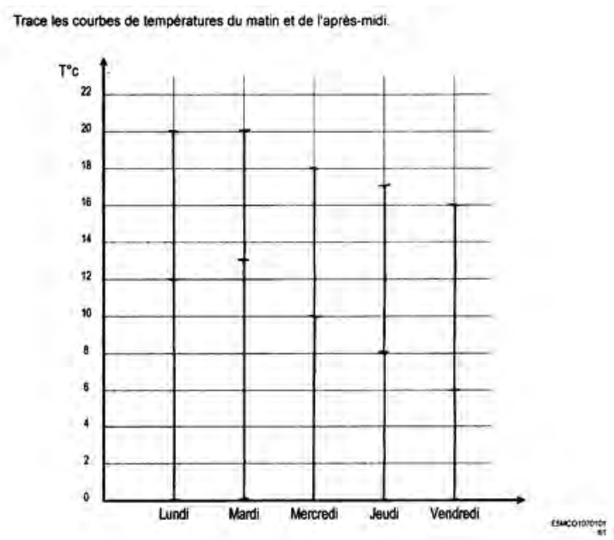


FIGURE 4.83

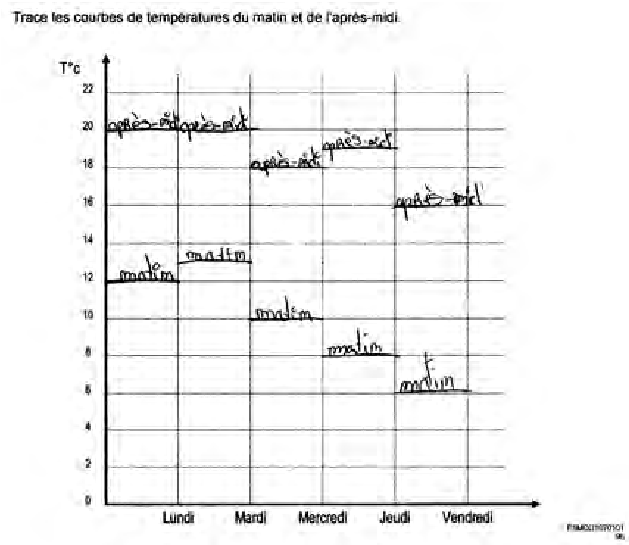


FIGURE 4.84

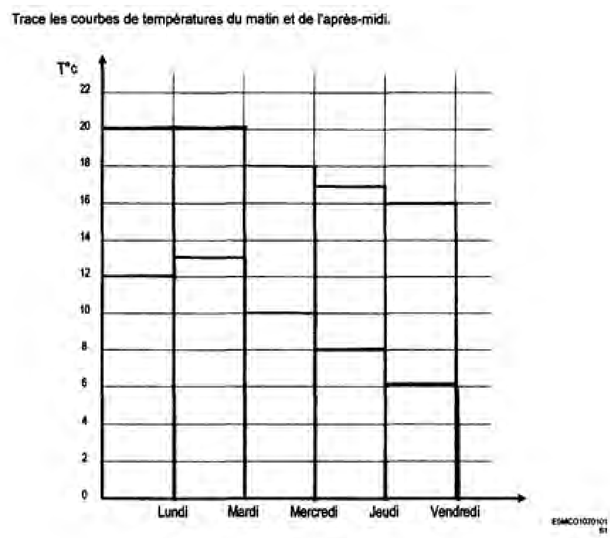


FIGURE 4.85

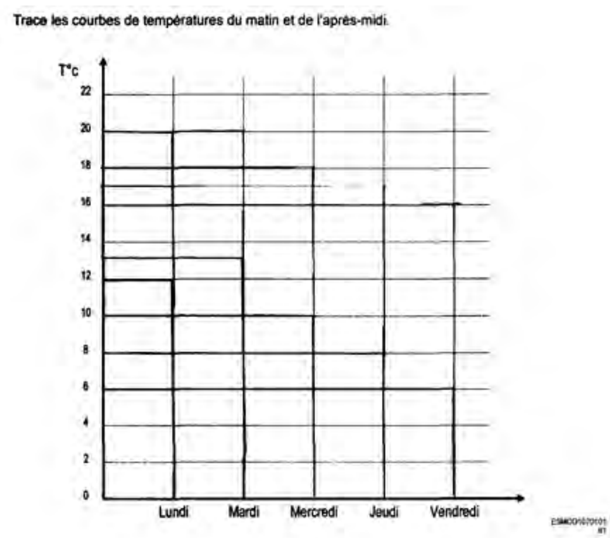


FIGURE 4.86

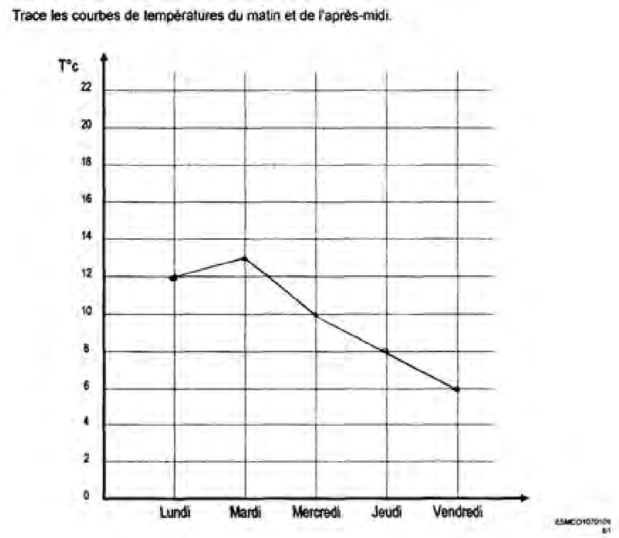


FIGURE 4.87

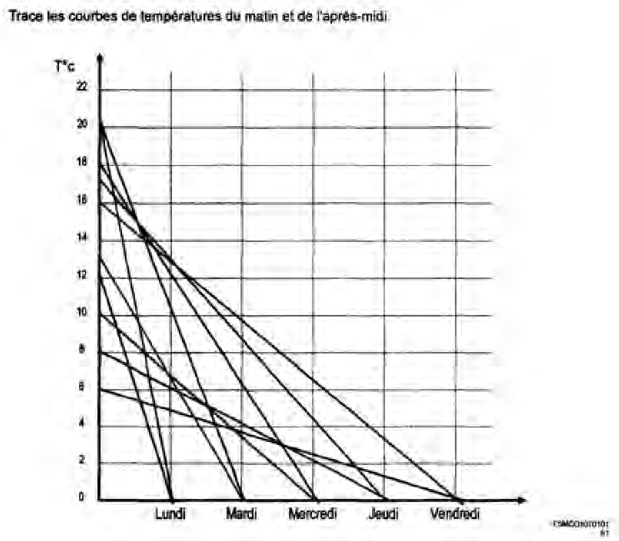


FIGURE 4.88

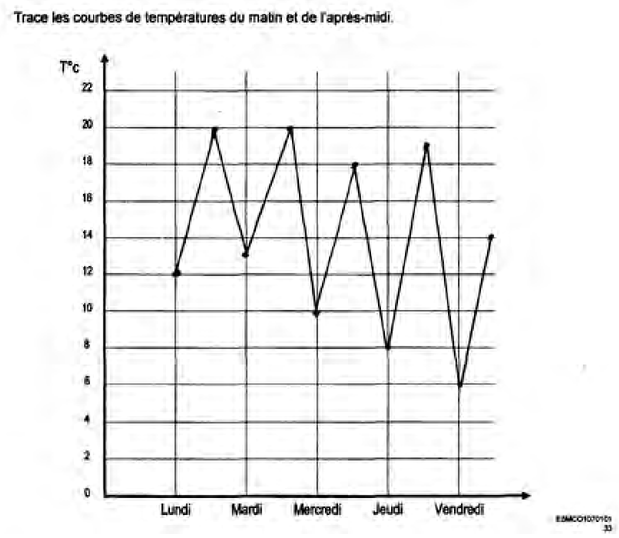


FIGURE 4.89

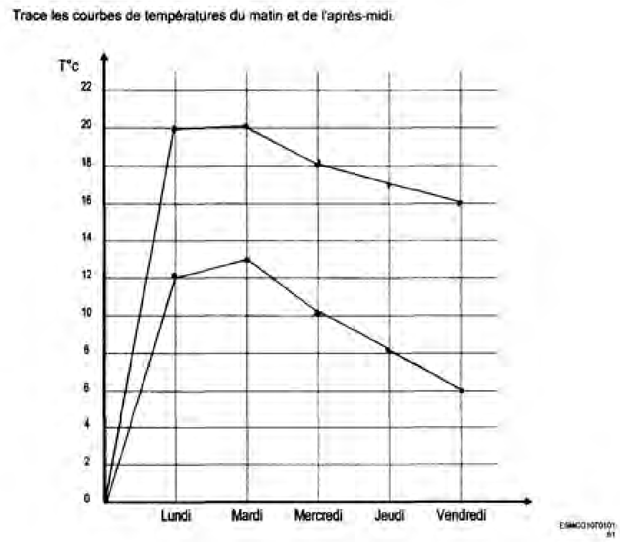


FIGURE 4.90

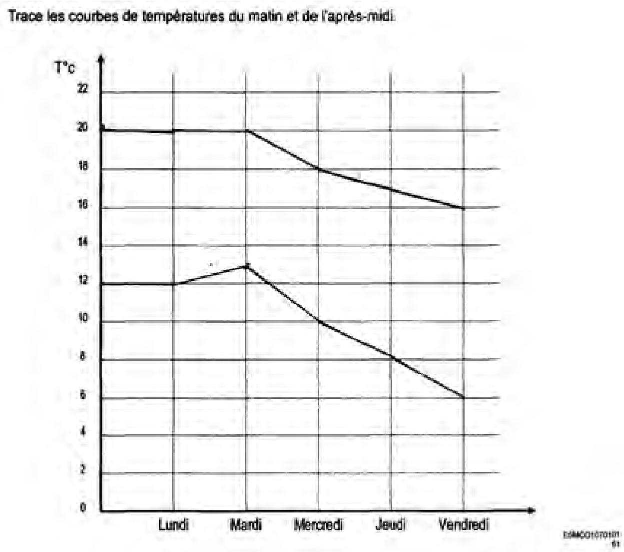


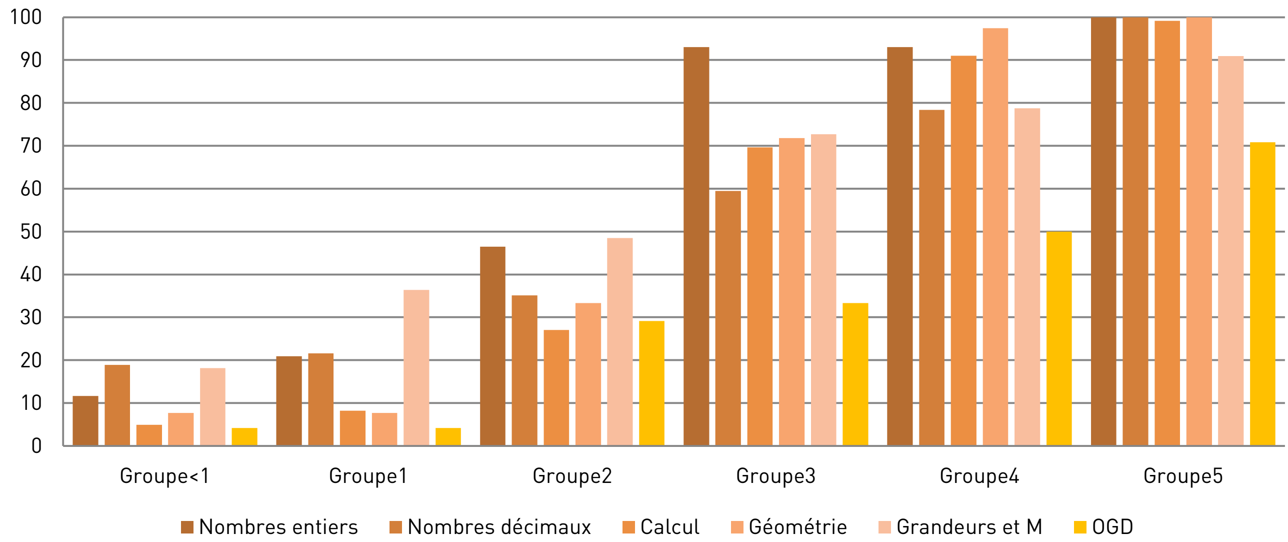
FIGURE 4.91

	Codage	% de réussite
A	Absence de réponse	10,6
B	Bonne réponse	14,7
	Graphique en points	4,7
	Graphique en barres	7,1
	Graphique avec des noms	1,2
	Graphique avec des cases	4,2
	Points et lignes de construction	3,4
C	Une seule courbe tracée	3,4
D	Liaison axe-axe	3,9
E	Une seule courbe - zig zag	8,9
	Courbes reliées à l'origine	6,7
	Courbes reliées à un axe	5,6
F	Autre réponse	25,7

FIGURE 4.92

	Codage	Gp <1	Gp 1	Gp 2	Gp 3	Gp 4	Gp 5
A	Absence de réponse	35	57	80	36	13	6
B	Bonne réponse	1	26	67	88	74	60
	Graphique en points	2	14	31	31	17	5
	Graphique en barres	3	27	45	48	17	12
	Graphique avec des noms		1	13	5	6	1
	Graphique avec des cases	1	9	29	20	18	14
	Points et lignes de construction	2	10	30	18	10	2
C	Une seule courbe tracée	6	12	26	20	9	
D	Liaison axe-axe	1	24	25	24	3	6
E	Une seule courbe - zig zag	2	15	38	78	35	23
	Courbes reliées à l'origine	1	8	22	47	38	27
	Courbes reliées à un axe	1	6	32	42	26	13
F	Autre réponse	35	119	163	137	66	32

FIGURE 4.93



4.5 ITEMS COMMUNS – ÉCOLE/COLLÈGE

L'évaluation Cedre est développée à deux moments clef du parcours des élèves : en fin d'école et en fin de collège. L'idée a germé de proposer quelques items identiques aux élèves de CM2 et de 3e. Cet article a pour objectif de comparer sept situations communes et d'en tirer quelques pistes de réflexion. Nous ne relions pas les items aux groupes de l'échelle Cedre, car la comparaison porte uniquement sur des sous-groupes d'élèves qui ont passé ces situations à l'école et au collège. Les résultats sont basés sur des pourcentages de réussite.

Numération

La première situation **(Figure 4.94)** propose aux élèves trois items mettant en jeu une représentation graphique d'une collection de carrés. Pour la représenter, nous trouvons des carrés isolés, des barres de dix carrés et des plaquettes de cent carrés. Il est demandé aux élèves de compter l'ensemble de la collection.
Ce type de question relève principalement de l'école primaire. Elle a pu dérouter les collégiens parce que trop éloignée des tâches habituelles en mathématiques. Le taux de non-réponse des collégiens, autour des 6 %, semble confirmer ces résultats
La seconde situation **(Figure 4.95)** demande aux élèves

de choisir parmi les propositions d'un QCM le nombre composé de x centaines, y dizaines et z unités. Trois items ont été créés sur le même modèle. Les résultats **(Figure 4.96)** sont comparables pour les deux niveaux. Même s'il y a moins de travail explicite sur les unités de numération à partir du cycle central, les résultats sur cette situation sont surprenants en fin de collège et en fin d'école : les erreurs qui sont commises semblent témoigner d'un réel manque de compréhension. L'item « S2 item 2 » montre que la numération de position n'est pas complètement acquise même en fin de troisième. L'étude de la numération de position occupe une place importante sur l'ensemble de l'école primaire. À l'entrée en sixième, si la lecture de ces nombres est une compétence bien assurée, la compréhension en profondeur du système d'écriture chiffrée ne l'est pas toujours. Les élèves savent localiser le chiffre des dizaines ou des milliers, mais certains maîtrisent encore mal le fait que la position d'un chiffre ou d'un groupe de chiffres en détermine la valeur, de même que les relations de valeur telles que 1 millier est égal à 10 centaines ou 100 dizaines (relations qui sont elles aussi déterminées par les rangs correspondant à chaque type d'unité).

Espace et géométrie

Le premier item **(Figure 4.97)** propose aux élèves quatre patrons d'un parallélépipède rectangle. La configuration prototypique dite « patron en croix » ne correspond pas à la bonne réponse. Cela a induit des erreurs tant à l'école qu'au collège.

Le second item **(Figure 4.98)** propose un patron d'un cube avec sur chaque face un dessin particulier. Les élèves doivent répondre à des questions concernant les différentes faces de ce patron. Cet item met en avant la notion de face opposée qui ne relève pas explicitement du programme de l'école.
Les résultats **(Figure 4.99)** sont faibles pour le premier item. Beaucoup d'élèves se sont précipités sur le choix « patron prototypique » et n'ont pas validé une bonne réponse. Ces erreurs massives ne permettent pas d'évaluer la connaissance du patron du parallélépipède rectangle. La réussite au second item est supérieure à 70 % tant à l'école qu'au collège.

Grandeurs et mesures

Quatre situations évaluent ce champ ; elles sont constituées de six items.
La première situation **(Figure 4.100)** concerne les unités de masse. Les élèves, pour le premier item, doivent transposer une écriture numérique en sa signification en unités de masse. Pour le second item, il s'agit d'ajouter une unité d'un rang particulier au résultat affiché par une balance numérique.
La deuxième situation **(Figure 4.101)** correspond à un problème. Les élèves doivent mettre en œuvre des stratégies de mesure à partir d'un schéma ne comportant qu'une seule information disponible.
La troisième situation **(Figure 4.102)** utilise la notion de périmètre, mais surtout la mesure du périmètre lorsque deux figures sont associées. La difficulté pour les élèves est de comprendre que la partie commune qui lie les deux figures de base ne participe pas à la mesure du périmètre de la figure composée.
La dernière situation **(Figure 4.103)** interroge les élèves sur la connaissance du nombre de secondes dans une heure (item 1) et de la transposition entre une expression horaire et sa traduction en minutes (item 2).
Les résultats **(Figure 4.104)** à ces différentes situations montrent :
La signification des unités usuelles de masse (S1-item1) et la lecture/interprétation sur un instrument de mesure reste problématique aussi bien en fin d'école (38 % de réussite) qu'en fin de collège (54 % de réussite). Le chiffre des unités est bien relié à l'unité de masse employée (S1-item2, 90 % de réussite à l'école et 97 % au collège). Ces deux items interrogent sur le lien entre la partie décimale et les unités en jeu. Nous percevons à travers cette situation, la pertinence d'un travail à mener de l'école au collège sur les unités de mesure usuelles et la numération décimale.
À l'école, le travail sur la compréhension des écritures décimales (valeur des chiffres en fonction de leur position, relations entre unités de rangs différents) doit être sans doute approfondi. Les élèves réussissent l'item 2 par le repérage du chiffre significatif des Kg et l'utilisation directe de l'addition. Il n'est pas sûr qu'ils aient une compréhension fine en termes de masse, tout se passe comme s'il avait appliqué une technique pour obtenir un résultat.
Au collège, l'item 1 montre qu'il est sans doute nécessaire de réactiver les connaissances dans le domaine en sollicitant la compréhension des écritures décimales. Il faut aussi éviter d'entraîner les élèves vers des techniques qui les éloignent du sens.

L'item (S2 item1) est mieux réussi à l'école (82 % de réussite) qu'au collège (76 % de réussite). Il est possible que les collégiens aient cherché à appliquer une formule et à entrer dans une résolution trop complexe. Au collège, les élèves délaissent leurs procédures personnelles au profit de procédures expertes mal maitrisées qu'ils ont tendance à utiliser systématiquement. Pour aider les élèves à accepter une autre approche que celle arithmétique de la résolution de problèmes, il semble nécessaire de les confronter à des situations qui révèlent les limites des procédures automatiques dont ils disposent et qui les entraînent à choisir une procédure adaptée au type de problème rencontré.
La troisième situation révèle des résultats faibles. Ils sont peu surprenants pour l'école (14 % de réussite) parce que ce type de tâche est peu souvent proposé ; par contre, presque inquiétants au collège (33 % de réussite), là où la notion de périmètre y est travaillée régulièrement. Il est possible, comme pour la situation

précédente, que les élèves aient cherché à résoudre ce problème à partir d'une formule ou en mobilisant des écritures algébriques.
La dernière situation montre que les connaissances sur les durées sont présentes. L'item (S4 item1) est réussi à 69 % à l'école et à 88 % au collège. La différence de performance s'explique par le choix des propositions du QCM. En effet, la réponse « 60 » a été choisie par 20 % des élèves de l'école primaire. Pour ces derniers, nous pouvons émettre l'hypothèse d'une confusion entre minutes et secondes. Pour le second item (S4 item2), la relation ne portait pas à la confusion, les résultats sont plus élevés à l'école (77 % de réussite) et très élevés au collège (94 % de réussite).
Les élèves connaissent les unités du système sexagésimal et les relations de proche en proche. Ils butent souvent lorsqu'il s'agit d'effectuer une conversion. Les documents d'accompagnement des programmes de 2008 préconisaient l'emploi de calculs de durées, plutôt que leurs seules mesures afin de lever ce type de problème.

FIGURE 4.94 Item commun École/collège - Numération

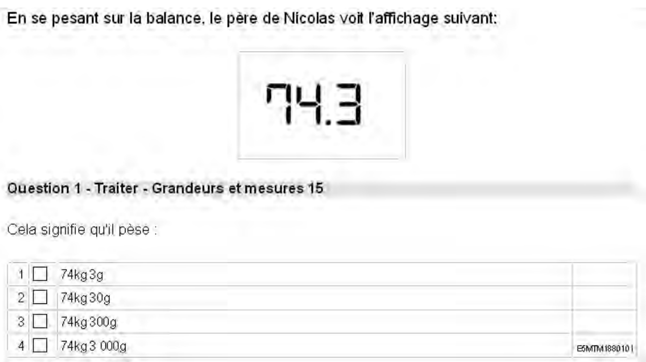
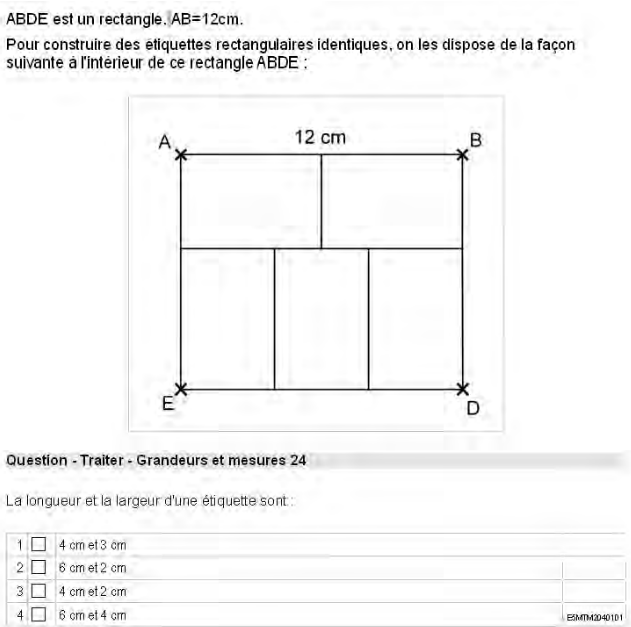


FIGURE 4.95 Item commun École/collège - Numération



Point d'étape

Une des raisons possibles des difficultés rencontrées par les élèves dans le champ « Grandeurs et mesures » est qu'il a longtemps occupé une place importante dans l'enseignement des mathématiques, à l'école et au collège. Puis leur place s'est beaucoup réduite, notamment dans la période des mathématiques modernes, au profit des nombres. Les programmes actuels de l'école et du collège leur redonnent une place plus importante bien que leur visibilité dans la vie sociale a beaucoup évolué : par exemple, l'affichage digital sur tous les systèmes de mesure prive les élèves des nécessaires analogies avec l'expérience intime du monde. Un pèse légumes actuel a un seul plateau et affiche directement le poids ; l'antique balance Roberval, avec ses deux plateaux permettait une visualisation entre l'objet pesé et les masses de référence qui le contrebalançait.

FIGURE 4.96 Item commun École/collège - Résultats numération

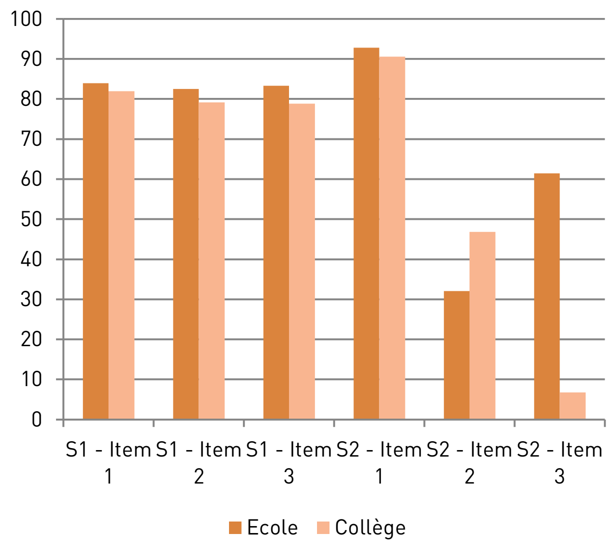


FIGURE 4.97 Item commun École/collège - Géométrie

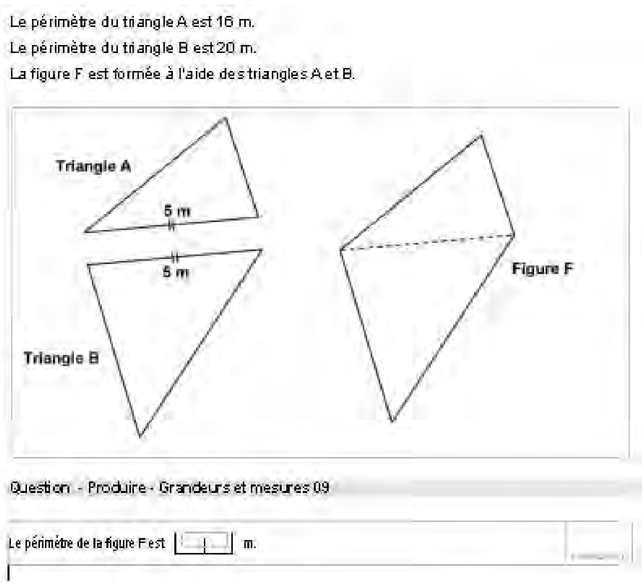


FIGURE 4.98 Item commun École/collège - Géométrie

Question 2 - Identifier - Grand. Mes. 05

Dans trois quarts d'heure, combien y a-t-il de minutes ?

1 ☐ 15 min
2 ☐ 20 min
3 ☐ 34 min
4 ☐ 45 min

E5MIM2050201

FIGURE 4.99 Item commun École/collège - Résultats géométrie

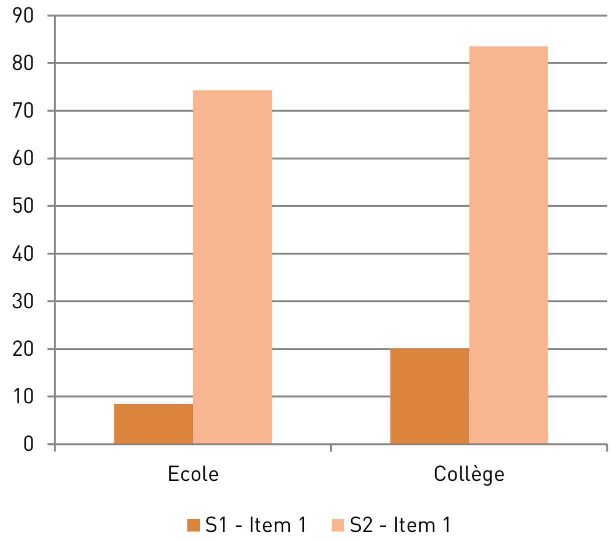
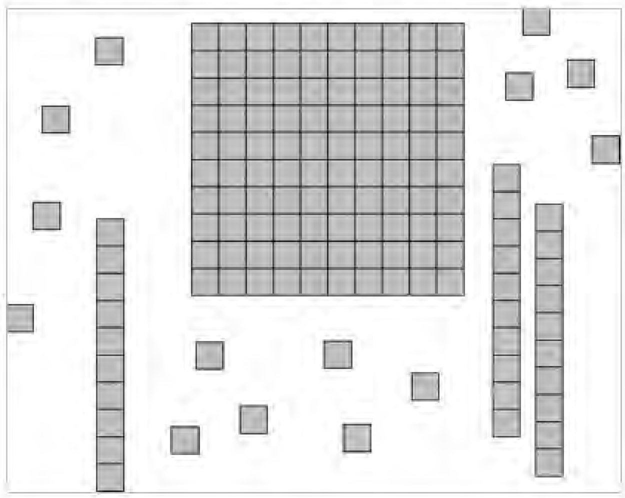


FIGURE 4.100 Item commun École/Collège - Grandeurs et mesures

Une barre contient dix petits carrés.
Une plaque contient cent petits carrés.

Question 2 - Traiter - Nombres entiers naturels 53



Sur le dessin ci-dessus, il y a ☐☐☐ petits carrés.

FIGURE 4.101 Item commun École/Collège - Grandeurs et mesures

Question 1

Le nombre composé de : 2 centaines, 3 dizaines et 5 unités s'écrit...
Cocher la bonne réponse.

1 ☐ 21 003 105
2 ☐ 2 035
3 ☐ 235
4 ☐ 14

FIGURE 4.102 Item commun École/Collège - Grandeurs et mesures

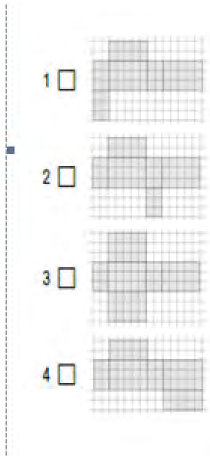
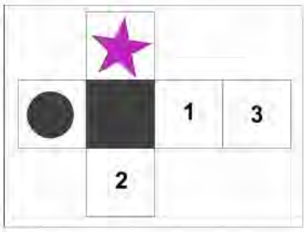


FIGURE 4.103 Item commun École/Collège - Grandeurs et mesures

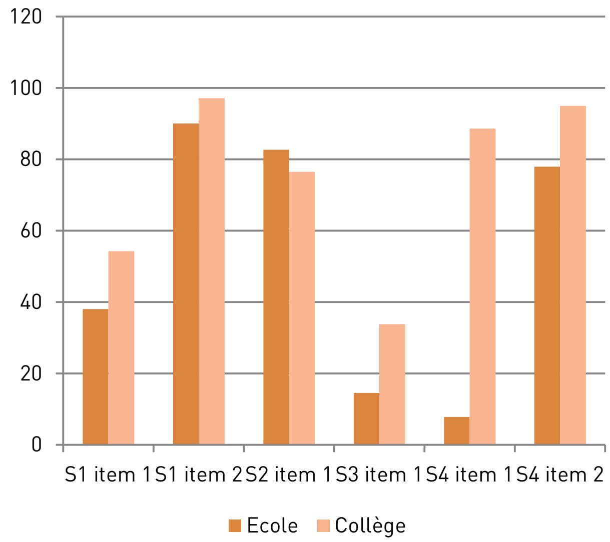
Question 1 - Identifier - Esp. et Géométrie 19

Cette entreprise fabrique des boîtes cubiques.
Sur ces boîtes, les faces opposées ont le même motif.
La figure ci-dessous représente le patron d'une de ces boîtes, mais il manque les motifs des faces 1,2 et 3.



Quel est le motif de la face 1 ?	☐1	☐2	☐3	E5MIG1820201
Quel est le motif de la face 2 ?	☐1	☐2	☐3	E5MIG1820202
Quel est le motif de la face 3 ?	☐1	☐2	☐3	E5MIG1820203

FIGURE 4.104 Item commun École/Collège - Grandeurs et mesures



Partie V
Questionnaires de contexte

5.1 QUESTIONNAIRE ÉLÈVE

L'enquête Cedre a permis de collecter les opinions des élèves sur le contexte dans lequel ils étudient.
Les questions posées aux élèves concernent trois axes régulièrement investigués dans les études au sujet des mathématiques : l'intérêt et le plaisir pour la discipline, la perception de soi et l'environnement de l'élève tant dans le domaine familial qu'amical.
La première partie de cet article concerne l'analyse descriptive des réponses des élèves. Elle est suivie, dans la seconde partie, d'une mise en perspective de leurs réponses en fonction du groupe d'appartenance de l'échelle Cedre.
Le questionnaire est constitué de plusieurs propositions. Pour chacune d'elles, les élèves doivent se positionner selon quatre choix variant de « Tout à fait d'accord » à « Pas du tout d'accord ». Cette configuration permet de dégager visuellement des zones de consensus (accord) ou des zones de dissensus (désaccord). Après le tri à plat, nous avons regroupé les propositions par axe en les ordonnant du plus fort degré d'accord au plus faible degré d'accord.

À noter : des éléments de ce questionnaire sont utilisés pour l'analyse « influence des caractéristiques sociodémographiques et scolaires ». Cette analyse permet de connaître la modification de la performance des élèves en fonction de la variation d'un critère ; les autres critères et variables du modèle étant maintenus constants (cf. article dans ce dossier).

Analyse descriptive des réponses des élèves.

Les formulations proposées ne recoupent pas exactement les terminologies du programme de mathématiques. Compte tenu de l'âge des élèves, il nous a semblé opportun de leur demander leur opinion sur le calcul, la géométrie, les jeux mathématiques et la résolution de problème.

Le premier axe concerne **l'intérêt et le plaisir pour les mathématiques (Figure 5.1)**. Il est constitué de six questions qui cernent cette dimension par des formulations intégrant : « j'aime bien… », « Cela me plait… », « Je m'intéresse à… » ou « j'attends avec impatience… ».

Certaines formulations portent sur la discipline dans sa globalité, d'autres focalisent sur des parties de celle-ci. En observant les choix correspondant à un « accord » (Tout à fait d'accord et D'accord), c'est près de neuf élèves sur dix qui portent de l'intérêt vis-à-vis des mathématiques et trouvent du plaisir dans cette discipline.

L'ordonnancement des propositions concernant les différentes parties de la discipline **(Figure 5.1)** s'établit comme suit : les « jeux mathématiques », « le calcul », « la géométrie » et « la résolution de problèmes ».

La proposition la plus retenue est celle correspondant aux jeux mathématiques. Ils correspondent à une représentation ludique que peuvent avoir les élèves des mathématiques. Celle-ci développe chez eux une forte motivation. De plus, les jeux mathématiques sont souvent utilisés par les enseignants pour aborder des notions ou pour présenter des exercices sous une forme plus accessible. Il n'est donc pas anodin de trouver cette formulation en première position. Cela doit inciter les enseignants à investiguer les liens privilégiés qui unissent le jeu et les mathématiques et pointer les éléments qui permettent de passer de l'aspect ludique à une connaissance institutionnalisée.

Les élèves en fin d'école sont aptes à « calculer » avec les quatre opérations et à caractériser les objets (formes géométriques, attributs, grandeurs attachées à ces objets). Ces acquisitions doivent être mobilisées dans la résolution de problème. En positionnant le calcul et la géométrie avant la résolution de problème, les élèves mettent en avant des moyens qui sont enseignés et entraînés tout au long de la scolarité primaire avant la finalité : résoudre des problèmes. La proposition « J'aime bien faire des calculs » ne dit rien de la difficulté de ces calculs ni de l›ensemble dans lequel ils sont posés (entiers ou décimaux). Le même type de remarque est possible pour la proposition « J›aime bien la géométrie ». Les élèves se sentent donc plus à l›aise avec ces deux champs des mathématiques pour lesquels ils ont une idée relativement précise au regard de la résolution de problème qui par nature est porteuse d›inconnu.

Le deuxième axe concerne la perception de soi en mathématiques. Celle-ci peut être positive ou négative. **La perception « positive » en mathématiques (Figure 5.2)** propose des formulations mettant en avant une compréhension « aisée » en mathématiques : « J›apprends vite… » ou « Je comprends même les exercices les plus difficiles… », mais aussi des propositions sur le retour vécu par les élèves : « J›ai de bonnes notes » ou le retour perçu « J›ai toujours pensé que les mathématiques sont une des matières où je suis le plus fort/la plus forte ».

Plus de sept élèves sur dix ont une perception positive en mathématiques. Ils sont d'accord avec un apprentissage rapide et un retour fait de bonnes notes. Leurs réponses se partagent sur les différents choix lorsqu'il y a une comparaison aux autres matières (le plus fort/ la plus forte) ou lorsqu'il s'agit de réussir des exercices (même les plus difficiles).

La perception « négative » (ou anxiété) en mathématiques (Figure 5.3) est formulée avec des termes tels que « Je m'inquiète… », « Je me sens perdu(e)… » ou « Je deviens nerveux (se)… ». Pour renforcer le propos, nous avons proposé une formulation à la négative « Je ne suis tout simplement pas bon en mathématiques ». Nous voyons émerger deux propositions qui semblent s'opposer à la perception positive vue précédemment ; il s'agit de l'inquiétude vis-à-vis des notes ou la crainte d'avoir des difficultés en mathématiques. Ce résultat peut sembler paradoxal, mais traduit la dualité de pensée des élèves. Ces derniers peuvent se sentir en capacité de réussir un exercice, même le plus difficile, et dans le même temps s'inquiéter de ne pas avoir de bonnes notes. Il est par ailleurs toujours possible d'observer un élève qui collecte les bonnes notes, mais s'inquiéte dans la perspective d'avoir des difficultés.

Deux élèves sur trois rejettent les termes de « nerveux (se)… » ou « se sentir perdu(e)… ». Ils sont huit sur dix à ne pas être inquiet lorsqu'on leur propose un exercice de mathématiques.

L'attitude vis-à-vis de l'environnement familial (Figure 5.4) montre plus de huit élèves sur dix qui pensent que leurs parents donnent de l'importance aux mathématiques ; que ce soit pour la discipline elle-même « C'est important d'étudier les mathématiques » ou pour les aspects utilitaristes « Les mathématiques sont importantes pour mon futur métier ». Ils sont 80 % à penser que leurs parents aiment les mathématiques.

L'attitude vis-à-vis de l'environnement amical (Figure 5.5) montre neuf élèves sur dix qui pensent que leurs amis « … ont de bons résultats » et sept élèves sur dix qui pensent que leurs amis « … travaillent beaucoup en mathématiques. » Néanmoins, nous trouvons une distribution scindée en deux parties égales au sujet de la formulation : « Mes amis prennent plaisir à faire les contrôles de mathématiques. »

Point d'étape

Cette première partie nous dépeint des élèves qui ont une image positive de la discipline. Près de huit élèves sur dix portent de l'intérêt et éprouvent du plaisir en mathématiques. Les notes, la facilité d'apprentissage et la crainte de difficulté sont les marqueurs qui ponctuent la perception des élèves. Ces derniers jouent parfois d'une façon antagoniste : la facilité d'apprentissage opposée aux difficultés craintes ; les bonnes notes à la crainte d'en obtenir de mauvaises. Néanmoins, d'un point de vue global, les mathématiques n'inquiètent pas les élèves. Ils perçoivent dans leur entourage familial la nécessité et l'importance de cette discipline, mais soulignent les efforts fournis par leurs amis pour obtenir de bons résultats sans nécessairement que ceux-ci y trouvent du plaisir.

En 2008, les modalités de réponses n'étaient pas les mêmes ; nous utilisions cinq choix ce qui permettait aux élèves de prendre le choix médian « pas d'opinion ». Il est donc impossible de comparer terme à terme les différents items. Néanmoins, les tendances dans les réponses restent les mêmes avec un aspect plus tranché en 2014 dû à l'obligation de choisir un degré d'accord ou de désaccord.

Analyse croisée

Cette seconde partie croise les réponses des élèves et leur appartenance à un groupe de niveau de l'échelle Cedre.

Deux propositions montrent un fort consensus, quel que soit le groupe d'appartenance à l'échelle Cedre.

À la proposition **« J'aime bien faire des calculs » (Figure 5.6)** quel que soit le groupe de l'échelle Cedre, c'est sept élèves sur dix qui choisissent l'accord.

À la proposition **« Je m'intéresse à ce que je fais en mathématiques » (Figure 5.7)**, quel que soit le groupe de l'échelle Cedre, c'est huit élèves sur dix qui choisissent l'accord.

Les quatre propositions, analysées ci-dessous montrent un étagement plus marqué du choix des élèves en fonction de leur groupe d'appartenance à l'échelle Cedre.

À la proposition **« J'apprends vite en mathématiques » (Figure 5.8)**, moins de sept élèves sur dix des groupes de bas niveaux sont en accord contre huit élèves sur dix pour les groupes de hauts niveaux de performance.

À la proposition **« Je m'inquiète souvent en pensant que j'aurai des difficultés en mathématiques » (Figure 5.9)** plus de sept élèves sur dix des groupes de bas niveaux sont en accord contre moins de cinq élèves sur dix pour les groupes de hauts niveaux de performance.

Ces deux propositions montrent que les élèves des groupes inférieur à 1, 1 et 2 ont conscience de leurs difficultés et sont plus inquiets face aux mathématiques que les élèves des autres groupes.

Deux propositions concernent les notes : **« J'ai de bonnes notes en mathématiques » (Figure 5.10)** et **« Je m'inquiète à l'idée d'avoir de mauvaises notes en mathématiques » (Figure 5.11)**. Nous observons une distribution symétrique des réponses des élèves. Les élèves appartenant aux groupes de hauts niveaux de l'échelle Cedre, sont plus en accord avec l'obtention de bonnes notes et moins inquiets ; à l'opposé, les élèves des groupes de bas niveaux sont plus inquiets et moins en accord avec l'affirmation concernant les bonnes notes. Les élèves du groupe inférieur à 1 sont cinq sur dix à être en accord avec la proposition : « J›ai de bonnes notes en mathématiques. » et plus de huit sur dix pour « Je m›inquiète souvent en pensant que j›aurai des difficultés en mathématiques ».

La proposition : **« J'aime bien résoudre des problèmes » (Figure 5.12)** était la moins bien positionnée de celles concernant le plaisir éprouvé en mathématiques. Elle montre que les élèves des groupes inférieur à 1 et 1 sont moins de cinq sur dix à choisir l'accord tandis que les élèves des groupes 4 et 5 sont près de huit sur dix à le choisir. Les élèves des groupes 2 et 3 sont autour de six sur dix à choisir cette proposition. Cet étagement s'avère comparable avec la répartition des effectifs dans les groupes d'appartenance à l'échelle Cedre montrant que les élèves prennent en compte la difficulté de ce champ des mathématiques au regard de leurs propres performances.

Point d'étape

Cette partie confirme l'intérêt et le plaisir qu'éprouvent les élèves en mathématiques quel que soit le groupe d'appartenance de l'échelle Cedre. Elle révèle un clivage entre les élèves de bas niveaux de performance et ceux de hauts niveaux dans la perception de soi. Le paradoxe évoqué lors de l'analyse descriptive s'estompe un peu. Les élèves des groupes inférieur à 1, 1 et 2 s'avérant plus inquiets et conscients de leurs difficultés ; les élèves des groupes 3, 4 et 5 ayant conscience d'apprendre vite ; d'obtenir de bonnes notes et donc se sentant moins inquiets dans cette discipline.

Motivation des élèves face à la situation d'évaluation

Les évaluations standardisées des élèves, dont le cycle Cedre fait partie, renvoient à des enjeux politiques croissants, alors qu'elles restent à faible enjeu pour les élèves participants. Les consignes données aux élèves précisent : « Cette évaluation n›est pas un examen, vous ne serez pas noté (e)(s) ; vos réponses ne comptent pas pour votre passage en sixième ni pour votre orientation. Vos réponses sont anonymes (...). »

Dans le système éducatif, où la notation tient une place prépondérante, la question de la motivation des élèves face à ces évaluations doit être posée.

Un instrument pour mesurer la motivation a été adapté à partir du « thermomètre de l'effort » proposé dans l'évaluation internationale PISA (Keskpaik. & Rocher, 2015). Cet instrument est constitué de trois items :

- Comment as-tu trouvé les exercices de cette évaluation ?
- Je me suis autant appliqué (e) pour faire cette évaluation que le travail quotidien en classe.
- Je me suis bien appliqué (e) pour faire cette évaluation.

Les élèves doivent se positionner selon quatre choix allant de « Très facile » à « Très difficile » pour la première proposition **(Figure 5.13)** et de donner leur degré d'accord selon quatre choix allant de « Tout à fait d'accord » à « Pas du tout d'accord » pour les deux propositions suivantes **(Figure 5.14)**.

Huit élèves sur dix déclarent trouver l'évaluation facile et près de deux élèves sur dix la trouvent très facile.

Neuf élèves sur dix qui sont en accord avec l'affirmation « Je me suis bien appliqué (e) pour faire cette évaluation » et plus de sept élèves sur dix se sont autant appliqués que pour le travail quotidien en classe.

L'analyse de ces données indique que la motivation au test est liée à la difficulté perçue du test. Plus les élèves ont jugé l'évaluation facile, plus ils déclarent s'être appliqué(e)s à la faire. Ce jugement et la motivation qui en découle sont sans doute dus à la forme des exercices – le protocole étant essentiellement formulé sous la forme de QCM – les élèves associent facilité de réponse et facilité de l'item.

FIGURE 5.1 Intérêt et plaisir pour les mathématiques

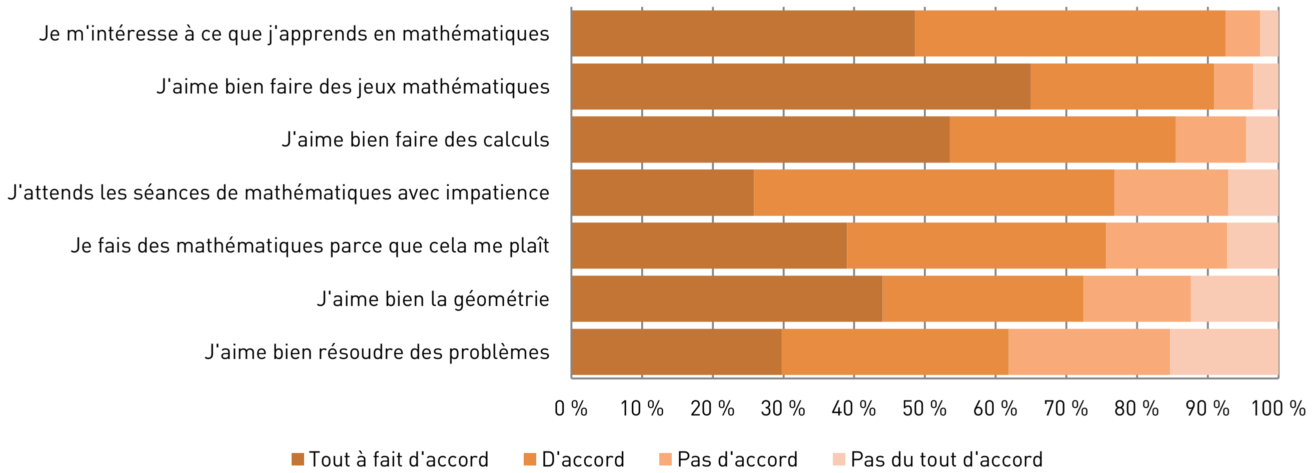


FIGURE 5.2 Perception de soi « positive » en mathématiques

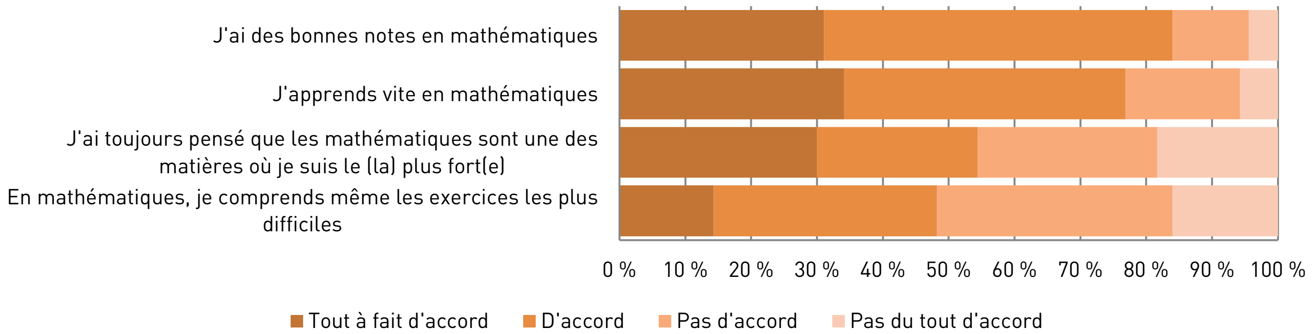


FIGURE 5.3 Perception de soi « négative » - anxiété - en mathématiques

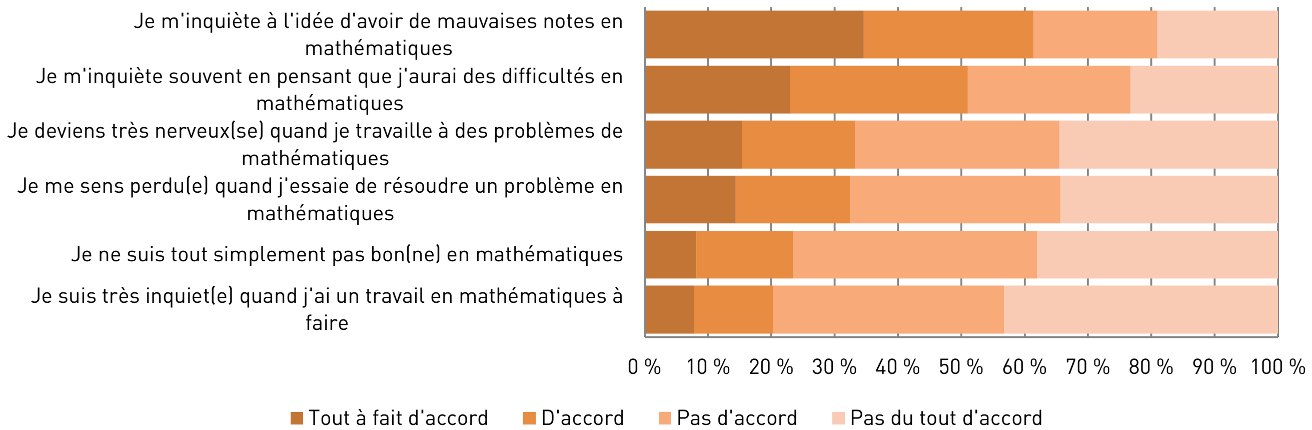


FIGURE 5.4 L'attitude vis-à-vis de l'environnement familial

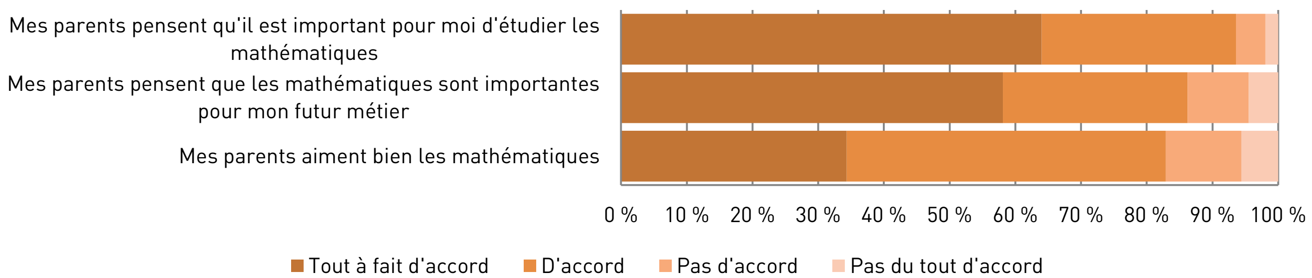


FIGURE 5.5 L'attitude vis-à-vis de l'environnement amical

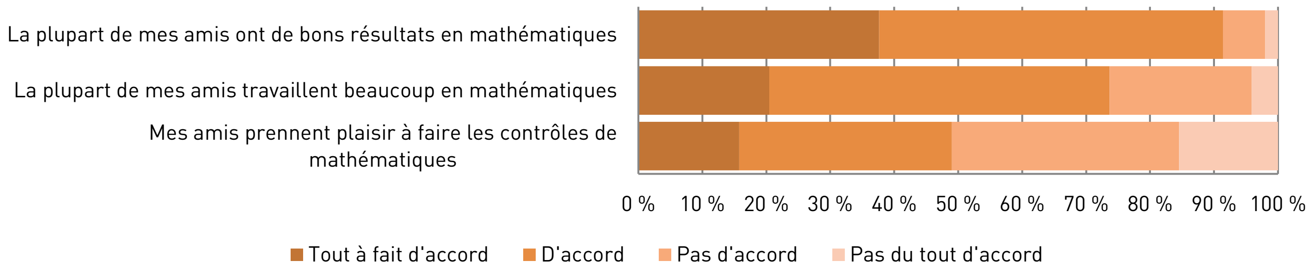


FIGURE 5.6 J'aime bien faire des calculs

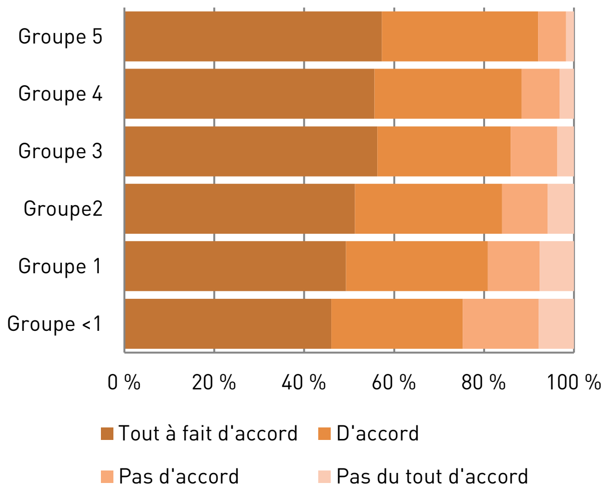


FIGURE 5.7 Je m'intéresse à ce que je fais en mathématiques

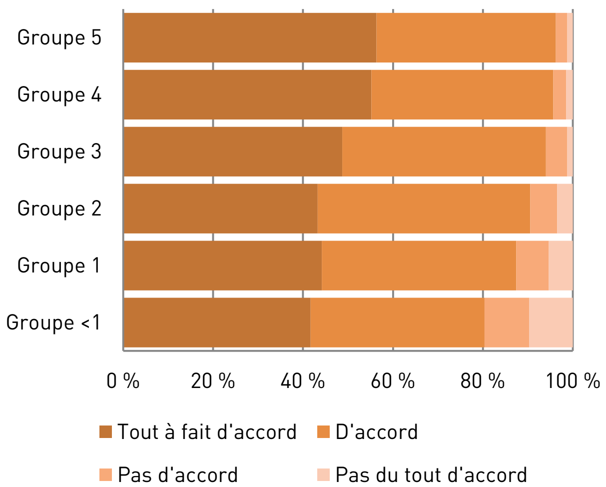


FIGURE 5.8 Apprendre vite en mathématiques

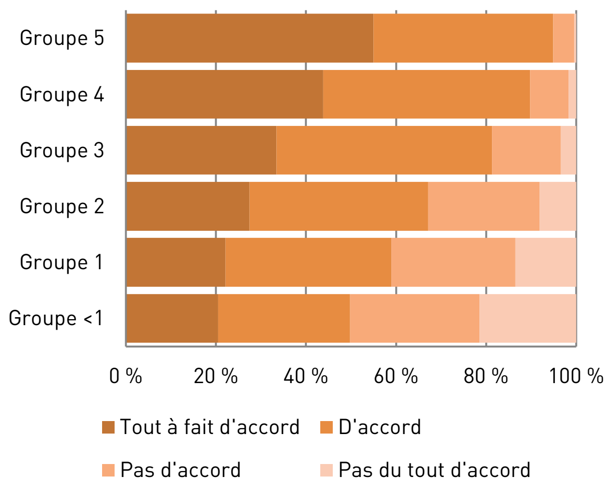


FIGURE 5.9 Je m'inquiète des difficultés

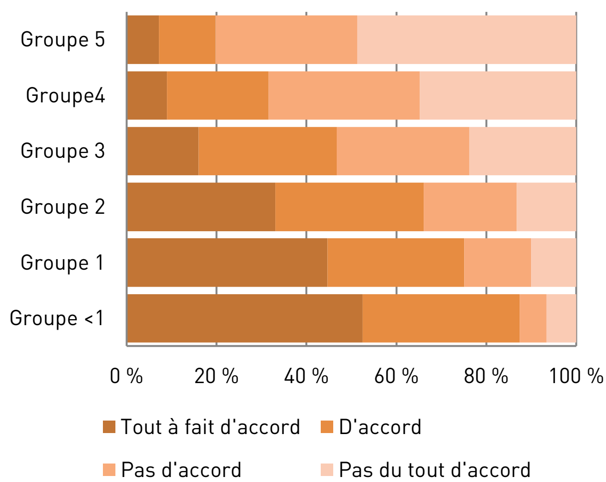


FIGURE 5.10 J'ai de bonnes notes en mathématiques

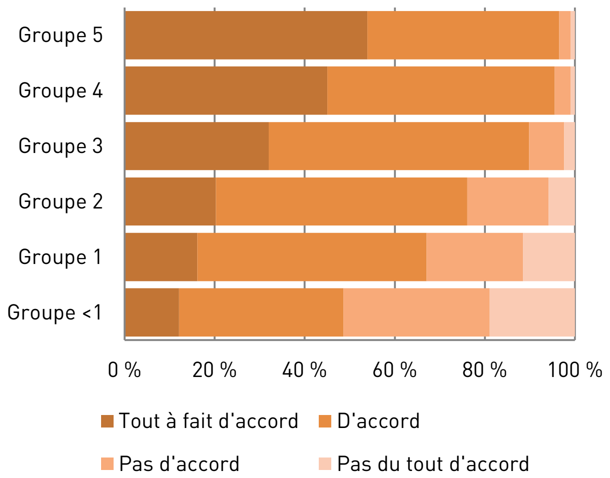


FIGURE 5.11 Inquiétude vis-à-vis des notes

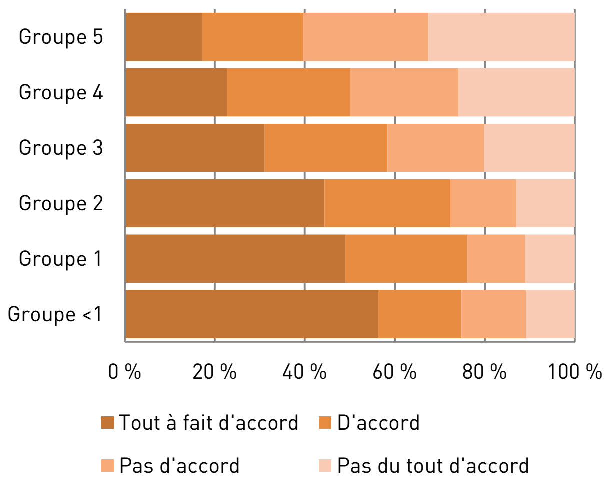


FIGURE 5.12 J'aime bien résoudre des problèmes.

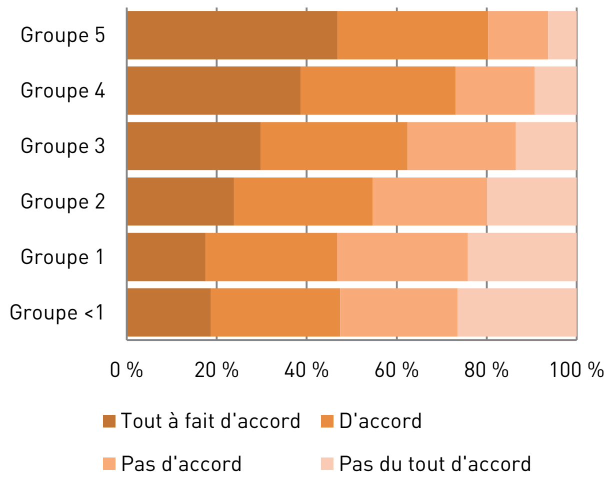


FIGURE 5.13

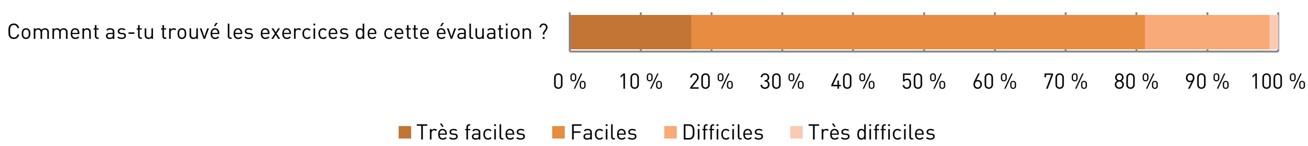
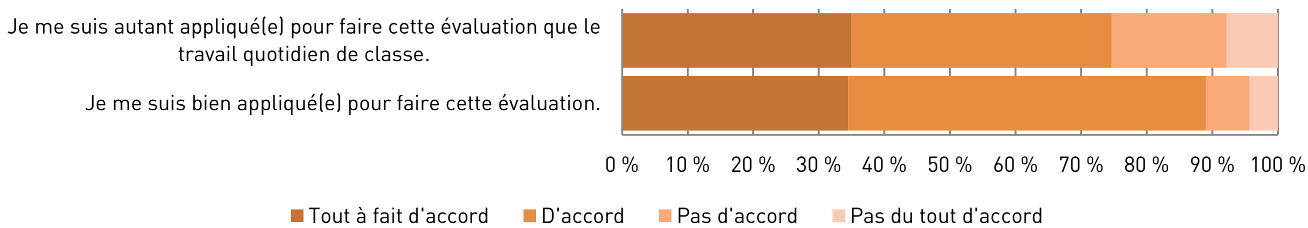


FIGURE 5.14



5.2 INFLUENCE DES CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES ET SCOLAIRES

Cet article présente les résultats d'une analyse dite « toutes choses égales par ailleurs » de la performance. Il montre comment le score des élèves en mathématiques est lié aux facteurs sociodémographiques et scolaires qui les caractérisent.

Les acquis des élèves varient en fonction de leurs caractéristiques sociodémographiques et scolaires. Le score moyen obtenu en mathématiques diffère ainsi selon le sexe – les filles obtenant un score moyen moins élevé que les garçons –, mais aussi selon l'origine sociale, le type d'établissement, le parcours scolaire, etc.
Une simple comparaison de moyennes peut donner une image erronée des différences de scores obtenus selon certaines caractéristiques des élèves. Par exemple, l'écart observé entre les scores moyens des élèves du secteur privé et ceux du secteur public traduit mal la différence « réelle » de performance de ces deux types d'établissement. On sait que la « composition sociale » ainsi que le parcours scolaire des élèves varient selon le type d'établissement, les élèves d'origine sociale modeste et ceux ayant un « bagage scolaire » plus faible étant proportionnellement plus nombreux dans des établissements publics que parmi les élèves suivant leur scolarité dans des écoles privées.
Une analyse dite « toutes choses égales par ailleurs » au moyen de la méthode de régression linéaire permet d'éliminer un tel effet de structure. Cette méthode tient compte des relations qui peuvent exister entre différentes variables. Elle permet d'isoler chaque variable et d'étudier le lien qu'elle entretient avec le score des élèves en mathématique, cela indépendamment des autres caractéristiques incluses dans le modèle. Le tableau 1 - présente les résultats de cette analyse.
En guise d'illustration, considérons la performance des élèves scolarisés dans des établissements appartenant au secteur de l'éducation prioritaire (EP). Le score moyen qu'ont obtenu ces élèves est de 228 : il est nettement inférieur à celui des élèves provenant des écoles publiques hors EP qui est de 250. Cet écart important de 22 points ne reflète pas véritablement la différence de performance entre le secteur de l'EP et le secteur public hors EP. Par exemple, les élèves en retard, caractérisés par des moindres performances, sont surreprésentés dans des établissements de l'EP. Lorsque l'on tient compte de diverses caractéristiques des élèves – sociodémographiques, scolaires, d'ordre motivationnel, etc. – l'écart de score est en fait de 10 points en défaveur des élèves scolarisés dans le secteur de l'EP, au lieu de 22.
Le même type de raisonnement s'applique aux autres caractéristiques présentes dans le modèle **(Tableau 5.15)**. Toutes choses égales par ailleurs – c'est-à-dire, les autres variables incluses dans le modèle maintenues constantes – les filles ont obtenu un score significativement moins élevé (- 3 pts) que les garçons lors de l'évaluation en mathématiques.

L'origine sociale des élèves – en termes de catégorie socioprofessionnelle des parents – joue aussi un rôle dans la performance des élèves. Par rapport aux enfants d'employées, les élèves dont la mère est cadre ou exerce une profession intellectuelle supérieure ont obtenu un score supérieur de 15 points. Les enfants d'artisans, de commerçantes et de chefs d'entreprise et les élèves dont la mère exerce une activité faisant partie des professions intermédiaires obtiennent également un score significativement plus élevé (+ 10 points et + 8 points respectivement) que les enfants d'employées. Concernant la profession du père, ce sont également les enfants des hommes cadres et de ceux exerçant des professions intellectuelles supérieures ainsi que les élèves dont le père exerce une activité faisant partie des professions intermédiaires qui, par rapport aux enfants d'employés, ont un score significativement plus élevé (+ 20 pts et + 7 pts respectivement). D'autre part, les élèves dont le père est sans activité professionnelle tendent à obtenir des scores moins élevés que les enfants d'employés (- 8 points). Néanmoins, les PCS des parents n'étant pas renseignées pour plus d'un élève sur cinq, il faut interpréter ces résultats avec une grande prudence.

Les acquis des élèves sont également très liés aux facteurs scolaires. Les autres caractéristiques tenues constantes, les élèves qui sont en retard dans leur cursus scolaire ont obtenu un score considérablement moins élevé (- 32 points) par rapport aux élèves qui n'ont pas de retard. Comme déjà indiqué plus haut, les résultats diffèrent aussi selon le type d'établissement : par rapport aux élèves provenant des écoles publiques hors EP, les élèves scolarisés dans des établissements de l'EP obtiennent un score moins élevé (- 10 points) et ceux inscrits dans des écoles privées un score plus élevé (+ 5 points). Ainsi, les écarts de score selon le secteur de scolarisation restent significatifs, même après avoir tenu compte des caractéristiques sociodémographiques des élèves.

À partir des informations recueillies par un questionnaire complémentaire, un indicateur a été calculé qui indique l'intérêt et le plaisir que manifestent les élèves à l'égard des mathématiques et les activités liées[1]. Les répondants ont ensuite été divisés en quatre groupes d'effectifs égaux selon les quartiles de l'indice. Les élèves appartenant au groupe 4 – ceux qui manifestent les sentiments les plus positifs vis-à-vis des mathématiques –

1 Cet indicateur regroupe les réponses des élèves (leur degré d'accord) à une série d'affirmations : *J'attends les séances de mathématiques avec impatience* ; *Je fais des mathématiques parce que cela me plaît* ; *Je m'intéresse à ce que j'apprends en mathématiques* ; *J'aime bien faire des calculs* ; *J'aime bien faire des jeux mathématiques* ; *Je ne suis tout simplement pas bon(ne) en mathématiques* ; *J'ai des bonnes notes en mathématiques* ; *J'apprends vite en mathématiques* ; *J'ai toujours pensé que les mathématiques sont une des matières où je suis le (la) plus fort(e)* ; *En mathématiques, je comprends même les exercices les plus difficiles.*

obtiennent un score supérieur de 22 points par rapport aux élèves du groupe 1 (ceux qui manifestent les sentiments les moins positives).

L'analyse intègre aussi un indicateur reflétant l'anxiété que peuvent ressentir les élèves à l'égard des mathématiques[2]. Plus l'élève se montre anxieux vis-à-vis des mathématiques et moins son score est élevé. Les élèves appartenant au groupe 4 (les plus anxieux) ont ainsi obtenu un score inférieur de 39 points par rapport aux élèves appartenant au groupe 1 (les moins anxieux).

Les résultats des élèves sont également liés à leur motivation au test. Plus l'élève se déclare motivé pour répondre à l'évaluation, plus son score en mathématiques est élevé. Les élèves ayant répondu « tout à fait d'accord » à deux items mesurant cette motivation ont un score supérieur de 10 points ou plus par rapport à ceux qui ont répondu « pas du tout d'accord »[3].

2 Cet indicateur regroupe les réponses des élèves (degré d'accord) à une série d'affirmations : *J'aime bien résoudre des problèmes* (item corrélé négativement avec l'indicateur, *i.e.* les élèves étant d'accord avec cet item ont des valeurs relativement moins élevés pour l'indicateur d'anxiété) ; *Je m'inquiète souvent en pensant que j'aurai des difficultés en mathématiques* ; *Je suis très inquiet(e) quand j'ai un travail en mathématiques à faire* ; *Je deviens très nerveux(se) quand je travaille à des problèmes de mathématiques* ; *Je me sens perdu(e) quand j'essaie de résoudre un problème en mathématiques* ; *Je m'inquiète à l'idée d'avoir de mauvaises notes en mathématiques.*

3 Voir aussi la partie concernant la motivation au test dans l'article XXX de ce dossier.

Professions et catégories socioprofessionnelles (PCS)

- Agriculteurs exploitants.
- Artisans, commerçants, chefs d'entreprise : artisans ; commerçants et assimilés ; chef d'entreprise de 10 salariés et plus.
- Cadres et professions intellectuelles supérieures : professions libérales ; cadres de la fonction publique ; professeurs et professions scientifiques ; professions de l'information, des arts et des spectacles ; cadres administratifs et commerciaux des entreprises ; ingénieurs et cadres techniques d'entreprise.
- Professions intermédiaires : professeurs des écoles, instituteurs et professions assimilées ; professions intermédiaires de la santé et du travail social ; clergé, religieux ; professions intermédiaires et administratives de la fonction publique ; professions intermédiaires, administratives et commerciales des entreprises ; techniciens ; contremaîtres, agents de maîtrise.
- Employés : employés civils et agents de service de la fonction publique ; policiers et militaires ; employés administratifs d'entreprise ; employés administratifs de commerce ; personnels des services directs aux particuliers.
- Ouvriers : ouvriers qualifiés ; ouvriers non qualifiés ; ouvriers agricoles.
- Retraités : retraités agriculteurs exploitants ; retraités artisans, commerçants, chefs d'entreprise ; retraités cadres, professions intermédiaires ; retraités employés et ouvriers.
- Autres personnes sans activité professionnelle : chômeurs n'ayant jamais travaillé ; personnes sans activité professionnelle.
- Inconnu, sans objet.

FIGURE 5.15 Score en mathématiques selon les caractéristiques sociodémographiques et scolaires

Variable		Effectif (non pondéré)	Pourcentage	Score moyen	Coefficient de régression
	Ensemble	7233	100	249	
	Constante				240***
Genre	Garçon	3790	51,0	253	réf.
	Fille	3443	49,0	244	-3**
Pcs de la mère	Inconnu, sans objet	1687	22,6	241	3
	Agricultrices exploitantes	44	0,5	250	7
	Artisans, commerçantes, chefs d'entreprise	273	3,9	261	10**
	Cadres et professions intellectuelles supérieures	704	10,8	277	15***
	Professions intermédiaires	1195	19,3	261	8***
	Employées	1463	21,0	244	réf.
	Ouvrières	392	5,3	232	-3
	Retraitées, sans activité professionnelle	1475	16,6	233	-3
Pcs du père	Inconnu, sans objet	1991	26,6	239	-2
	Agriculteurs exploitants	121	1,7	254	4
	Artisans, commerçants, chefs d'entreprise	791	11,4	253	4
	Cadres et professions intellectuelles supérieures	930	14,1	279	20***
	Professions intermédiaires	800	12,2	258	7**
	Employés	737	10,9	244	réf.
	Ouvriers	1415	18,2	237	-3
	Retraités, sans activité professionnelle	448	4,9	227	-8**
Retard scolaire	Non	6293	88,6	254	réf.
	Oui	940	11,4	203	-32***
Type d'établissement	Public (hors éducation prioritaire)	2745	72,0	250	réf.
	Privé	1777	15,1	259	5*
	Éducation prioritaire	2711	13,0	228	-10***
Intérêt, plaisir ressenti vis-à-vis des mathématiques	Inconnu	1109	14,0	223	-2
	Groupe 1 (--)	1510	21,5	228	réf.
	Groupe 2	1509	21,5	247	10***
	Groupe 3	1527	21,5	261	17***
	Groupe 4 (++)	1578	21,5	275	22***
Anxiété vis-à-vis des mathématiques	Inconnu	923	11,4	226	-25***
	Groupe 1 (--)	1516	22,1	281	réf.
	Groupe 2	1542	22,2	261	-13***
	Groupe 3	1598	22,1	242	-25***
	Groupe 4 (++)	1654	22,2	221	-39***
Motivation au test : *« Je me suis bien appliqué(e) pour faire cette évaluation »*	Inconnu	522	5,9	212	-3
	Pas du tout d'accord	314	4,1	228	réf.
	Pas d'accord	474	6,2	240	9**
	D'accord	3597	51,3	249	9***
	Tout à fait d'accord	2326	32,5	259	10***
Motivation au test : *« Je me suis autant appliqué(e) à faire cette évaluation que le travail quotidien de classe »*	Inconnu	556	6,3	213	1
	Pas du tout d'accord	562	7,3	232	réf.
	Pas d'accord	1180	16,4	241	7***
	D'accord	2637	37,2	250	9***
	Tout à fait d'accord	2298	32,8	262	12***

Lecture : toutes les autres caractéristiques incluses dans le modèle maintenues constantes, les filles obtiennent un score significativement moins élevé (- 3 pts) que les garçons en mathématiques.
Note : *** désigne un effet significatif au seuil de 0,01 ; ** désigne un effet significatif au seuil de 0,05 ; * désigne un effet significatif au seuil de 0,1.
Par le jeu des arrondis, les totaux des pourcentages en ligne peuvent être légèrement différents de 100 %.

5.3 PERFORMANCES COMPARÉES DES FILLES ET DES GARÇONS

Les résultats des acquis des élèves montrent que les garçons réussissent globalement mieux que les filles. Nous observons une différence de près de dix points sur l'échelle Cedre dont la moyenne est fixée à 250. Cet article présente l'analyse de ces résultats selon les compétences et les champs mathématiques mis en œuvre dans cette étude.
En observant les résultats dans les différents groupes de l'échelle Cedre **(Figure 5.16)** , nous observons que les filles sont plus présentes en 2014 qu'en 2008 dans les groupes de bas niveaux de performance et à l'opposé moins présentes dans les groupes de hauts niveaux de performance -. Il y a un phénomène de « glissement » des performances vers les bas niveaux.
En ce qui concerne les garçons **(Figure 5.17)** ,il y a une baisse significative de l'effectif du groupe 3 et une hausse légère dans les groupes extrêmes. L'écart se creuse entre les garçons présentant de faibles performances et ceux présentant de hautes performances.
La comparaison temporelle entre filles et garçons en 2008 et en 2014 **(Figure 5.18)** montre que l'effectif des filles et des garçons a augmenté dans le groupe inférieur à 1 et qu'il a plus augmenté pour les filles que pour les garçons dans les groupes 1 et 2. À l'opposé, l'effectif des filles décroit dans les groupes 4 et 5 alors qu'il augmente pour les garçons. C'est le groupe 3 qui joue le rôle « de réservoir » : il décroit pour les garçons et pour les filles. Pour les filles il alimente presque exclusivement les groupes de bas niveaux de performance tandis que pour les garçons, il alimente les groupes de hauts niveaux et par de bas niveau. Pour des filles, il s'agit d'un « glissement » des performances vers les bas niveaux tandis que pour les garçons, il s'agit d'un « écart accru » entre les bornes opposées.
Afin d'analyser plus avant les performances des filles et des garçons en 2014, nous observons les pourcentages de réussite selon les compétences et les champs mathématiques mis en œuvre dans cette étude. Les graphiques proposés comparent les performances des filles et des garçons sur l'ensemble des items de l'évaluation Cedre **(Figure 5.19)**. Tant en abscisse qu'en ordonnée, les items sont classés du plus difficile au plus facile (des pourcentages de réussite les plus faibles au plus forts). La droite linéaire permet de symboliser des réussites identiques à un item pour une fille ou pour un garçon. Dès lors tous les items notés au-dessus de la droite sont mieux réussis par les filles et ceux en dessous de la droite mieux réussis par les garçons.
Nous retrouvons la différence de performance entre les filles et les garçons sur l'ensemble de l'épreuve ; globalement la « masse » des items est légèrement tirée du côté des garçons.
Nous reprenons ces graphiques en focalisant notre regard sur :

- les compétences mises en jeu ;
- les champs mathématiques.

Analyse en fonction des compétences

Les compétences analysées sont : « Identifier » **(Figure 5.20)**, « Traiter » **(Figure 5.21)**, « Produire » **(Figure 5.22)**.
« Identifier » est la capacité des élèves à reconnaître la dimension mathématique d'un énoncé et de choisir une réponse dans un QCM. Cette compétence est réussie à plus de 60 % par les filles et les garçons. Les items se répartissent de part et d'autre de la ligne droite de référence avec quelques items mieux réussis par les garçons.
« Traiter » est la capacité à analyser et comprendre des données, effectuer un traitement mathématique et choisir une réponse dans un QCM. Les items se répartissent tout le long de la ligne droite de référence, ce qui traduit la difficulté croissante des items de ceux réussis par un faible pourcentage de la population à ceux réussis par toute la population. Les items sont majoritairement en deçà de la ligne de référence ce qui signifie que les garçons ont une performance supérieure à celle des filles pour cette compétence.
« Produire » est la capacité à analyser et comprendre des données, effectuer un traitement mathématique dans le but de produire une réponse en autonomie. Comme pour la compétence « Traiter », nous observons des items tout le long de la ligne droite de référence. Ici, les performances des garçons sont « moins nettement » meilleures que celles des filles. Le format de question « Ouvert » semble rééquilibrer les performances.

Analyse en fonction des champs mathématiques

Nous avons comparé les performances des filles et des garçons en fonction des champs mathématiques : « Nombres et Calcul » **(Figures 5.23 à 5.25)**, « Géométrie » **(Figure 5.26)**, « Grandeurs et mesures » **(Figure 5.27)**, « Organisation et gestion de données » **(Figure 5.28)**.
Dans les champs **« Grandeurs et mesures »** et **« Organisation et gestion de données »** les garçons sont plus performants que les filles quels que soient les items considérés.
Dans les champs constitutifs des **« Nombres et calculs »,** les performances des filles et des garçons sont plus proches, mais restent en faveur des garçons.
Dans le champ **« Géométrie »,** les performances des filles sont meilleures que celles des garçons.

Point d'étape

Les résultats de l'évaluation montrent que les garçons réussissent globalement mieux que les filles en mathématiques.
L'analyse par compétences indique, que dans la reconnaissance et dans le traitement, les garçons ont plus de réussite que les filles ; lorsqu'il y a une production en autonomie, l'écart de performance entre les garçons et les filles diminue.
L'analyse par champ pointe un champ dans lequel les filles sont meilleures que les garçons : la géométrie.

FIGURE 5.16 Répartition des performances des filles en % entre les groupes de niveaux en 2008 et 2014

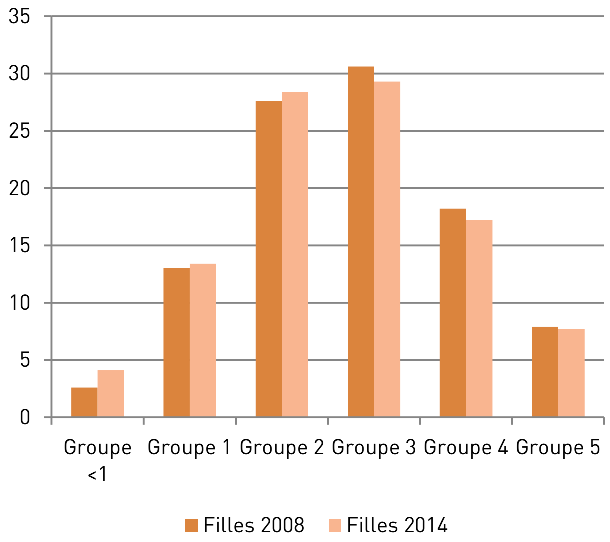


FIGURE 5.17 Répartition des performances des garçons en % entre les groupes de niveaux en 2008 et 2014

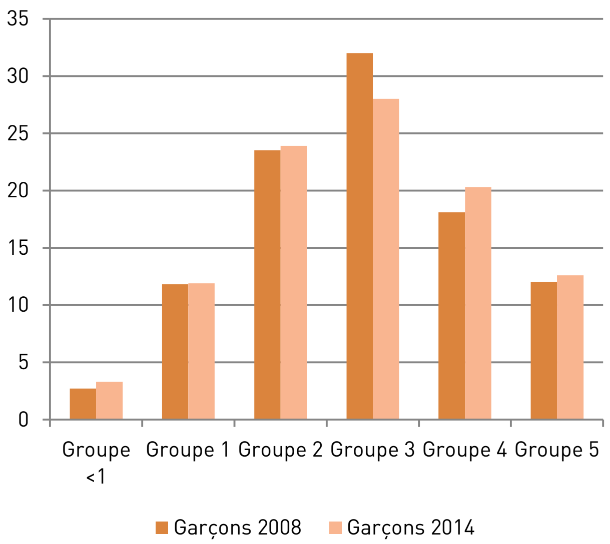


FIGURE 5.18 Répartition des performances des garçons et des filles en % entre les groupes de niveaux en 2008 et 2014

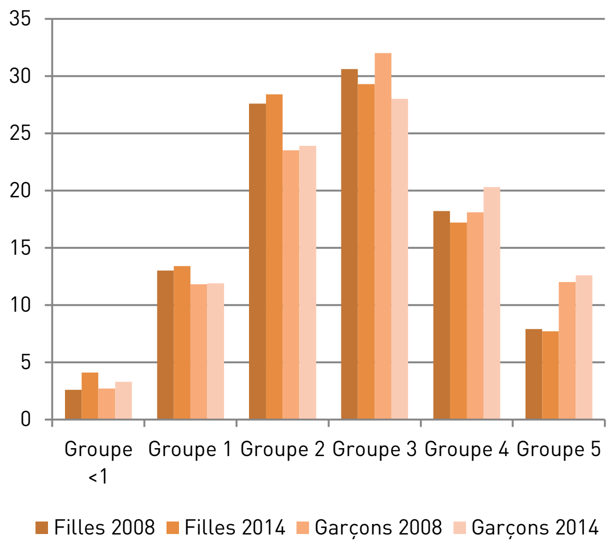


FIGURE 5.19 En abscisse, le pourcentage de réussite des garçons ; en ordonnée, le pourcentage de réussite des filles.

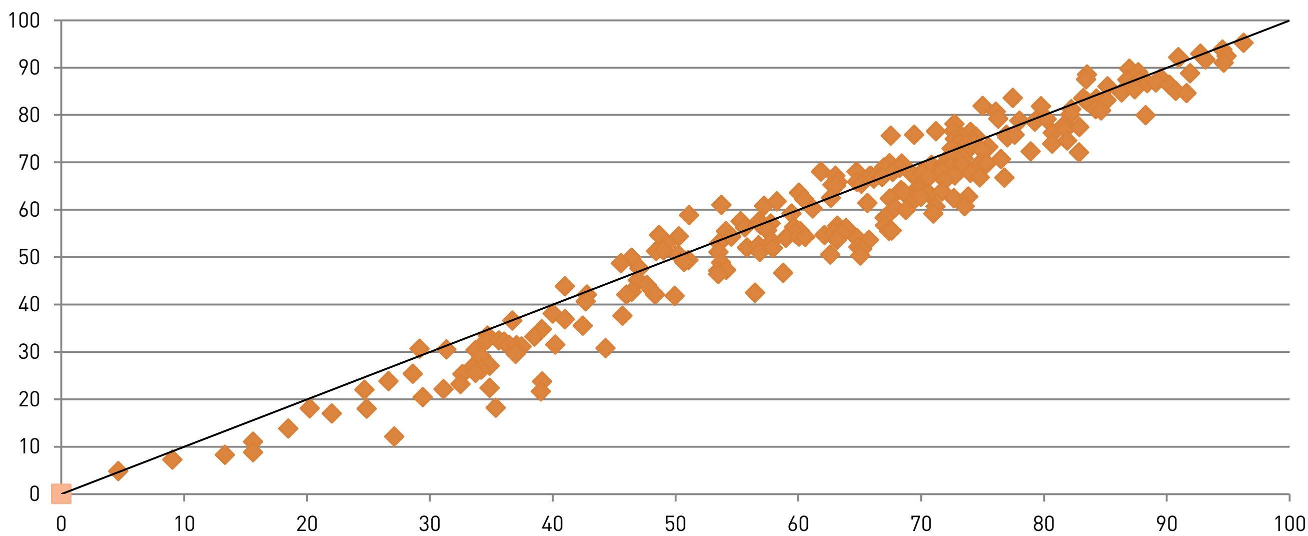


FIGURE 5.20 Compétences « Identifier »

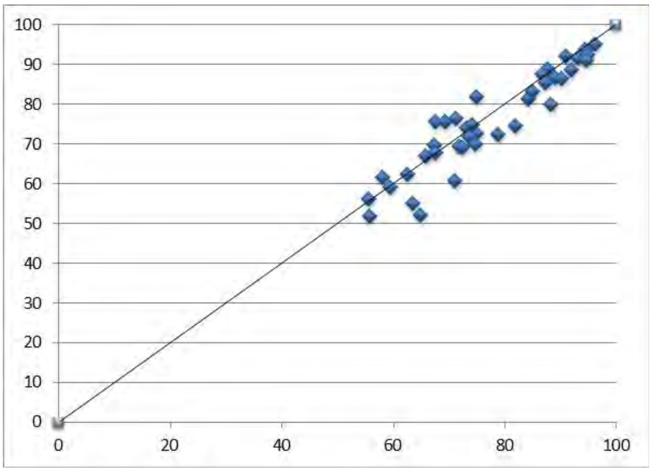


FIGURE 5.23 Champ mathématique « Calcul »

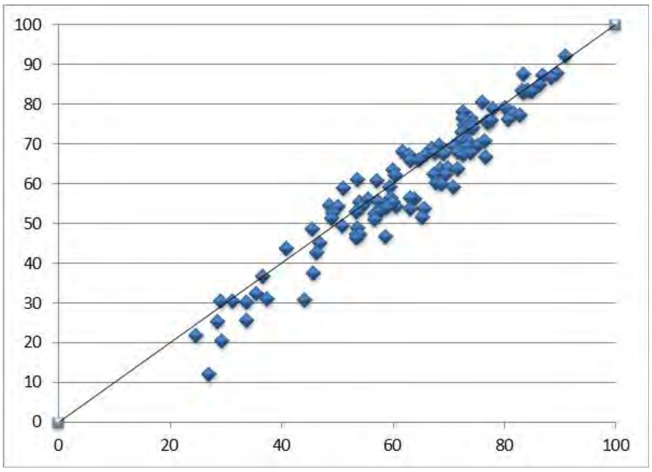


FIGURE 5.21 Compétences « Traiter »

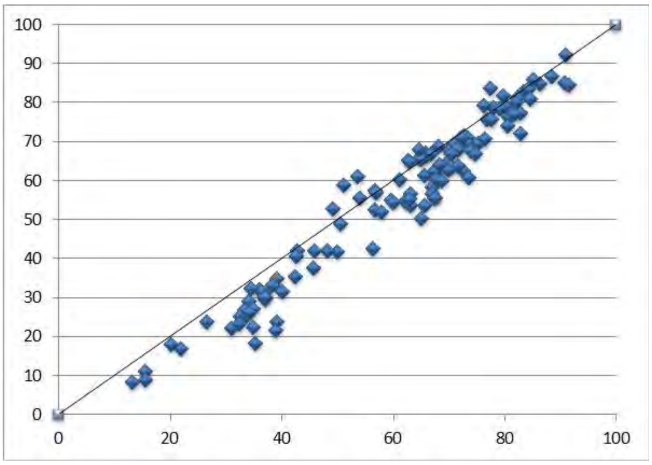


FIGURE 5.24 Champ mathématique « Entiers naturels »

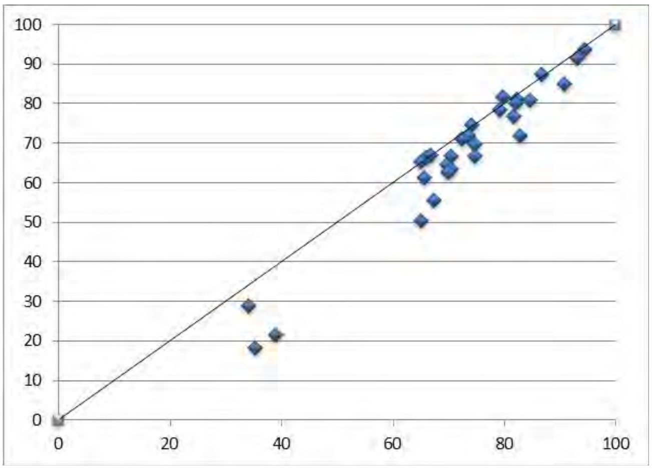


FIGURE 5.22 Compétences « Produire »

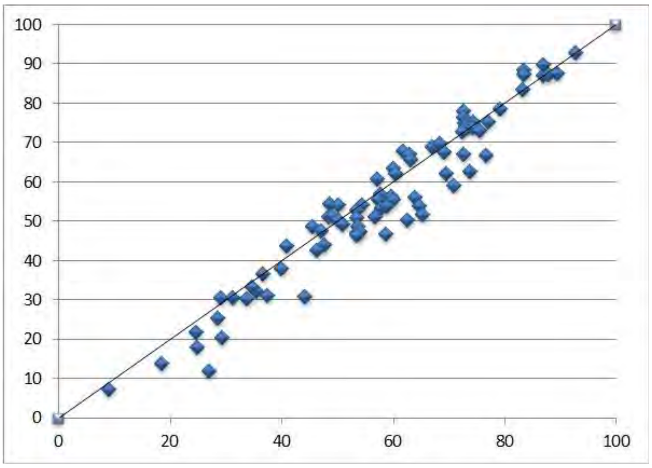


FIGURE 5.25 Champ mathématique « Fractions et nombres décimaux »

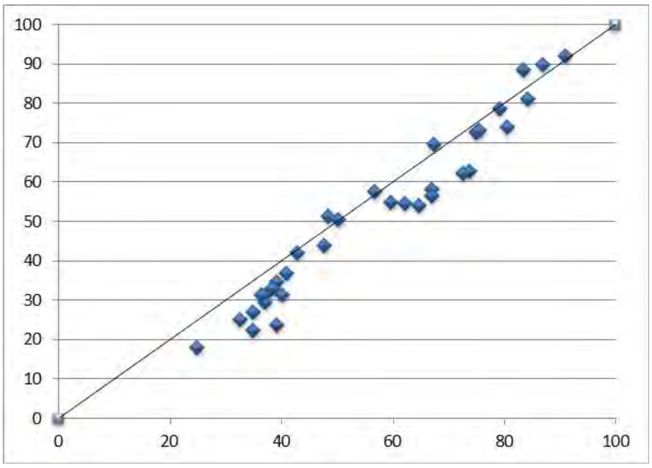


FIGURE 5.26 Champ mathématique « Géométrie »

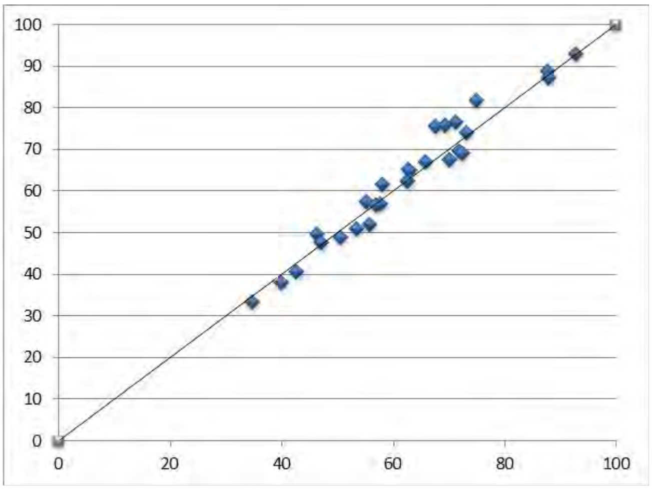


FIGURE 5.27 Champ mathématique « Grandeurs et mesures »

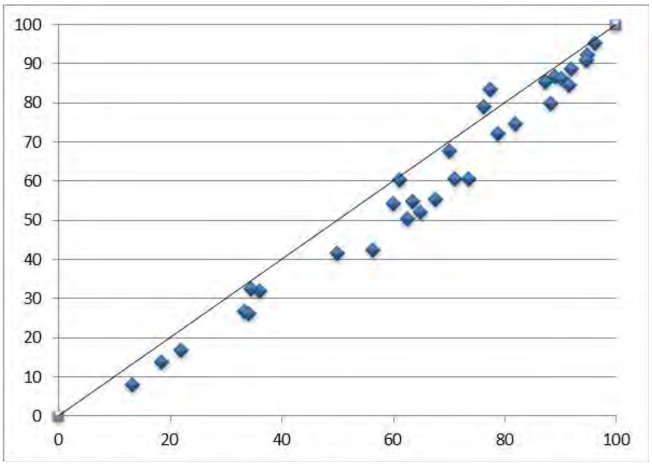
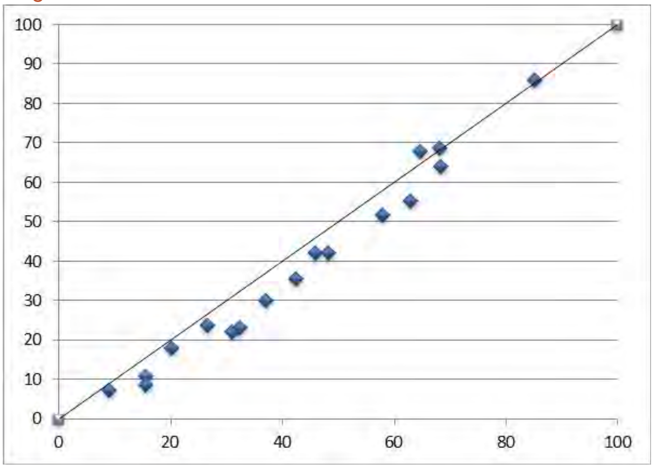


FIGURE 5.28 Champ mathématique « Organisation et gestion de données »



5.4 QUESTIONNAIRE DES ENSEIGNANTS

L'enquête Cedre a proposé un questionnaire auprès des enseignants afin de mieux connaître leurs pratiques et leurs opinions sur la mise en œuvre des programmes en mathématiques à l'école.

Les réponses de ce groupe d'enseignants ne sont pas représentatives de la population des enseignants en charge d'une classe de cycle 3 et plus spécifiquement de celle de CM2. En effet, il s'agit des enseignants qui dirigent les classes de l'échantillon des élèves représentatifs de fin d'école primaire.

Nous avons recueilli les questionnaires de deux-cent-trente enseignants. L'analyse se décompose en trois parties :

- la description de l'échantillon ;
- la description de l'approche pédagogique ;
- l'analyse d'une question « ouverte ».

Description de l'échantillon

L'échantillon est constitué de 67 % de femmes et de 33 % d'hommes **(Figure 5.29)**. Nous observons une répartition par tranches d'âge **(Figure 5.30)** telle que les moins de trente ans représentent 16 % de l'échantillon et, à part presque égale, nous trouvons les enseignants de 31 ans à 40 ans (29 %), ceux de 41 ans à 50 ans (26 %) et les enseignants de plus de 51 ans (29 %).

Le diplôme le plus élevé atteint **(Figure 5.31)** est la licence pour 45 % des enseignants. Environ 25 % d'entre eux ont le niveau bac ou bac + 2 et dans la même proportion un master ou master 2. Plus de sept enseignants sur dix **(Figure 5.32)** n'ont exercé aucun autre métier avant celui d'enseignant.

La formation initiale pour l'entrée dans le métier **(Figure 5.33)** montre que près de deux enseignants sur dix ne se positionnent pas sur l'une des cinq propositions qui forment le panorama des possibilités de formations dans différents types d'établissements qui les ont dispensées (école normale, IUFM ou ESPÉ). De plus, les réponses positives ne dépassent jamais 45 %.

Il serait intéressant, lors du prochain cycle Cedre de questionner plus avant la représentation de la formation initiale reçue par les enseignants : quels apports retiennent-ils ? :

- des instituts de formation ;
- de la formation et de l'accompagnement lors de leur premier poste ;
- des stratégies individuelles mises en œuvre pour acquérir cette formation ;

Dans ce cadre, la lecture « en creux » agrégeant la non-réponse et la réponse négative donne une hiérarchie des manques : culture technologique (83 %), français (76 %), culture humaniste (67 %), mathématique ou culture scientifique (61 %) et autre (57 %).

Près de huit enseignants sur dix n'ont pas suivi de formation continue dans le domaine des mathématiques durant les trois dernières années **(Figure 5.34)**. À noter que 1,8 % des enseignants déclarent avoir suivi une formation en ligne dans ce domaine. Cette proposition permettra de mesurer, lors des prochaines reprises de ce questionnaire, l'impact des formations en ligne type MOOC.

Près de trois enseignants sur dix **(Figure 5.35)** ont entre onze en vingt ans d'ancienneté dans l'Éducation nationale, plus de trois sur cinq moins de 10 ans et plus de trois sur dix plus de 21 ans d'ancienneté. L'ancienneté dans l'école **(Figure 5.36)** se répartit d'une façon similaire, autour de 20 %, pour les tranches de moins de trois ans à vingt ans dans une même école. À noter que 9 % des enseignants sont dans la même école depuis plus de 21 ans et 3 % depuis plus de trente ans.

Approche pédagogique

Cette seconde partie du questionnaire a été découpée selon cinq thématiques :

- les sources d'informations utilisées pour préparer son cours ;
- les champs mathématiques jugés « difficiles » ou « faciles » ;
- les références sur lesquelles les enseignants s'appuient pour évaluer ;
- les types d'exercices proposés pour évaluer ;
- les modalités d'évaluation.

Pour chacune d'elles, plusieurs propositions sont formulées. Les enseignants doivent se positionner sur une échelle selon quatre choix variant de « Toujours » à « Jamais ». Nous avons effectué un regroupement en fonction des propositions les plus choisies. Cette configuration permet de dégager visuellement des zones de consensus (accord) ou des zones de dissensus (désaccord).

Quelles sources d'informations utilisez-vous pour préparer vos séquences de mathématiques ? (Figure 5.37)

On observe que l'outil le plus utilisé pour la préparation des séquences de mathématiques est le manuel de l'élève ; huit enseignants sur dix l'emploient. La deuxième occurrence correspond aux sites internet non institutionnels, puis le guide du maître et les sites institutionnels. La proposition la moins choisie est l'utilisation de revues ou d'ouvrages pédagogiques en mathématiques.

Les enseignants puisent essentiellement leurs sources au niveau local (manuel de l'élève ou le guide du maître) ou à un niveau distant (sites internet institutionnels ou non).

Parmi les champs mathématiques lesquels vous paraissent faciles ou difficiles ? (Figure 5.38)

Cette question se focalise sur les difficultés à enseigner certains champs en mathématiques. La hiérarchie qui s'établit montre que ce qui tient des automatismes ou des notions de bases – opération, numération et calcul mental – ne semble pas poser de difficulté. À l'opposé, la résolution de problèmes, l'organisation et la gestion de données semblent les plus difficiles à enseigner. Entre ces deux pôles, nous trouvons les champs relatifs aux fractions et aux nombres décimaux, à la géométrie et aux grandeurs et mesures.

Il est intéressant de rapprocher ces réponses de celles faites par les élèves sur le même type de question. Nous retrouvons une hiérarchie semblable avec les jeux mathématiques et le calcul en premier, suivis de la géométrie et enfin de la résolution de problèmes.

Qu'utilisez-vous pour évaluer vos élèves en mathématiques ? (Figure 5.39)

Nous interrogeons ici les moyens employés pour évaluer les élèves. Le consensus s'établit autour de deux propositions : la référence aux programmes et la création de ses propres évaluations. À l'opposé, près de sept enseignants sur dix rejettent les quatre autres propositions : vous utilisez les évaluations fournies par le manuel de la classe, vous vous inspirez des évaluations nationales ou internationales, vous reprenez des exercices qui ont déjà été faits en classe ou vous utilisez des ressources disponibles sur Internet.

La préparation des évaluations de classe passe par l'appui sur la référence que constituent les programmes et la nécessaire création personnelle de supports d'évaluation.

À noter une approche différente entre les réponses données dans la partie concernant les sources d'informations utilisées et celle pour la préparation des séquences de mathématiques :

- le manuel de l'élève est une référence pour près de huit enseignants sur dix, mais dans la même proportion ceux-ci indiquent qu'ils n'utilisent pas les exercices proposés par ce support ;
- Les sites internet sont privilégiés pour les références par six enseignants sur dix et dans la même proportion les exercices qu'on peut y trouver ne sont pas utilisés.

Comment concevez-vous vos évaluations ? (Figure 5.40)

Nous essayons de caractériser la stratégie de mise en œuvre pour évaluer les élèves. 85 % des enseignants proposent « un ou deux exercices basiques » pour leurs évaluations ; près de 50 % « un ou deux exercices complexes » ou « en graduant vos exercices du plus facile au plus difficile » ; enfin 37 % des enseignants proposent « un ou deux exercices nouveaux » pour évaluer leurs élèves.

La mise en œuvre des évaluations se fait majoritairement par des exercices de bases, mais pas seulement. Les enseignants utilisent la gradation des exercices du plus facile au plus difficile ainsi que l'utilisation de quelques exercices complexes. Par contre, ils n'utilisent que très peu un exercice nouveau pour évaluer leurs élèves.

Utilisez-vous ces modalités pour évaluer vos élèves ? (Figure 5.41)

Nous avons investigué sur la communication aux élèves de leurs évaluations. La proposition choisie à 73 % est par niveau de compétences. 50 % des enseignants indiquent les notes chiffrées et les appréciations. Les notes littérales ne sont citées que par 18 % des enseignants.

La notation par compétences semble être la plus utilisée largement devant la note chiffrée.

Question ouverte

À quelles difficultés êtes-vous confronté(e) pour enseigner les mathématiques et quelles solutions mettez-vous en place pour y remédier ?

Pour cette question, nous utilisons l'analyse de données textuelles. Cette approche méthodologique envisage les textes comme des données qui peuvent être analysées par un ensemble de travaux statistiques. Notre analyse concernera le même corpus de réponse, mais selon deux tris :

- une analyse textuelle à partir des réponses « brutes » des enseignants ;
- une analyse textuelle à partir d'un recodage des réponses des enseignants. Cette seconde approche permettra de quantifier et de regrouper plus finement les difficultés rencontrées par les élèves et les solutions apportées par les enseignants.

Analyse textuelle sur l'ensemble du corpus

Le nuage de mots **(Figure 5.42)** est une représentation graphique qui permet de visualiser la fréquence d'apparition des mots ans le discours des enseignants. Le principe en est assez simple : plus un mot est cité dans les réponses des enseignants, plus il apparaîtra avec une taille élevée de police de caractères dans le nuage de points.

Les deux mots les plus souvent cités sont « Élève » (284 occurrences) et « Difficulté » (188 occurrences). Ils font référence à la reprise de la question et au positionnement du répondant qui observe ses élèves.

Individuellement, les noms qui ressortent le plus du nuage sont : problème (136), temps (81), de groupe (77), classe (77), niveau (76), manipulation (73), notion (72), résolution (64) et géométrie (59). Le terme problème est parfois utilisé comme un synonyme du mot difficulté, mais il est très souvent associé à résolution. Le groupe de mots « résolution de problèmes » est cité à 53 reprises.

Le verbe « mettre » est cité 91 fois. Il est très souvent associé au mot « place » (56) ou à « œuvre » (15) – il s'agit ici de l'idée d'une mise en situation – ; nous le trouvons associé à « sens » ou « lien » dans une perspective plus didactique.

Viennent ensuite des noms cités entre 30 et 50 fois : travail, nombre, situation, calcul, solution et hétérogénéité.

Dans ce nuage de mots, nous observons énormément de mots ayant une taille similaire. La quantité de mots cités une seule fois – appelé hapax – est de 5 % dans ce corpus. Si nous regroupons les mots cités cinq fois et moins, nous obtenons le nombre de 14 % des mots du corpus.

Analyse de similitude sur l'ensemble du corpus

L'analyse de similitude **(Figure 5.43)** permet, pour chaque mot clef le plus cité, de détailler le discours des enseignants. Les arêtes représentent les liens entre les mots et les groupes de mots. La disposition spatiale établit les proximités et les distances.

Le lien le plus important est celui qui relie les groupes de mots concernant « l'élève » et celui concernant « la difficulté ». À la difficulté sont rattachées, principalement, les notions mathématiques. Nous trouvons les nombres, les décimaux, le calcul, les tables, la multiplication…

Autour du terme « élève » nous observons des liens de moindre importance qui relient le mot :

- à la gestion du groupe : utilisation de petit groupe, aborder les notions en atelier, mettre en activité les élèves… aux situations problèmes à mettre en œuvre : les aspects concrets, les étapes, la résolution… ;
- au manque de temps… ;
- à la différenciation : hétérogénéité, niveau… ;
- à la manipulation : en géométrie et en grandeurs et mesure… ;
- à la mise en place d'un travail simple.

Nous avons sérié les réponses qui focalisent sur les difficultés **(Figure 5.44)** et celles qui donnent des pistes de solutions **(Figure 5.45)**:

- les plus grandes difficultés sont l'hétérogénéité des élèves, la résolution de problèmes et le manque de temps. Nous voyons bien qu'il y a ici une congruence. En effet, pour gérer la diversité des élèves, il faut savoir gérer le temps et savoir en perdre lors des résolutions de problèmes.
  L'hétérogénéité des élèves est un ensemble dans lequel sont mêlés plusieurs facteurs. Parfois, il s'agit de niveaux scolaires – « Je suis confrontée à l'hétérogénéité de la classe. En effet, chaque année, nous avons quelques très bons élèves sans difficulté en maths, et quelques élèves très en difficulté » – , du rythme des élèves – « La principale difficulté est la gestion de l'hétérogénéité des enfants, la variété d'acquisition. Il faut nourrir les élèves qui comprennent vite sans oublier ceux qui ont besoin de temps ou de plus d'exercices », ou de la non-acquisition des connaissances de base qui induit une différence de performance entre les élèves « Difficultés des élèves : hétérogénéité de niveau. Notions préalables non acquises ».
  Les difficultés liées à la **résolution de problème** sont de plusieurs ordres : « Les principales difficultés rencontrées en résolution de problèmes sont souvent liées au niveau de lecture des élèves à la compréhension et au tri des données et à la difficulté à exposer sa démarche et ses résultats ».
  Le manque de temps est dû à plusieurs critères : le poids du programme – « Programmes beaucoup trop chargés. De nombreuses notions nécessiteraient davantage de temps pour que tous les élèves puissent les acquérir. » , la manipulation « Manque de temps pour manipuler, démarche importante pour la construction du savoir » , l'approfondissement d'une notion « La plus grande difficulté est le manque de temps si l'on veut approfondir chaque notion ».
- les solutions les plus prisées sont le **travail en groupes** « Certains élèves comprennent plus rapidement les notions que les autres. Donc, il faut différencier de façon la plus pertinente possible, je mets en place des groupes de niveaux pour remédier aux difficultés des élèves », **la manipulation** « Dégager du temps pour des phases de manipulation ou de recherche en petits groupes suivie d'une mise en commun », la mise en œuvre d'une **aide personnalisé** « Hétérogénéité des élèves, solutions : tutorats, aide personnalisée, remédiation individuelle, gradation des exercices », la mise en place de **situations problèmes concrets** « La résolution de problèmes reste difficile pour certains élèves qui peuvent être paralysés face à un énoncé. Afin d'y remédier, je remplace le terme problème par « enquête mathématique » et je passe par la schématisation et par la manipulation pour rendre l'énoncé plus concret ».

Point d'étape

Parfois, nous observons la même formulation qui est affectée aussi bien aux difficultés qu'aux solutions apportées. Il n'y a rien d'antinomique dans le domaine. Un enseignant peut évoquer des difficultés avec ses élèves dans un domaine tandis qu'un autre enseignant considèrera justement ce domaine comme porteur d'éléments permettant de surmonter les difficultés.

L'hétérogénéité des élèves est le problème le plus important évoqué par les enseignants. Pour y pallier, ils proposent de diviser (travail de groupe) ou individualiser (aide personnalisée). Ils se heurtent alors au problème de la gestion temporelle de la classe et notamment au manque de temps. Le programme peut être impliqué comme trop « pesant » et ne permettant pas une appropriation et un approfondissement solide des notions en mathématiques. Un type d'exercice focalise les difficultés : la situation problème. Cette activité est constituée d'un ensemble convoquant la lecture/compréhension, un contexte qui peut être usuel ou éloigné du vécu des élèves, une ou plusieurs notions de mathématiques, une gestion des étapes de la réalisation du problème, la mise en œuvre de calcul, la présentation des résultats ; toutes choses que nous trouvons dans les compétences du socle du programme de 2015 : « chercher, modéliser, représenter, raisonner, calculer et communiquer ». Il n'est donc pas surprenant que cette activité cristallise la principale difficulté décrite par les enseignants.

Les solutions pour atteindre les objectifs du programme, selon les enseignants, passent par la différenciation et l'utilisation de groupes d'une part, et d'autre part, par la mise en place de situations concrètes mettant en jeu dès que cela est possible la manipulation.

FIGURE 5.29

Répartition de l'échantillon par sexe

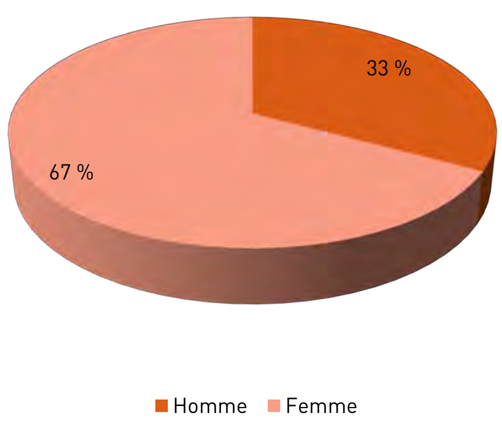


FIGURE 5.31

Plus haut diplôme obtenu

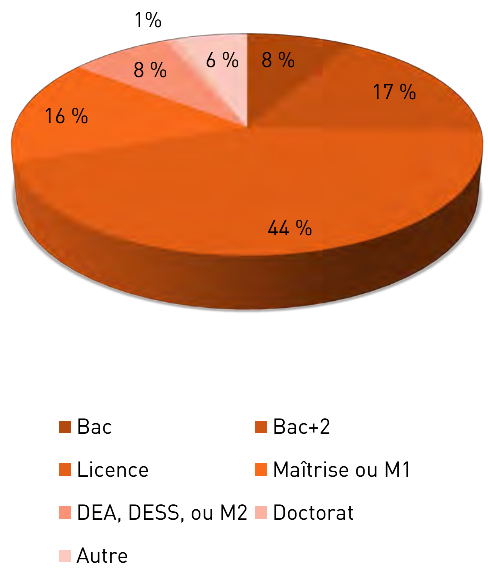


FIGURE 5.30

Répartition de l'échantillon par tranches d'âge

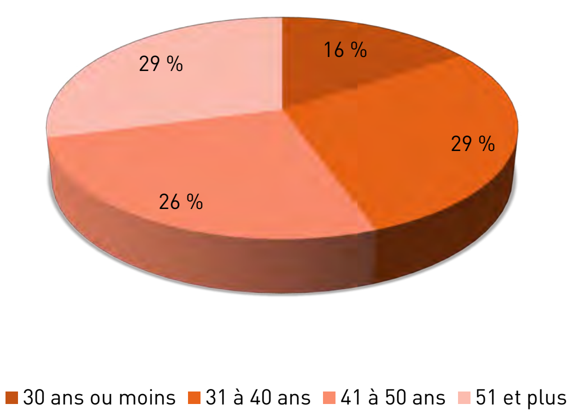


FIGURE 5.32

Avez-vous exercer un autre métier avant celui d'enseignant ?

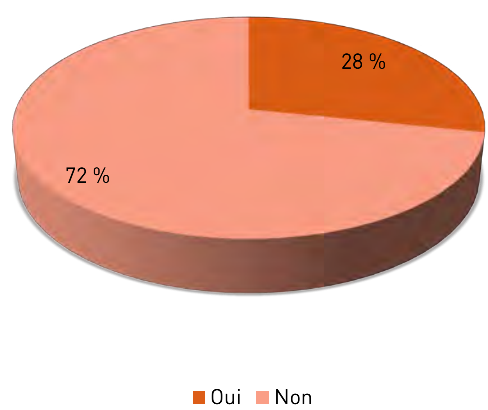


FIGURE 5.33

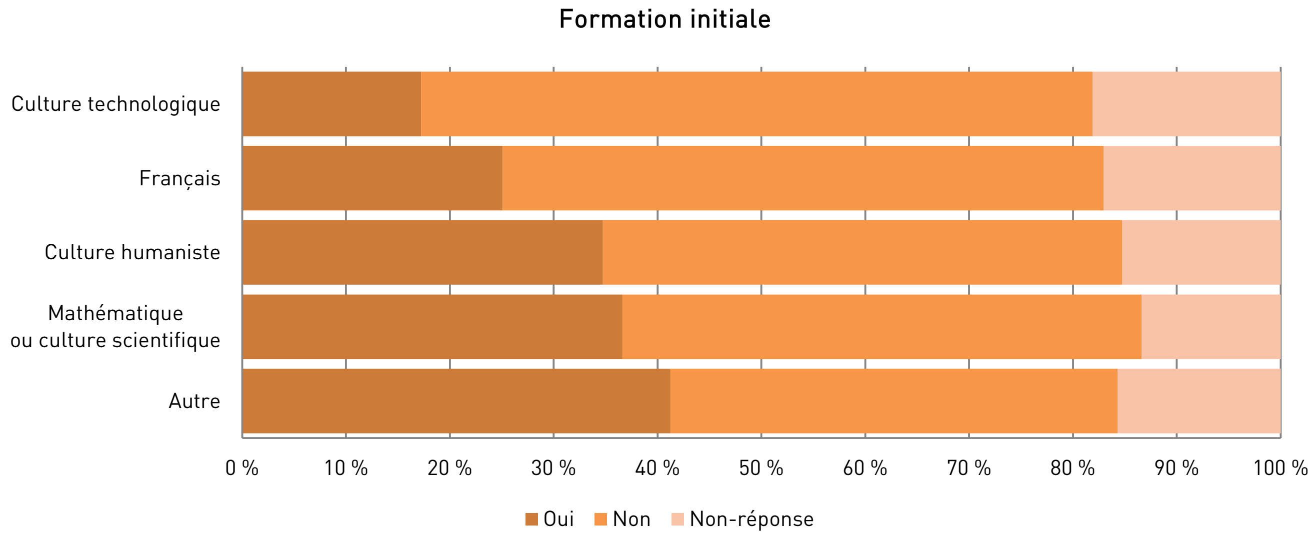


FIGURE 5.34

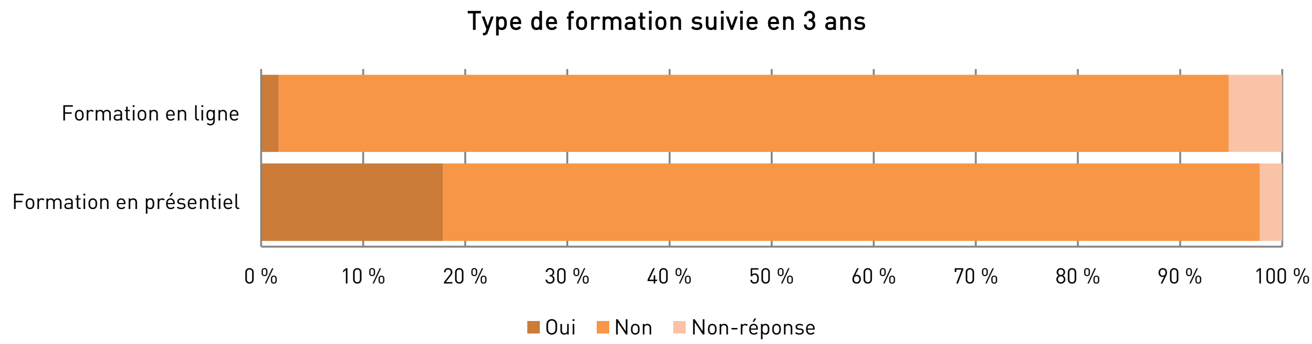


FIGURE 5.35

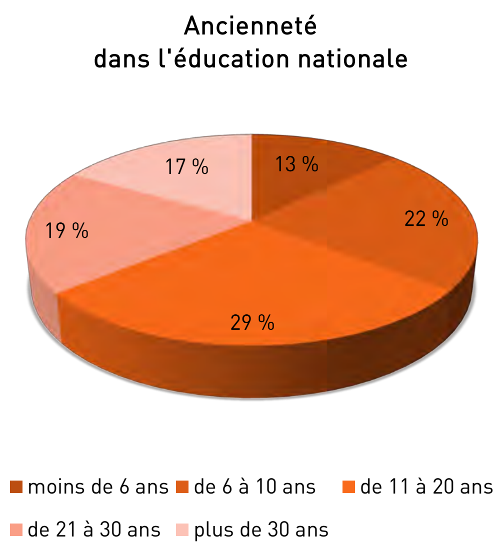


FIGURE 5.36

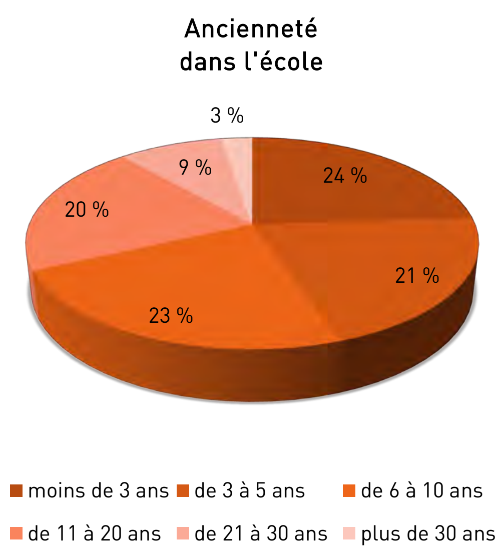


FIGURE 5.37

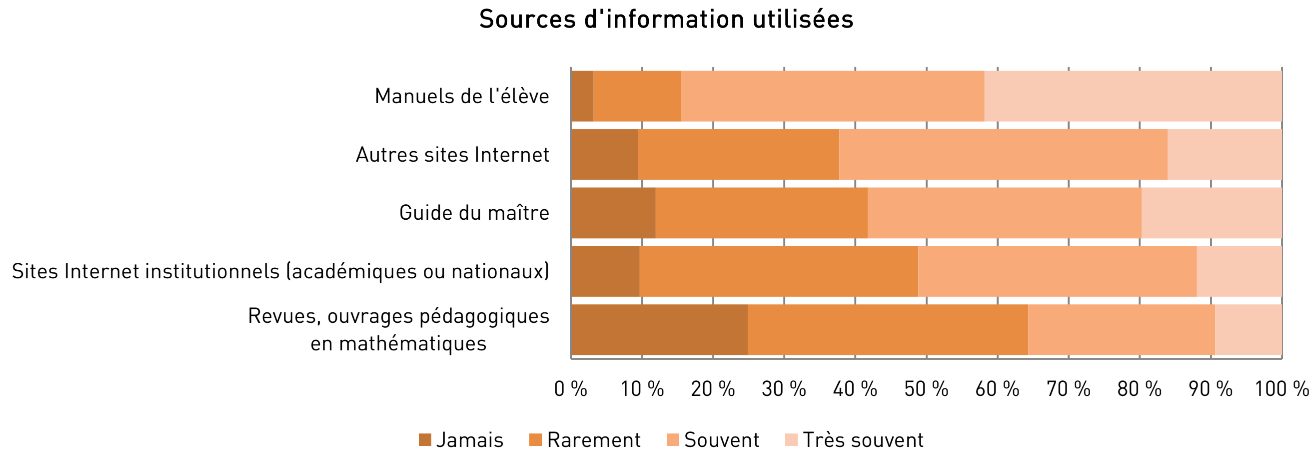


FIGURE 5.38

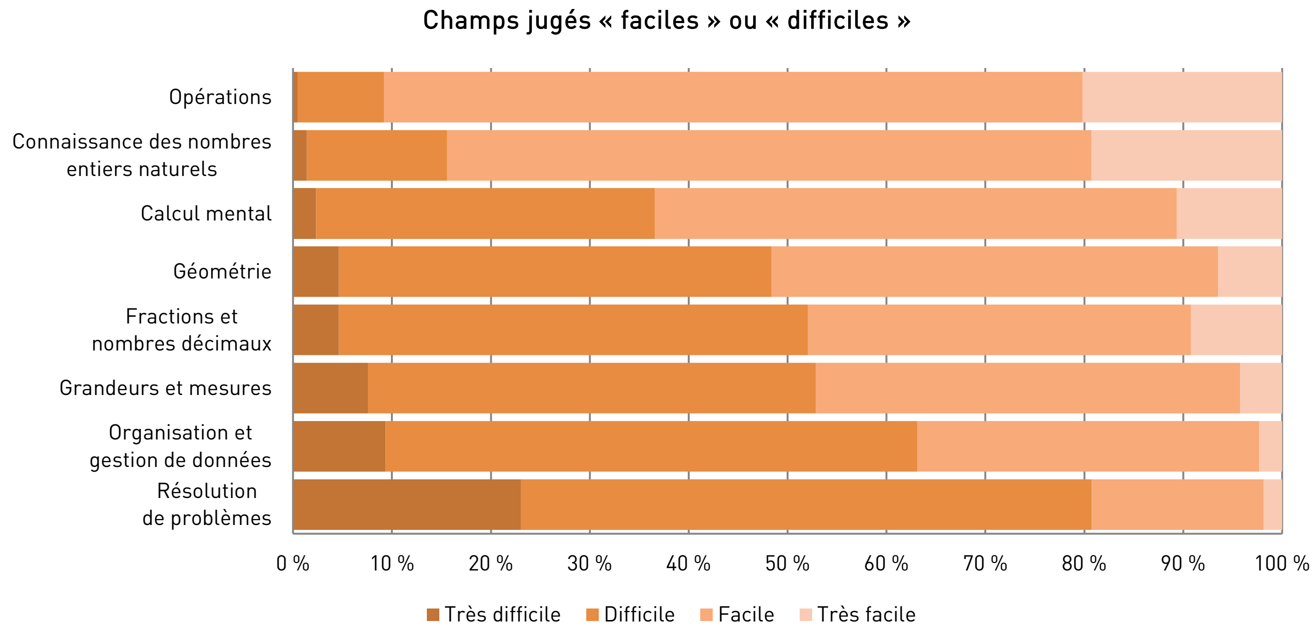


FIGURE 5.39

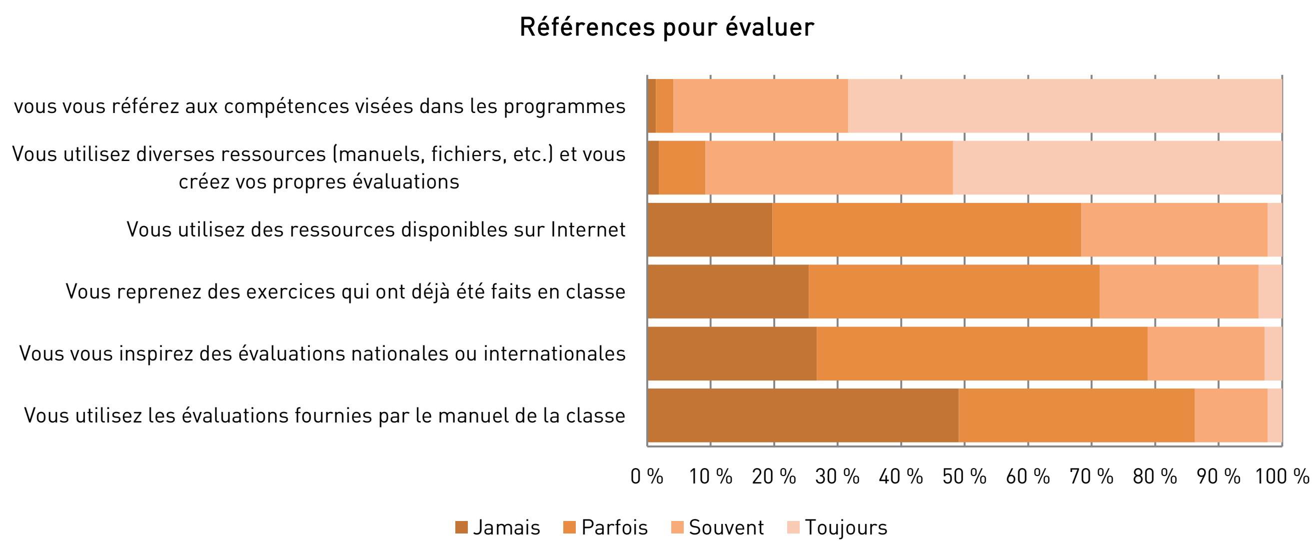


FIGURE 5.40

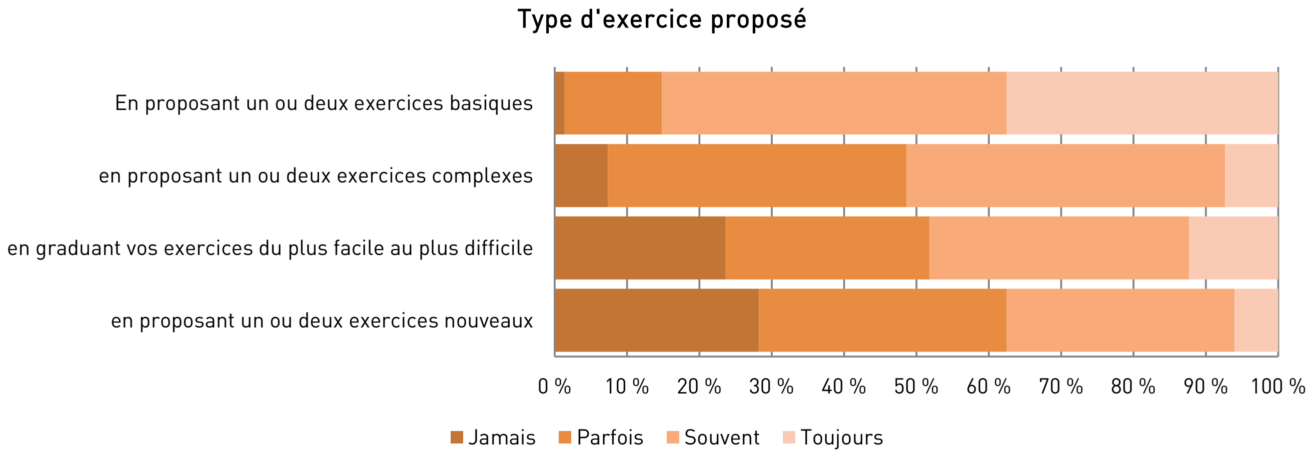


FIGURE 5.41

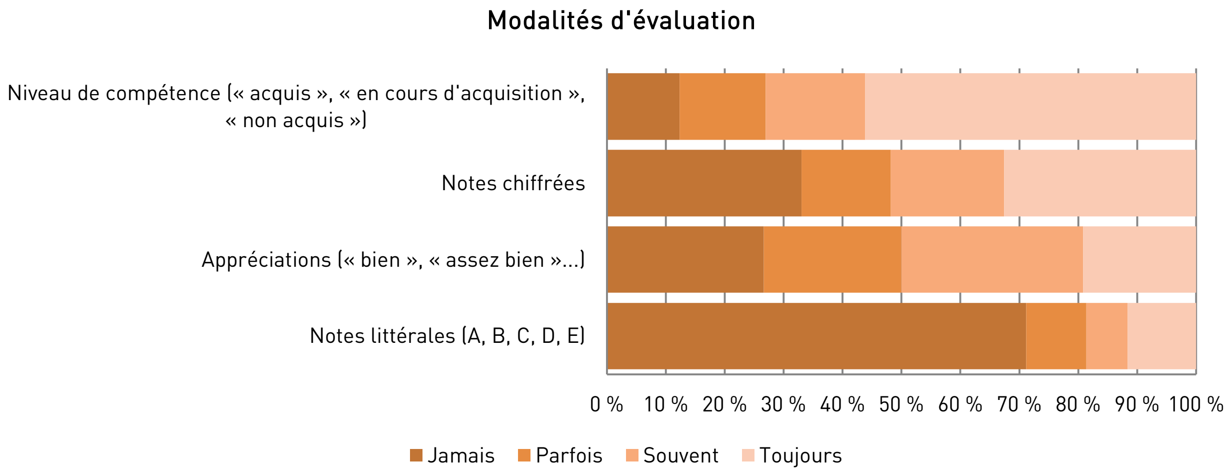


FIGURE 5.42

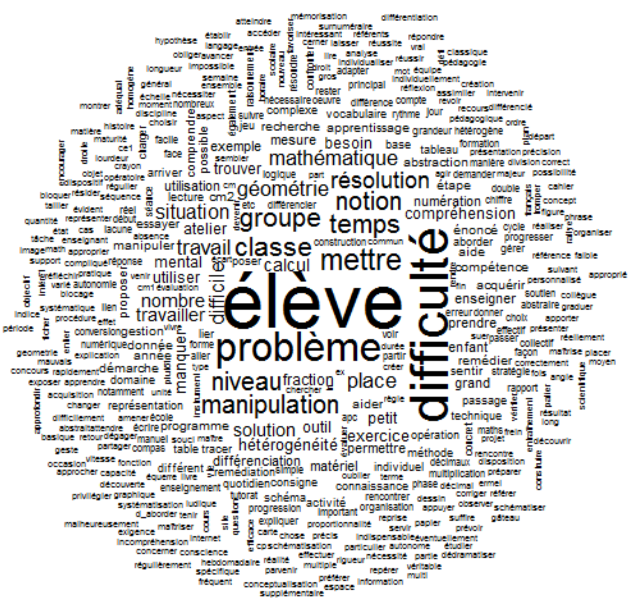


FIGURE 5.43

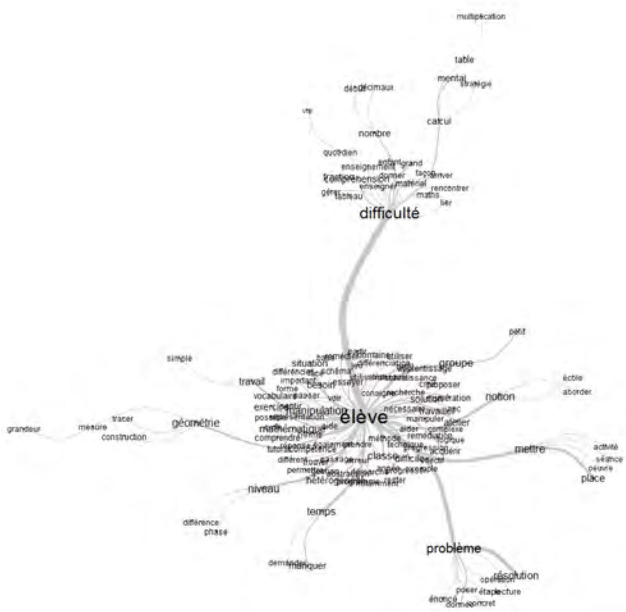
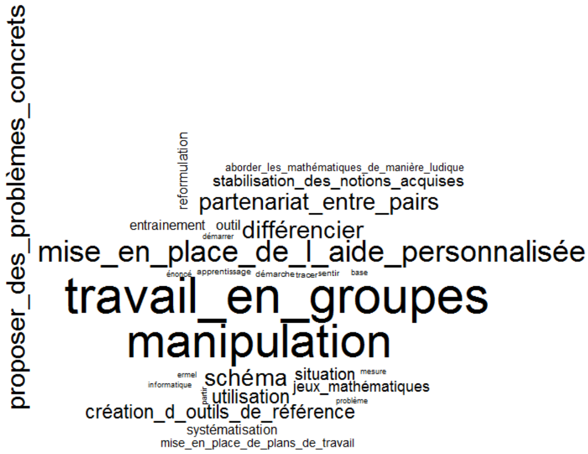


FIGURE 5.44

FIGURE 5.45



Partie VI
Synthèse des travaux

6.1 LES FACTEURS DE COMPLEXITÉ

L'évaluation Cedre en fin d'école est conçue pour effectuer un bilan des compétences et des connaissances au regard du programme en vigueur. Elle se préoccupe du taux de réussite des élèves. Les facteurs de complexité définis par Sayac & Grapin permettent d'avoir une vision analytique des items proposés selon trois critères : le contexte, la complexité liée aux connaissances mathématiques et la tâche de l'élève.

Pour séparer les caractéristiques relevant des savoirs en jeu de celles relevant de paramètres extra-mathématiques, les auteurs ont proposé deux premiers facteurs :

1er Facteur : le contexte de l'énoncé : dans ce facteur, le niveau de langue de l'énoncé ainsi que la nature des informations à traiter (texte, graphique, schéma, etc.) nous semblent importants à considérer. Ce qui importe dans ce facteur, c'est d'évaluer comment l'élève est amené à comprendre, aisément ou de façon plus alambiquée, la tâche qu'il doit réaliser. Nous estimons également que la nature de l'item et le type de réponses à produire ne sont pas sans incidence sur l'engagement de l'élève dans la tâche : une question ouverte ou fermée, un QCM, un vrai/faux confrontent les élèves à des stratégies de réponse différentes. Le contexte d'un énoncé, permettant ou non une représentation opérationnelle du problème posé, peut également se révéler pertinent pour ce facteur […].

2nd Facteur : les savoirs mathématiques en jeu. Ce facteur est directement lié au savoir mathématique. De ce point de vue, la tâche à réaliser peut être plus ou moins simple, nous nous référons aux divers travaux effectués en didactique des mathématiques dans les différents domaines concernés par l'évaluation pour évaluer ce facteur de complexité. Dans ce facteur, sont également pris en compte les variables didactiques, ainsi que les distracteurs proposés dans les items, car ils peuvent avoir une influence non négligeable sur la réussite des élèves, dans un sens positif ou négatif […]. Ce facteur est donc directement en lien avec les savoirs mathématiques en jeu dans les items et requiert donc des connaissances didactiques selon les domaines concernés. Sayac & Grapin (2015, p. 110-111)

À ces deux facteurs, les auteurs ajoutent, pour chaque item, un niveau de compétence (3e facteur), qui est caractérisé lui-même selon trois niveaux :

- « Niveau 1 : pour les tâches qui amènent à des applications immédiates des connaissances, c'est-à-dire simples (sans adaptation) et isolées (sans mélange), où seule une connaissance précise est mise en œuvre sans aucune adaptation, mis à part la contextualisation nécessaire. Ces tâches sont, par ailleurs, généralement usuelles.
- Niveau 2 : pour les tâches qui nécessitent des adaptations de connaissances qui sont en partie au moins indiquées. Ces tâches peuvent être plus ou moins usuelles.
- Niveau 3 : pour les tâches qui nécessitent des adaptations de connaissances qui sont totalement à la charge de l'élève. Ces tâches sont souvent inédites ».

À partir de ce travail de recherche, les concepteurs ont testé l'outil et l'ont amendé. Cette réinterprétation s'est opérée au fil des séances et résulte du travail au sein du groupe de concepteurs. Le codage des items a été réalisé au fur et à mesure. L'outil élaboré devait permettre, a priori, d'estimer la difficulté d'un item. Les facteurs de complexité réinterprétés par la DEPP pour correspondre davantage au cadre de l'évaluation Cedre, comporte trois facteurs :

- le facteur 1 : nous avons considéré l'énonciation et la difficulté du contexte. Dans le cadre de l'évaluation, les formats de réponses étant normés et préalablement exposés auprès des élèves ; ils n'ont pas été pris en compte dans ce facteur. Nous avons considéré qu'il faisait partie de la tâche de l'élève et donc constitutif du facteur 3. Ce facteur varie de « 1 » (simple) à « 3 » (compliqué).
- le facteur 2 : il reste inchangé par rapport à la proposition des chercheurs. Il s'agit des savoirs mathématiques mis en jeu dans l'évaluation. Ce facteur varie de « 1 » (simple) à « 3 » (difficile).

- le facteur 3 : (le niveau de tâche de l'élève) il concerne le niveau de compétence tel que défini par les auteurs auquel nous avons ajouté l'impact du format de la question (Question fermée – QCM, VF – ouverte – Champ libre –). Ce facteur varie de « 1 » (simple) à « 3 » (complexe).

Avant la passation, à la fin de la période de conception et de validation des items entrant en jeu dans l'évaluation finale, nous disposions pour chaque item de son niveau de complexité exprimé avec un code du type « F123 » ; ou les chiffres signifient respectivement le degré de complexité de chaque facteur.

Après la passation, la difficulté statistique de chaque item est calculée. C'est à partir des résultats des élèves que la méthodologie mise en œuvre va permettre de « classer » ces items du plus facile au plus difficile.

Suite à la passation, il est intéressant de confronter les deux points de vue à l'aune des résultats des élèves. Le facteur permettant la confrontation la plus efficace des outils est le « facteur 2 » centré sur les connaissances mathématiques et leur complexité/difficulté identifiée. Les deux autres facteurs peuvent apporter une dimension explicative aux écarts constatés entre la difficulté (statistique) et la complexité (didactique) d'un item.

Confrontation des deux points de vue

Difficulté des items calculée avec la méthodologie Cedre

Les modèles de réponse à l'item permettent de positionner sur l'échelle Cedre les items en fonction des paramètres de difficultés de ces derniers

Complexité des items estimée avec l'outil « Facteur de complexité »

Le facteur permettant une confrontation plus efficace des deux approches (statistique et didactique) est le « Facteur 2 » centré sur les connaissances mathématiques et leur complexité identifiée.

Croisement de l'échelle Cedre et du Facteur 2

Le croisement des deux approches **(Figure 6.1)** montre :

- quels que soient les niveaux du « Facteur 2 », une augmentation du nombre d'items du groupe inférieur à 1 au groupe 5 ;
- les niveaux qui définissent la difficulté au sein du « Facteur 2 » sont hiérarchisés de façon identique quel que soit le groupe Cedre considéré ;
- le nombre d'items correspondant aux niveaux 1 et 2 du « Facteur 2 » augmente régulièrement du groupe inférieur à 1 au groupe 5. Nous constatons que 100 % des items sont réussis dans ce groupe pour le niveau 1 et 90 % pour le niveau 2 ;
- les items correspondant au niveau 3 du « Facteur 2 » apparaissent à partir du groupe 3 ; leur nombre augmente fortement jusqu'au groupe 5. Nous constatons que 70 % des items sont réussis dans ce groupe.

Nous observons donc une très grande cohérence entre la difficulté des items statistiquement calculée et le « Facteur 2 » défini à l'aide de l'outil didactique.

Le croisement des deux approches permet de pointer des items qui d'un point de vue des notions mathématiques semblent « simples » et qui pourtant se retrouvent positionnés dans les items difficiles de l'échelle Cedre. Au-delà d'une erreur toujours possible de l'estimation de la complexité « Facteur 2 », l'analyse de ces items est « intéressante » pour mettre en évidence les différences entre les deux approches et tenter d'expliquer les performances des élèves en tenant compte du facteur lié à l'énonciation (Facteur 1) et de celui lié à la tâche de l'élève (Facteur 3).

Les quatre items analysés à la suite ont tous été cotés « 2 » pour le « Facteur 2 ». Il s'agit d'items (non) complexes d'un point de vue didactique. Les deux premiers sont positionnés au groupe 5 ; ils sont donc plus difficiles. Les deux derniers sont positionnés au groupe 1 ; ils sont donc plus faciles.

Le premier item **(Figure 6.2)** fait partie du champ « Grandeurs et mesures ». La notion d'échelle est mise en œuvre. Il est demandé à l'élève la traduction de l'échelle 1/100 pour 1 cm. L'énonciation (Facteur 1) ne va pas de soi. En effet, l'échelle ne se réfère ici à aucune carte. L'élève doit activer cette notion sans support. Si l'on focalise sur la réponse proposée ; l'omission du mot « carte » peut poser des problèmes aux élèves qui ont du mal à faire des inférences. La phrase suivante aurait été plus explicite : « 1 cm sur la carte représente dans la réalité ». La tâche de l'élève (Facteur 3) correspond à une production de réponse en autonomie (champ libre) ; nous savons que ce type de tâche est plus délicat pour les élèves en difficulté. De plus, la bonne réponse est 100 cm qui n'est pas la pratique courante de l'échelle qui serait plutôt « 1 cm sur la carte représente 1 m dans la réalité ».

Le deuxième item **(Figure 6.3)** fait partie du champ « Grandeurs et mesures ». La notion mathématique concerne le volume d'un pavé droit à laquelle s'ajoute le calcul de ce volume. L'énonciation (Facteur 1) est simple, mais elle convoque une inférence. La consigne : « Quel est le volume de ce pavé droit ? » implique pour l'élève de comprendre qu'il est nécessaire de calculer le volume pour choisir une réponse. Le schéma est la représentation en 2D d'un volume en 3D ; l'élève doit comprendre que les cotes correspondent à la largeur, la hauteur et la profondeur. La tâche de l'élève (Facteur 3) consiste à prélever les informations sur le schéma, (la présentation du pavé droit et le prélèvement des cotes n'étaient pas aisés.), à traiter mentalement le calcul pour choisir une réponse (4 x 3 x 5). À noter que la première proposition du QCM constitue un distracteur fort qui correspond à l'addition de tous les termes écrits sur le schéma.

Le troisième item **(Figure 6.4)** fait partie du champ « Géométrie ». Il convoque la notion de symétrie axiale. L'axe de symétrie étant vertical. L'énonciation (Facteur 1) est simple. Les élèves doivent comprendre le terme « le symétrique ». La tâche de l'élève (Facteur 3) consiste à produire une réponse graphique. Il doit positionner les points de référence symétriquement par rapport à l'axe et relier ces points pour obtenir une figure symétrique à la première. La figure de base ne joue que sur quelques carreaux du quadrillage, elle présente des tracés obliques et n'est pas collée à l'axe. Cet item est réussi dès le groupe 1 traduisant une familiarité des élèves avec ce type de situation.

Le quatrième item **(Figure 6.5)** fait partie du champ « Grandeurs et mesures ». La notion mathématique concerne les unités de masse. Il faut que les élèves repèrent dans l'ensemble des décimaux l'unité « kg » et effectue mentalement un calcul très simple. L'énonciation (Facteur 1) comporte une inférence ; il faut comprendre que le terme « grossir » impliquera une augmentation sur l'affichage numérique. La tâche de l'élève (Facteur 3) consiste à prélever l'information (74,3), à traiter (+ 2 Kg) et à choisir une réponse parmi quatre propositions. La quatrième proposition, qui nous semblait offrir un distracteur fort (ajout de 0,2 kg) n'a pas gêné les élèves. Cette situation offrait aux élèves un contexte usuel dans lequel la pesée ne pose pas de problème.

Grâce aux deux facteurs, le premier lié à l'énonciation et le second à la tâche de l'élève, nous avons des pistes explicatives des performances des élèves ; soit que celles-ci soient plus difficiles (items 1 et 2) ou plus faciles (items 3 et 4).

L'approche par facteurs de complexité permet d'objectiver le regard que les concepteurs portent sur un item. Cela permet aussi d'élaborer des hypothèses sur les non-performances constatées.

Point d'étape

Les travaux des chercheurs associés à l'évaluation Cedre, nous a permis d'approcher les concepts constitutifs des facteurs de complexité et d'intégrer ces derniers dans un outil utilisé par les concepteur de l'évaluation.

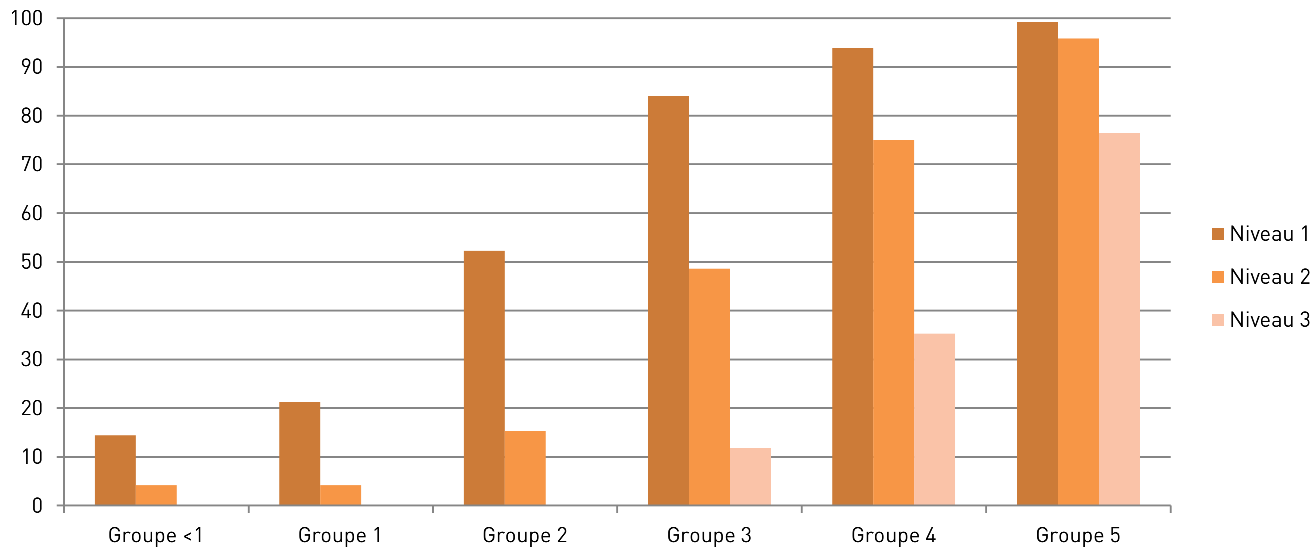
Le codage lors de la phase de création a permis aux concepteurs de se poser systématiquement des questions sur les trois critères définis : l'énonciation de l'item, la difficulté mathématique et la tâche effective de l'élève.

Si ce questionnement a été efficace pour améliorer les propositions des concepteurs, il a entraîné une réinterprétation des critères issus de la recherche.

Le « Facteur 2 », concernant les notions mathématiques, est complètement cohérent avec les résultats de l'évaluation. En ce sens, l'analyse préalable des notions mathématiques est en adéquation avec le positionnement des items sur l'échelle Cedre. Les facteurs « 1 » et « 3 » viennent en appui de l'analyse pour expliquer les résultats.

L'approche par les facteurs de complexité a doté les concepteurs d'un outil leur permettant d'objectiver leur proposition de situations ainsi que leurs analyses.

FIGURE 6.1 Croisement entre les groupes Cedre et le Facteur de complexité 2



Lecture : le groupe 1 réussit 20 % des items correspondant à un niveau 2 du Facteur 2.

FIGURE 6.2 Items (non) complexes d'un point de vue didactique, mais réussi uniquement au groupe 5.

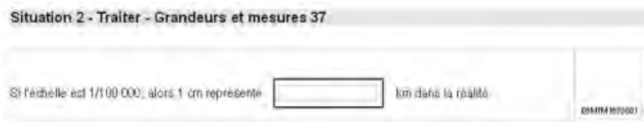


FIGURE 6.3 Items (non) complexes d'un point de vue didactique, mais réussi uniquement au groupe 5.

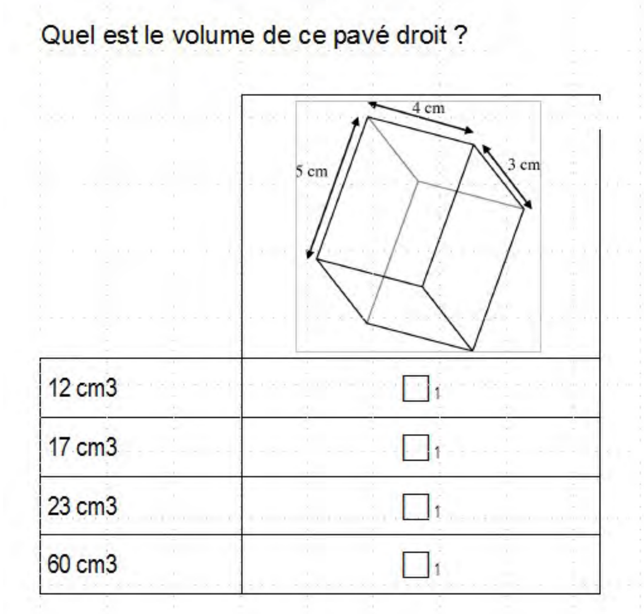


FIGURE 6.4 FC2=2 et réussi dès le groupe 1

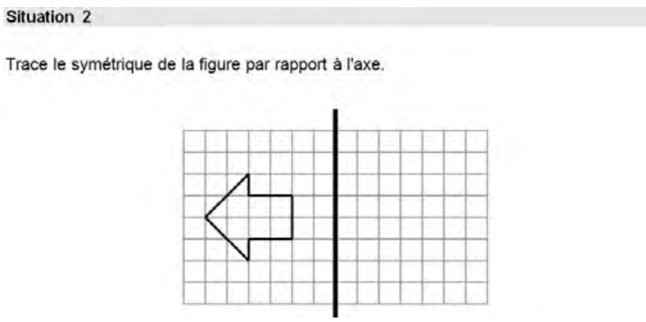
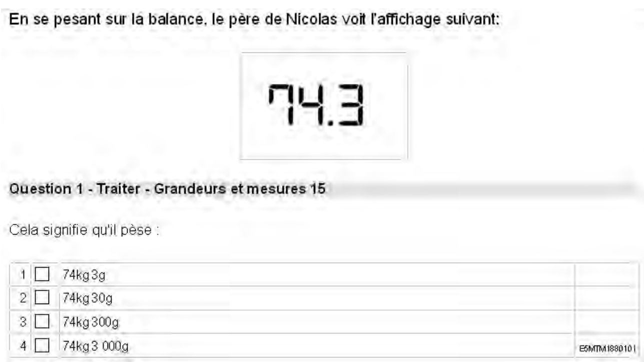


FIGURE 6.5 FC2=2 et réussis dès le groupe 1



6.2 CONCLUSION

L'évaluation Cedre en mathématique est multiforme. Elle est porteuse d'un grand nombre de résultats qui donnent lieu à des publications régulières : ***Note d'Information*** - chaque Note d'information présente les résultats les plus récents issus des exploitations d'enquêtes et d'études statistiques - **Publication annuelle de la direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance** (DEPP) - *L'état de l'École* et *Repères et références statistiques* (RERS) qui présentent un ensemble d'indicateurs synthétiques sur le système éducatif français - La revue É***ducation & formations*** - cette revue présente des analyses et des études statistiques sur les grands enjeux de l'école ; elle ouvre régulièrement ses colonnes à l'ensemble des acteurs de la recherche sur l'éducation.
Ce dossier constitue le rapport complet de l'étude Cedre en mathématiques en fin d'école primaire. Il développe les résultats et détaille les aspects méthodologiques nécessaires à la compréhension des résultats statistiques ; il propose des analyses thématiques qui éclairent les performances des élèves.

En préambule, Il est important de rappeler en quoi cette évaluation est difficile pour les élèves. Il s'agit pour eux de répondre à un questionnaire de deux heures, sur l'ensemble de ce qu'ils ont pu étudier en mathématiques sans révision préalable. De plus, ce protocole n'est en aucune manière une référence pour le parcours de l'élève. Il est proposé sans enjeu (il ne rentre pas dans le calcul d'une moyenne et il ne joue pas pour l'orientation des élèves.). La partie « contexte » de ce dossier montre que les élèves de l'école s'acquittent de cette tâche en s'appliquant aussi consciencieusement que les autres tâches scolaires.

La méthodologie Cedre permet de définir au regard des programmes en vigueur les acquis des élèves en mathématiques en fin d'école primaire ainsi que la mise en œuvre d'une comparaison temporelle.
Cette étude a montré que les résultats à six ans d'intervalle sont stables en termes de score moyen. Néanmoins, le pourcentage des élèves en difficulté augmente passant de 15 % à 16,3 %. L'étude de la répartition des effectifs dans les différents groupes de l'échelle Cedre montre que les écarts se creusent entre :

- les élèves de bas niveaux de performance et ceux de hauts niveaux – le groupe intermédiaire servant de « réservoir » aux deux extrémités de l'échelle – ;
- les élèves à l'heure et ceux en retard – dans un contexte d'une diminution des redoublements – ;
- les élèves suivant un parcours en éducation privée et en éducation publique ;
- les écoles dont l'indice social moyen est faible et celles dont l'indice social moyen est fort. Ce qui confirme que les performances sont liées à l'origine sociale.

L'échelle Cedre permet de décrire les compétences des élèves aux différents groupes des acquis. Ces compétences sont inégalement maîtrisées dans les différents champs des mathématiques. Ces résultats montrent donc la très grande hétérogénéité des élèves de CM2 qui arrivent au collège. La population peut être scindée globalement en trois sous-ensembles :

- la partie « haute » de l'échelle, les élèves des groupes 4 et 5, un peu moins d'un élève sur trois qui détient de façon optimale les acquis attendus en fin d'école ;
- la partie médiane, les élèves du groupe 3, un peu moins d'un élève sur trois qui a les bases nécessaires pour suivre avec profit leur cursus au collège ;
- la partie « basse », les élèves des groupes inférieur à 1, 1 et 2, quatre élèves sur dix qui ont une maîtrise fragile, voire insuffisante, et qui sont en grande difficulté scolaire.

L'évaluation Cedre 2014 présentait un protocole en deux volets : le premier correspondait à une évaluation « classique » effectuée sur un support « papier » ; le second à une évaluation sur support numérique. L'avènement des systèmes d'informations électroniques (traitement de texte, tableur, Internet, sites sociaux…) est susceptible de modifier la nature des compétences mises en jeu dans les activités informationnelles. L'accès aux contenus demande à l'élève de s'approprier le mode de navigation et les actions spécifiques de déplacements entre les pages numériques. La capacité de lecture compréhension du message s'ajoute celle de l'accès à l'information.
Le volet numérique nous a permis d'apprécier comment les compétences peuvent être traduites d'un support à l'autre. Cette étape appelée « dématérialisation » nous a montré que beaucoup de compétences étaient identiques quel que soit le support, mais nous a permis de pointer les limites voire les impossibilités de ce même passage pour certaines situations. Tracer une figure géométrique sur le papier ou sur l'écran, mesurer ou vérifier un alignement de points ne fait appel ni aux mêmes outils ni aux mêmes propriétés.
Dans le volet numérique, nous avons mis en œuvre quelques items qui utilisaient des supports multimédias : animation, simulation, 3D et vidéo. L'analyse des résultats montre que ces items ne sont réussis qu'à partir des groupes de haut niveau de l'échelle Cedre. Ce qui conforte notre point de vue sur la difficile appropriation de ce contexte et pointe un écart numérique grandissant entre les élèves de bas niveau et ceux de haut niveau de performance.
Que ce soit avec des items dématérialisés ou multimédias, lorsque les élèves sont confrontés à un calcul pour lequel ils doivent produire une réponse, le support numérique induit des comportements de « vitesse ». Même s'ils ont le droit de prendre une feuille un brouillon, les élèves vont privilégier le calcul mental. Nous observons alors que les réussites se décalent vers les

groupes de niveaux supérieurs. Ce phénomène participe à l'accroissement de l'écart noté précédemment.

La partie thématique nous a permis de dépasser le cadre strict des compétences évaluées dans l'évaluation Cedre. En observant les items « un à un », nous avons pu définir plus finement les acquis des élèves dans les différents champs des mathématiques. Au-delà des résultats nous avons fait émerger des critères qui balisent la limite des trois sous-ensembles d'élèves :
Partie « basse » de l'échelle vis-à-vis de sa partie médiane : nous trouvons des élèves sensibles à la présentation des notions. Ils restent attachés à la configuration prototypique de figures en géométrie. Ils ont des difficultés à associer deux éléments pour répondre à une question posée ; par exemple : la perpendicularité et la verticalité **(**cf. **analyse de la production d'un item de géométrie)**, le volume de la volière constitué du volume d'un cube et d'un pavé droit (cf. analyse de l'item « la volière »), le tracé de deux courbes de température **(**cf. **analyse de l'item OGD)**.
Partie « haute » de l'échelle vis-à-vis de sa partie médiane : nous trouvons des élèves qui intègrent les propriétés et les utilisent dans des situations problèmes. Ils mettent leur savoir en action. Pour les élèves du groupe 5, nous pouvons ajouter qu'ils prennent une certaine forme de recul par rapport à ce qui leur est demandé afin de choisir la bonne stratégie.
Entre ces deux pôles, les élèves du groupe intermédiaires font preuve de beaucoup de compétences attendues qu'ils doivent transférer dans des situations nouvelles. Ils ont des connaissances et ils maîtrisent bien des notions sans toutefois sérier les propriétés importantes pour une situation particulière. Il nous semble qu'avec un accompagnement, ces élèves soient capables de réaliser des performances supérieures, mais dans le cas d'une évaluation en autonomie, le manque d'étayage les pénalise.

L'évaluation Cedre est très complète, mais les évolutions des programmes, l'intégration des technologies dans l'enseignement offrent autant de pistes pour de nouvelles explorations lors de la reprise de ce cycle. Nous complèterons le protocole par :

- La prise en compte des compétences du socle définies dans le programme de 2015 ; à savoir : chercher, modéliser, représenter, raisonner, calculer et communiquer ;
- la création d'items complémentaires dans les trois champs : « Nombres et calculs », « Grandeurs et mesures » et « Espace et géométrie » ;
- la mise en place de situations numériques explorant les compétences induites par le support multimédia ;
- l'analyse de données collectées lors des passations sur informatiques (navigation des élèves dans les pages, temps de réponse, stratégies de réponse…).

La partie contextuelle de l'évaluation nous montre des élèves motivés pour cette discipline et conscient de l'intérêt à y porter pour la suite de leurs études. Ce sont deux leviers sur lesquels les enseignants peuvent s'appuyer pour permettre aux élèves de bas niveau d'acquérir les notions de base, aux élèves du niveau intermédiaire de gagner en autonomie et de conforter les élèves de haut niveau de performance.

Partie VII Annexes

RÉFÉRENCES

Notes d'Information

Ben-Ali L., Leveillet D., Pac S., 2015, « Lecture sur support numérique en fin d'école primaire : un peu plus d'un élève sur deux est capable d'accéder à l'information et de la traiter », *Note d'Information* n °42, MENESR-DEPP.

Dalibard E., Pastor J-M, 2015, « Cedre 2014 - Mathématiques en fin d'école primaire : les élèves qui arrivent au collège ont des niveaux très hétérogènes », *Note d'Information* n° 18, MENESR-DEPP.

Arzoumanian Ph, Dalibard E., 2015, « Cedre 2014 - Mathématiques en fin de collège : une augmentation importante du pourcentage d'élèves de faible niveau », *Note d'information* n °19, MENESR-DEPP.

Brun A., Pastor J-M, 2010, « Les compétences en mathématiques des élèves en fin d'école primaire », *Note d'Information* n° 10.17, MENESR-DEPP.

Brun A., Huguet Th. , 2010, « Les compétences des élèves en mathématiques en fin de collège »,*Note d'Information* n 10.18, MENESR-DEPP.

Revue *Éducation & Formations*

MENESR-DEPP, 2015, « Évaluation des acquis : principes, méthodologie, résultats » n 86-87, MENESR-DEPP.

MENESR-DEPP, 2010, « Construction d'un indice de position sociale à partir des professions des parents », n° 79, MENESR-DEPP.

Bibliographie

Kespiak S., Rocher T., « Les évaluations à faibles enjeux : Quel rôle joue la motivation ? Une expérience à partir de PISA. », 24e colloque de l'ADMEE-Europe, Luxembourg.

Chambris, C. (2008), « Relations entre les grandeurs et les nombres dans les mathématiques de l'école primaire. Évolution de l'enseignement au cours du 20e siècle. Connaissances des élèves actuels », thèse de doctorat, université Paris-Diderot, Paris.

Grapin (2015), « Étude de la validité de dispositifs d'évaluation et conception d'un modèle d'analyse multidimensionnelle des connaissances des élèves de fin d'école », université Paris Diderot. Paris.

Grugeon-Allys B., Grapin N. (2015), « Validité d'une évaluation externe : complémentarité entre une approche didactique et psychométrique. Actes du séminaire national de didactique des mathématiques ». (Eds A.C. Mathé, E. Mounier).

Julo, J. (1995), « Représentation des problèmes et réussite en mathématiques », Rennes.

Sayac, N., Grapin, N. (2015), « Évaluation externe et didactique des mathématiques : un regard croisé nécessaire et constructif. Recherches en didactique des mathématiques », 35 (1), 101-126.

Tempier, F. (2013), « La numération décimale de position à l'école primaire. Une ingénierie didactique pour le développement d'une ressource », université Paris Diderot. Paris.

Vergnaud, G. (1990), « La théorie des champs conceptuels. Recherches en didactique des mathématiques », 10 (2/3), 133 - 170.

Les statistiques du ministère

education.gouv.fr/statistiques

Sur le site Internet du ministère de l'Éducation nationale, retrouvez l'ensemble des **données publiques** couvrant tous les aspects structurels de l'éducation :

— les derniers résultats d'enquêtes ;

— les publications et rapports de référence ;

— des données détaillées et actualisées ;

— des répertoires, nomenclatures et documentation.

Vous recherchez une information statistique ?

Contactez le centre de documentation (61-65, rue Dutot – 75732 Paris cedex 15) par téléphone au : 01 55 55 73 58 (les **lundis**, **mercredis** et **jeudis** de 14 h à 16 h 30) ou par courriel : **depp.documentation @education.gouv.fr**

Achevé d'imprimer en novembre 2017 sur les presses de l'atelier du MEN-DEPP - 61-65 rue Dutot, 75015 Paris

LES DOSSIERS DE LA DEPP
208
NOVEMBRE 2017

Ce dossier développe l'analyse des résultats obtenus dans le cadre du cycle des évaluations disciplinaires réalisées sur échantillon (Cedre) en 2014. Il fait le point sur les acquisitions des élèves en fin d'école primaire au regard des objectifs fixés par les programmes en mathématiques. Il propose un bilan des compétences et des connaissances des élèves et rend compte de leur évolution entre 2008 et 2014. Il contient aussi une analyse du volet numérique de l'évaluation, des fiches thématiques, ainsi qu'une exploitation des données de contexte sur les élèves et les enseignants. Cet ensemble de ressources intéresse tous les acteurs pédagogiques du système éducatif, des décideurs aux enseignants de terrain, en passant par les formateurs

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE

ENGAGEMENT DE SERVICE
ÉVALUATIONS DES ACQUIS DES ÉLÈVES
REF. 253
AFNOR CERTIFICATION
www.afnor.org

education.gouv.fr
« Études & stats »

15 €
ISSN 2119-0690
e-ISSN 2431-8043
ISBN 978-2-11-152122-3
e-ISBN 978-2-11-152123-0

9 782111 521223

direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance