



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

depp Direction de l'évaluation,
de la prospective
et de la performance

PISA 2022

Analyse de questions de culture mathématique

Auteurs : VINCENT BERNIGOLE, ADRIEN FERNANDEZ, FRANCK SALLES

Personnalités associées : Robert CORNE, Stéphane HERRERO, Nathalie LOPEZ,
Gwénola VERDIER (Enseignants), Gaëlle PAPINEAU-CHEVRIER (IA-IPR)

Série Études

Document de travail n° 2024-E06
juin 2024

PISA 2022

Analyse de questions de culture
mathématique



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

61-65, rue Dutot
75732 Paris Cedex 15

Directrice de la publication

Madga Tomasini

Auteur(s)

Vincent Bernigole, Adrien Fernandez, Franck Salles

e-ISSN : 2779-3532

SOMMAIRE



➤ 1. Introduction générale	9
1.1. Qu'est-ce que PISA ?.....	9
1.2. Échantillonnage.....	9
1.3. Qu'évalue PISA en culture mathématique ?.....	10
Cadre général.....	10
Connaissances du contenu.....	10
Processus cognitifs.....	11
Contextes.....	12
Description du test.....	14
1.4. Comment l'enquête PISA s'inscrit-elle dans les programmes d'enseignement en vigueur en France ?	16
1.5. Points communs et divergences de l'enquête PISA avec les pratiques d'évaluation des enseignants en France	16
1.6. Formats de réponse.....	16
Les questions à correction automatique.....	17
Les questions à correction experte.....	17
La non-réponse dans les questions à réponse construite ouverte.....	18
1.7. Niveaux de compétences.....	18
1.8. Contenu des analyses et lecture des résultats.....	19
➤ 2. Unité libérée – <i>Motif triangulaire</i>	21
2.1. Contenu de l'unité.....	21
2.2. QUESTION 1 – QCM	22
Présentation de la question.....	22
Analyse de la tâche et stratégies de résolution.....	23
Lien avec les programmes et attendus du cycle 4.....	23
Analyse des distracteurs/erreurs.....	24
Codage des réponses.....	24
Difficulté.....	24

Résultats statistiques	25
2.3. QUESTION 2 – QCM.....	26
Présentation de la question.....	26
Analyse de la tâche et stratégies de résolution	28
Lien avec les programmes et attendus du cycle 4.....	28
Analyse des distracteurs/erreurs	28
Codage des réponses.....	28
Difficulté	29
2.4. QUESTION 3 – Question à réponse construite ouverte.....	30
Présentation de la question.....	30
Analyse de la tâche et stratégies de résolution	31
Lien avec les programmes et attendus du cycle 4.....	32
Codage des réponses.....	32
Analyse des erreurs - exemples de réponses incorrectes.....	33
Difficulté	34
Résultats statistiques	34
↘ 3. Unité libérée – Points.....	35
3.1. Contenu de l'unité	35
3.2. QUESTION 1 – Question à réponse construite ouverte	35
Présentation de la question.....	35
Analyse de la tâche et stratégies de résolution	36
Lien avec les programmes et attendus du cycle 4.....	37
Codage des réponses.....	37
Analyse des erreurs - exemples de réponses incorrectes.....	38
Difficulté	38
Résultats statistiques	39
↘ 4. Unité libérée – Superficie forestière	40
4.1. Contenu de l'unité	40
4.2. Introduction	40
4.3. Présentation des fonctionnalités du tableur	41
4.4. Instructions « Comment utiliser le tableur »	43
4.5. Quelques remarques sur l'outil tableur	44
4.6. QUESTION 1 – QCM avec menus déroulants.....	45
Présentation de la question.....	45
Analyse de la tâche et stratégies de résolution	46
Lien avec les programmes et attendus du cycle 4.....	47

Analyse des erreurs	48
Codage des réponses.....	49
Difficulté	49
Résultats statistiques	50
4.7 QUESTION 2 – QCM.....	51
Présentation de la question.....	51
Analyse de la tâche et stratégies de résolution	53
Lien avec les programmes et attendus du cycle 4.....	54
Analyse des distracteurs/erreurs	54
Codage des réponses.....	55
Difficulté	55
Résultats statistiques	55
4.8. QUESTION 3 – QCM avec menus déroulants	56
Présentation de la question.....	56
Analyse de la tâche et stratégies de résolution	57
Lien avec les programmes et attendus du cycle 4 :.....	58
Codage des réponses.....	58
Analyse des erreurs	58
Difficulté	60
Résultats statistiques	60
4.9. QUESTION 4 – Question à réponse construite ouverte.....	61
Présentation de la question.....	61
Analyse de la tâche et stratégies de résolution	62
Lien avec les programmes et attendus du cycle 4 :.....	62
Codage des réponses.....	63
Analyse des erreurs - exemples de réponses incorrectes.....	63
Difficulté	64
Résultats statistiques	64
↘ 5. Unité libérée – Système solaire	65
5.1. Contenu de l’unité	65
5.2. QUESTION 1 – QCM avec glisser-déposer	65
Présentation de la question.....	65
Analyse critique de l’énoncé	67
Analyse de la tâche et stratégies de résolution	68
Lien avec les programmes et attendus du cycle 4 :.....	68
Analyse des erreurs	68
Codage des réponses.....	68
Difficulté	69

Résultats statistiques	69
5.3. QUESTION 2 – QCM.....	70
Présentation de la question.....	70
Analyse de la tâche et stratégies de résolution	71
Lien avec les programmes et attendus du cycle 4 :.....	72
Analyse des distracteurs :	72
Codage des réponses.....	72
Difficulté	73
Résultats statistiques	73

➤ 1. Introduction générale

1.1. Qu'est-ce que PISA ?

Tous les 3 ans depuis 2000, sous l'égide de l'OCDE, l'évaluation internationale PISA (Programme for International Student Assessment ou Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves) évalue les compétences des élèves de 15 ans dans trois domaines : la compréhension de l'écrit, la culture mathématique et la culture scientifique. En raison de la pandémie, ce huitième cycle a été décalé d'une année et a eu lieu en 2022. Lors de chaque cycle, un de ces domaines est évalué de manière plus approfondie que les autres et à cette occasion, le cadre d'évaluation du domaine peut être revisité et de nouvelles questions sont conçues. Ce fut le cas pour la culture mathématique en 2003, en 2012 et en 2022 : lors de cette dernière édition, l'évaluation a été menée auprès de 690 000 élèves de 81 pays ou « économies », dont 36 pays de l'OCDE.

1.2. Échantillonnage

PISA vise une classe d'âge, les élèves de 15 ans révolus, qui arrivent en fin de scolarité obligatoire dans la plupart des pays de l'OCDE. En France, il s'agit en 2022 d'environ 6 700 élèves, majoritairement scolarisés en seconde générale et technologique. Le tirage de l'échantillon tient compte du type d'établissement (collège, lycée professionnel, lycée agricole ou lycée d'enseignement général) afin d'assurer la conformité de la répartition des élèves dans les différents niveaux et secteurs de scolarisation (privé/public) avec la répartition nationale. Une trentaine d'élèves est alors sélectionnée aléatoirement dans chacun des 285 établissements retenus.

TABLEAU 1 • Échantillon PISA 2022 (élèves de 15 ans)

Échantillon PISA (élèves de 15 ans)		
	Niveau	Répartition (%)
En avance	Terminale générale et technologique	0,1
	1 ^{re} générale et technologique	2,5
« À l'heure »	2 ^{de} générale et technologique	64,2
	2 ^{de} professionnelle	17,9
	1 ^{re} année de CAP	2,5
En retard	3 ^e	12,4
	4 ^e	0,4
Ensemble		100

Lecture : en 2022, 64,2 % des élèves français de l'échantillon PISA sont scolarisés en seconde générale et technologique.

Source : DEPP, OCDE-PISA

1.3. Qu'évalue PISA en culture mathématique ?

Cadre général

Pour PISA 2022, la culture mathématique est définie comme ci-dessous :

« La culture mathématique est l'aptitude d'un individu à raisonner de façon mathématique et à formuler, à employer et à interpréter les mathématiques pour résoudre des problèmes dans un éventail de contextes du monde réel. Elle nécessite notamment des concepts, des procédures, des faits et des outils pour décrire, expliquer et prévoir des phénomènes. Elle aide les individus à connaître le rôle que les mathématiques jouent dans le monde et à se comporter en citoyennes et citoyens du XXI^e siècle constructifs, engagés et réfléchis, c'est-à-dire à porter des jugements et à prendre des décisions en toute connaissance de cause. »

En outre, la définition de la culture mathématique peut être envisagée au regard des concepts interdépendants suivants :

- 1) Connaissances du contenu : l'organisation du domaine en sous-domaines.
- 2) Processus cognitifs : le raisonnement en mathématiques et le modèle de résolution de problèmes.
- 3) Contextes : le "cadre" du monde réel dans lequel les questions sont présentées, y compris certaines compétences du XXI^e siècle qui sont soutenues et développées dans le cadre de la culture mathématique.

Connaissances du contenu

Le contenu de l'évaluation PISA en mathématiques est divisé en quatre catégories de contenus : « Quantité », « Incertitude et données », « Variations et relations », et « Espace et formes ». Il s'agit des mêmes quatre catégories que celles utilisées dans les précédentes évaluations PISA en mathématiques. Même si l'enquête PISA n'est pas une évaluation axée sur les programmes scolaires, ces quatre catégories de contenu reflètent des contenus communs à de nombreux programmes scolaires (c'est-à-dire des contenus que la plupart des jeunes de 15 ans sont susceptibles d'avoir rencontrés lors de leur scolarité). Ils couvrent un éventail de sujets considérés comme centraux dans l'étude des mathématiques, et censés refléter des contenus jugés importants pour les élèves qui se préparent à entrer sur le marché du travail ou à poursuivre des études plus poussées.

TABLEAU 2 • Répartition des questions de culture mathématique proposées dans le PISA 2022 par contenu

Type de contenu	Nombre de questions	Répartition (en %) des questions
Variations et relations	55	24 %
Espace et formes	43	18 %
Quantité	76	32 %
Incertitude et données	60	26 %
Total	234	100 %

Lecture : dans PISA 2022, environ 32 % des 234 questions proposées portaient sur le contenu « Quantité », soit 76 questions.

Source : OCDE-PISA

Processus cognitifs

Pour PISA 2022, la culture mathématique décrit les mathématiques en termes de quatre processus cognitifs : « Raisonner », « Formuler », « Employer » et « Interpréter et évaluer ».

Les précédents cadres de mathématiques de l'enquête PISA décrivaient trois processus cognitifs : « Formuler », « Employer » et « Interpréter et évaluer ». Ces processus constituaient la base du modèle de résolution de problèmes mathématiques. Pour PISA 2022, « Raisonner » est inclus en tant que processus cognitif distinct, mais il ne s'agit pas d'un nouveau concept dans le cadre de l'enquête PISA sur les mathématiques. Le raisonnement - y compris déductif et inductif - a toujours existé en tant qu'élément sous-jacent au modèle de résolution de problèmes et est considéré comme un processus cognitif à part entière.

Par conséquent, le cadre mathématique actualisé cherche à mettre en évidence le fait que raisonner est à la fois un élément central qui sous-tend les processus du modèle de résolution de problèmes et un processus à part entière.

Il convient de noter que, même si le modèle de résolution de problèmes fait appel à plusieurs processus cognitifs, chaque question de culture mathématique de PISA est rédigée spécifiquement en fonction de l'un de ces processus. Les élèves ne sont pas nécessairement censés utiliser l'ensemble du modèle pour répondre à chaque question. Par exemple, une question du processus « Formuler » pourrait évaluer si un élève peut écrire une équation pour modéliser une situation sans pour autant exiger l'application de procédures (c.-à-d. du processus « Employer ») ou la réflexion sur le résultat (c.-à-d. du processus « Interpréter et évaluer »).

Chacun des quatre processus cognitifs est brièvement défini ci-dessous.

- **Raisonner mathématiquement** renvoie à la capacité de raisonner logiquement et de présenter des arguments de façon honnête et convaincante. C'est une compétence de plus en plus importante dans le monde d'aujourd'hui. Les mathématiques sont une science qui porte sur des objets et des notions bien définis, lesquels peuvent être analysés et transformés de diverses façons à l'aide du « raisonnement mathématique » pour produire des conclusions certaines et intemporelles.
- **Formuler** des situations de manière mathématique désigne la capacité qu'a une personne d'établir et de reconnaître des possibilités d'utiliser les mathématiques, puis de structurer sous forme mathématique un problème présenté jusqu'à un certain point sous une forme contextualisée. Lors de ce processus de formulation mathématique des situations, les individus déterminent les mathématiques essentielles à utiliser pour analyser, configurer et résoudre le problème. Ils transposent dans le domaine des mathématiques un problème qui s'inscrit dans un contexte tiré du monde réel et lui donnent une structure, une représentation et une spécificité d'ordre mathématique. Ils réfléchissent aux contraintes et aux hypothèses, en découvrent le sens et raisonnent à leur sujet.
- **Employer** des concepts, des faits et des procédures mathématiques renvoie à la capacité des individus d'appliquer des concepts, des faits, des procédures et des raisonnements mathématiques pour résoudre des problèmes énoncés de façon mathématique afin d'aboutir à des conclusions mathématiques. Au cours de ce processus, les individus appliquent les procédures mathématiques requises pour obtenir des résultats et trouver une solution mathématique. Ils travaillent sur un modèle de la situation du problème, cernent les régularités et les relations entre les entités mathématiques et formulent des arguments mathématiques.
- **Interpréter/évaluer** les résultats mathématiques renvoie à la capacité des individus de réfléchir à des solutions, des résultats ou des conclusions mathématiques, et de les interpréter dans le cadre de problèmes tirés du monde réel. Ce processus consiste à traduire des solutions mathématiques ou à replacer le raisonnement dans le contexte du problème, et à déterminer si les résultats sont plausibles et sont appropriés dans le contexte du problème.

TABLEAU 3 • Répartition des questions de culture mathématique proposées dans le PISA 2022 par processus cognitif

Processus cognitif	Nombre de questions	Répartition (en %) des questions
Formuler	48	21 %
Employer	75	32 %
Interpréter et évaluer	57	24 %
Raisonnement	54	23 %
Total	234	100 %

Lecture : dans PISA 2022, environ 32 % des 234 questions proposées étaient classées dans le processus « Employer », soit 75 questions.

Source : OCDE-PISA

Contextes

Toutes les questions de culture mathématique de l'enquête PISA se situent dans un contexte de la vie réelle. Toutefois, cela ne signifie pas qu'elles concernent toutes des événements ou des scénarios de la vie réelle. Certaines unités sont issues de scénarios fictifs mais plausibles dans lesquels les mathématiques peuvent être appliquées de différentes manières pour résoudre des problèmes. Les stratégies utilisées peuvent dépendre du contexte dans lequel le problème est posé, mais des connaissances spécifiques au contexte ne sont pas nécessaires. L'évaluation PISA 2022 de culture mathématique utilise les mêmes quatre classifications de contexte que celles utilisées dans les cycles précédents, à savoir : « personnel », « professionnel », « sociétal » et « scientifique ».

On peut noter qu'il n'y a pas d'analyse des résultats par contexte, mais le fait d'avoir ces différentes classifications permet de s'assurer que les questions reflètent un large éventail de situations de la vie réelle dans lesquelles les mathématiques peuvent être rencontrées. Une brève description de chaque contexte est présentée ci-dessous.

Contextes personnels

Les problèmes classés dans la catégorie des contextes personnels portent sur les activités d'une personne, de sa famille ou de son groupe de pairs. Les contextes personnels sont, par exemple, ceux en lien avec les loisirs, la santé individuelle, les achats, les déplacements personnels, la préparation des repas, les sports, les voyages, les horaires personnels et les finances personnelles.

Contextes professionnels

Les problèmes classés dans la catégorie des contextes professionnels concernent le monde du travail. Parmi les contextes à considérer comme professionnels, citons notamment ceux en rapport avec le mesurage, les devis et les commandes de matériaux de construction, la comptabilité et la gestion des salaires, le contrôle de la qualité, les inventaires et les prévisions, le design et l'architecture ainsi que la prise de décisions dans le cadre professionnel. Les contextes professionnels peuvent concerner toutes les classes de main-d'œuvre, même si les questions du PISA doivent être accessibles à des élèves de 15 ans.

Contextes sociétaux

Les problèmes classés dans la catégorie des contextes sociétaux portent sur la communauté (locale, nationale ou mondiale). Ils ont trait, par exemple, aux systèmes électoraux, au transport collectif, aux politiques publiques, à la démographie, à la publicité, aux statistiques nationales et à l'économie. Les

problèmes relevant de cette catégorie se présentent avant tout sous l'angle de la collectivité, même si les individus sont concernés par tous ces contextes à titre personnel.

Contextes scientifiques

Les problèmes classés dans la catégorie des contextes scientifiques portent sur l'application des mathématiques dans le monde naturel ainsi que sur les questions et les sujets liés aux sciences et à la technologie. Ils ont trait, par exemple, à la météorologie et au climat, à l'écologie, à la médecine, à la science de l'espace, à la génétique, au mesurage et au monde des mathématiques lui-même. Les questions intra-mathématiques, dont tous les éléments ont trait au monde des mathématiques, se classent dans la catégorie des contextes scientifiques.

TABLEAU 4 • Répartition des questions de culture mathématique proposées dans le PISA 2022 par contexte

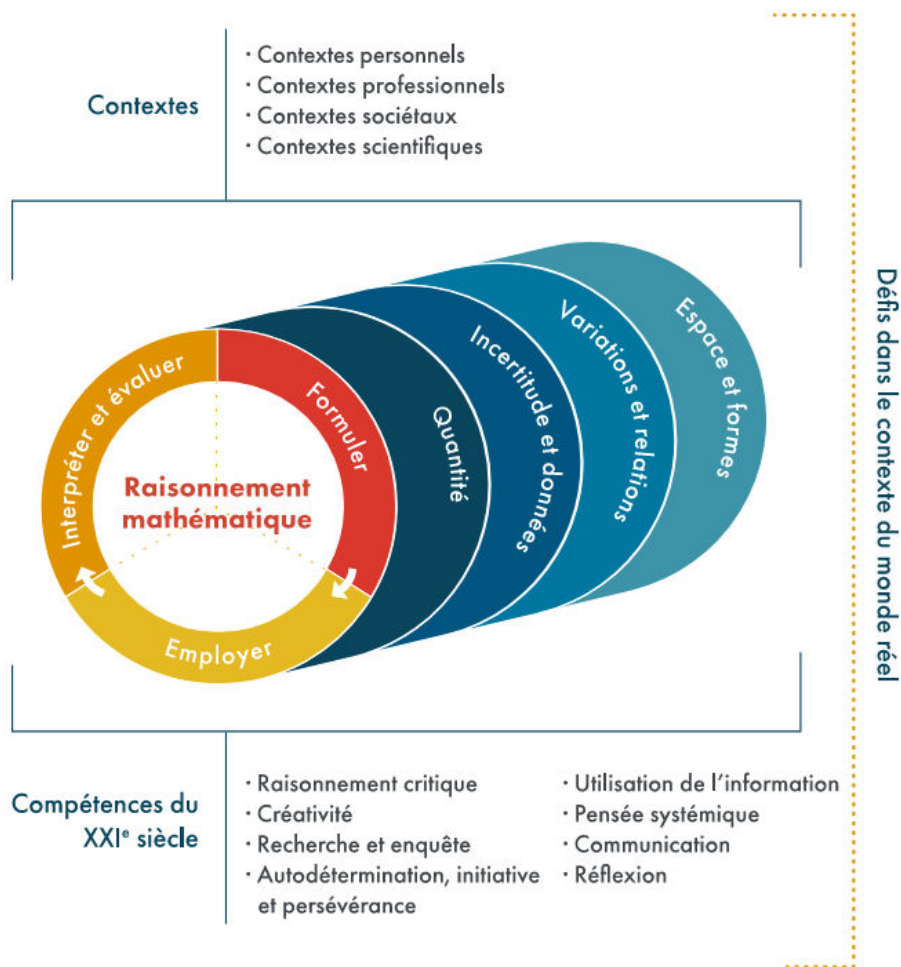
Contexte	Nombre de questions	Répartition (en %) des questions
Personnel	60	26 %
Professionnel	50	21 %
Sociétal	54	23 %
Scientifique	70	30 %
Total	234	100 %

Lecture : dans PISA 2022, environ 26 % des 234 questions proposées étaient classées dans le contexte « Personnel », soit 60 questions.

Source : OCDE-PISA

Le schéma ci-dessous résumé les différentes dimensions du cadre PISA 2022 :

FIGURE 1 • Cadre général PISA 2022



Source : PISA-OCDE - <https://pisa2022-maths.oecd.org>

Description du test

Chaque élève a passé ce test sur ordinateur. Il était composé d'un ensemble de questions réparties dans des unités. Chaque unité de mathématiques contenait une à cinq questions. L'unité définit le contexte du (ou des) problème(s) mathématiques à résoudre.

Les questions proposées aux élèves lors de l'enquête 2022 ont été testées en 2021 lors d'une expérimentation sur un échantillon d'élèves.

Pour ce cycle, des nouvelles unités ont été développées dans ce cadre en complément des unités déjà utilisées dans les cycles précédents, appelées unités d'ancrage. Ces unités d'ancrage permettent d'établir une comparaison temporelle des résultats de chaque cycle.

Suite aux résultats de l'expérimentation, les questions proposées pour cette enquête PISA 2022 ont été sélectionnées. Au total, le test en culture mathématique sur ordinateur était composé de 234 questions : 74 questions d'ancrage, réparties dans 43 unités d'ancrage et 160 nouvelles questions, réparties dans 56 nouvelles unités. Chaque élève ne devait passer qu'un petit nombre de questions.

Pour répondre à ces questions, l'élève travaillait sur un environnement de travail numérique comme celui présenté sur la FIGURE 2 . Certaines unités commencent par une fenêtre d'introduction présentant le contexte général de l'unité ou les outils à utiliser pour répondre aux questions. Pour les fenêtres de questions, la partie droite de l'écran présente les éléments principaux de l'énoncé avec le contexte de l'unité si celui-ci n'a pas été présenté dans une fenêtre d'introduction. Cette partie est très souvent la même pour toutes les questions d'une même unité. La partie gauche de l'écran indique le numéro de la question dans l'unité, précise qu'il faut utiliser les informations fournies dans la partie droite et indique la

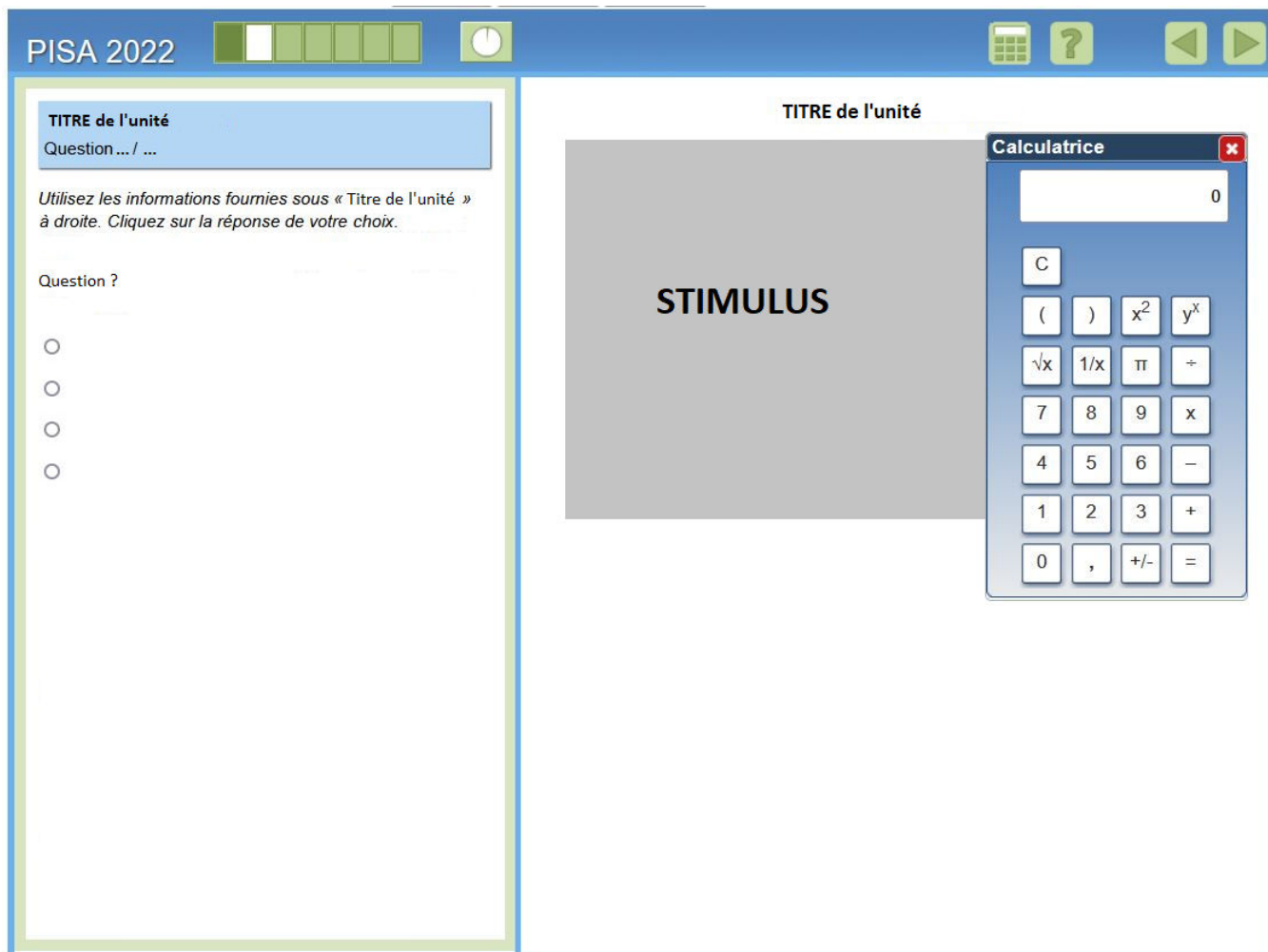
méthode pour répondre à la question (Cliquez sur la réponse, Glisser-déposer ...). Ensuite, le texte indique des éléments caractéristiques de la question et énonce cette question.

Au sein d'une même unité, l'élève peut naviguer dans les différentes pages (introduction, instructions ou questions) et peut revenir sur une question précédente ou passer à la suivante en utilisant les flèches en haut à droite. Une fois passé à l'unité suivante, l'élève ne peut pas revenir sur une unité précédente.

Pour chaque unité, l'élève disposait d'une calculatrice disponible en cliquant sur le symbole correspondant. Il pouvait aussi utiliser un brouillon.

Au début de la session de test, les élèves bénéficient d'un entraînement de 15 minutes sous le contrôle d'un administrateur de test. Cet entraînement leur permet de se familiariser avec l'interface, les formats de réponse et les différents outils qu'ils pourraient rencontrer dans les questions.

FIGURE 2 • Modèle d'écran d'une question sur l'environnement de travail



1.4. Comment l'enquête PISA s'inscrit-elle dans les programmes d'enseignement en vigueur en France ?

Comme cela est précisé dans la définition de la culture mathématique du cadre PISA, il ne s'agit pas d'une évaluation de connaissances scolaires. Les compétences sont appliquées dans des contextes divers de la vie réelle. On peut trouver des liens avec les programmes français de mathématiques et avec la manière dont les mathématiques sont enseignées et évaluées en France qui seront précisés dans l'analyse des questions présentées dans ce document.

Il n'y a pas de mention directe du terme PISA dans les programmes français de mathématiques. Néanmoins, certaines questions libérées apparaissent dans des manuels sans être forcément étiquetées PISA. Certaines questions libérées sont aussi présentes dans des documents pour « Accompagner les élèves en mathématiques en 4^e, 3^e et 2^{de} » pour servir d'outil de positionnement pour « mesurer les progrès des élèves et les accompagner vers la réussite en mathématiques »¹.

Dans le guide « La résolution de problèmes mathématiques au cours moyen »², l'enquête PISA est citée en introduction pour montrer que celle-ci a permis « de confirmer que les difficultés des élèves ne peuvent s'expliquer par le seul niveau des connaissances et compétences mathématiques pour résoudre un problème [...] ». De même, le guide « La résolution de problèmes mathématiques au collège » débute, en avant-propos, par les constats des enquêtes internationales, dont PISA, et par une rapide présentation des étapes du raisonnement mathématique décrites par le cadre PISA pour la culture mathématique. Ce guide propose « un certain nombre d'exercices typiques des évaluations internationales (Timss niveau 4e et Pisa) »³.

1.5. Points communs et divergences de l'enquête PISA avec les pratiques d'évaluation des enseignants en France

Les évaluations standardisées « ont pour ambition de fournir une mesure objective des acquis des élèves, fondée sur des méthodes scientifiques et indépendante des conditions d'observation et de correction⁴ ». Il ne s'agit donc pas d'attribuer à un élève une note individualisée, pratique la plus courante de l'évaluation faite par l'enseignant en France, mais d'affecter à chaque réponse un code, généralement binaire, qui rend compte de l'accomplissement réussi ou non de la tâche proposée. L'objectivité maximale de l'évaluation passe par le recours privilégié à des questions à correction automatique, dont l'éventail des réponses possibles est prédéterminé, comme des questions à choix multiple (QCM). Des questions dites « à réponse construite ouverte » sont également soumises aux élèves ; leur « correction experte » répond à des critères bien particuliers.

1.6. Formats de réponse

Quatre types de format de réponse sont utilisés dans l'épreuve de culture mathématique : des questions à réponse construite ouverte, des questions à réponse construite fermée et des questions à choix multiples simples ou complexes.

Dans les questions à réponse construite ouverte, les élèves doivent fournir une réponse écrite, et parfois aussi justifier une réponse de type Oui/Non ou Vrai/Faux, ou montrer les étapes de calculs effectués pour aboutir à une réponse. Ces questions sont corrigées par des correcteurs spécialement formés à cet effet à partir de consignes standardisées. Cela permet d'assurer une comparabilité des résultats au niveau international.

Les questions à réponse construite fermée offrent aux élèves un cadre plus structuré pour présenter leur réponse, qui peut dès lors être jugée plus facilement comme correcte ou incorrecte. Souvent, les réponses des élèves à ces questions peuvent être codées automatiquement, mais il arrive que des correcteurs

¹ <https://eduscol.education.fr/3046/accompagner-les-eleves-en-mathematiques-4e-3e-et-2de>

² Guide téléchargeable sur la page : <https://eduscol.education.fr/251/mathematiques-cycle-3>

³ Guide téléchargeable sur la page : <https://eduscol.education.fr/251/mathematiques-cycle-3>

⁴ Voir Thierry Rocher et Caroline Simonis-Sueur, <https://www.education.gouv.fr/evaluation-des-acquis-principes-methodologie-resultats-11573>.

doivent intervenir. Les réponses construites fermées se résument la plupart du temps à un nombre (entier ou décimal).

En ce qui concerne les questions à choix multiples, les élèves doivent choisir une ou plusieurs options de réponse. Les différentes propositions sont parfois présentées sous forme de menus déroulants. Ces réponses peuvent généralement être codées automatiquement. En fonction du nombre d'options de réponses, on parlera de QCM simple ou de QCM complexes. Le QCM simple comprend souvent quatre options de réponses pour une seule réponse correcte. Le QCM complexe peut permettre de cocher plusieurs réponses ou de sélectionner de nombreuses réponses dans des menus déroulants.

Les questions à correction automatique

Environ 85 % des questions soumises aux élèves lors de la passation de 2022 sont à correction automatique : il s'agit pour la plupart d'entre elles de QCM, de tableaux ou de menus déroulants. Il existe aussi des questions à réponses construites fermées (un nombre ou un mot) dont la correction est automatisée.

Quelques questions proposent des formats plus atypiques. Par exemple, certaines, très rares (environ 2 % des questions du test), utilisent le système du « glisser-déposer »⁵ pour compléter un schéma.

Dans l'enseignement français, le QCM permet souvent, et de plus en plus, la restitution de connaissances. Depuis 2017, l'évaluation de début de sixième puis le test de positionnement en début de seconde, dont la correction est automatisée, utilisent ce format de questions en français et en mathématiques.

Ce type de questionnement apparaît aussi de plus en plus dans les évaluations proposées dans le cadre de la classe et aussi dans le cadre des examens (Diplôme national du brevet et Baccalauréat).

Ce type de questionnement est cependant beaucoup moins utilisé que dans d'autres pays.

Dans un QCM, l'élève ne doit pas forcément trouver la réponse mais plutôt sélectionner la réponse correcte parmi un ensemble de réponses plus ou moins important. Pour certains élèves, ce format donne une impression de facilité de la réponse et peut aussi entraîner des comportements de réponse aléatoire. Cependant, la construction du QCM permet de proposer des « distracteurs » susceptibles d'attirer les élèves et correspondant à des types d'erreur connus dans le champ évalué.

Les questions à correction experte

La correction experte concerne des questions dites à réponses construites ouvertes, à savoir environ 15 % des questions posées en culture mathématique lors de la passation 2022 (35 questions).

En 2022 en France, un groupe de six professeurs de mathématiques a été constitué afin de corriger ces réponses en culture mathématique. La session de codage a commencé par une formation avec entraînement au codage de chaque question à partir d'un corpus de réponses issues de l'expérimentation de 2021 ou des cycles précédents.

Ces questions font l'objet d'un guide de codage dont l'objectif est d'établir pour chaque question une typologie des réponses d'élèves possibles, et d'y associer le codage à appliquer :

- crédit complet : réponse considérée comme correcte
- crédit partiel (sur certaines questions) : réponse considérée comme partiellement correcte, c'est-à-dire avec un début de réponse correcte mais incomplète pour obtenir un crédit complet.
- pas de crédit : réponse jugée incorrecte ou absence de réponse.

À l'occasion de la passation de 2022, plusieurs questions d'un même format ont été créées : il s'agit de questions qui proposent en premier lieu à l'élève de choisir une réponse dans un QCM simple de type Oui/Non, avant de devoir expliquer cette sélection dans un champ libre⁶.

D'autres questions, dont certaines sont des questions d'ancrage, demandent à l'élève l'écriture d'une formule ou de présenter des calculs.

Ces questions s'apparentent dans leur majorité au questionnement classique pratiqué dans l'enseignement des mathématiques, que cela soit à l'oral, dans le cadre d'un cours dialogué, ou à l'écrit,

⁵ Voir question 1 de l'unité « *Système solaire* »

⁶ Voir question 3 de l'unité « *Motif triangulaire* », question 1 de l'unité « *Points* » ou encore question 4 de l'unité « *Superficie forestière* »

à l'occasion ou non d'une évaluation. Cependant, il est à noter que les critères de correction se basent sur des attentes listées dans un guide standardisé au niveau international plutôt que sur une conception nationale d'une réponse correcte ou incorrecte mathématiquement. Par exemple, une réponse à crédit complet ne correspond pas forcément à une réponse « parfaite ».

Dans PISA, l'orthographe ou la syntaxe ne sont pas pris en compte dans la correction dès lors qu'ils ne nuisent pas au sens ou à l'intelligibilité de la réponse.

TABLEAU 5 • Répartition des questions de culture mathématique proposées dans l'enquête PISA 2022 par type de question ou type de format de réponse.

Type de questions	Nombre de questions	Répartition (en %) des questions
QCM simple	98	42 %
QCM complexe	49	21 %
Question à réponse construite fermée à correction automatisée	52	22 %
Question à réponse construite ouverte à correction experte	35	15 %
Total	234	100 %

Lecture : dans PISA 2022, environ 42 % des 234 questions proposées étaient des questions de type « QCM simple », soit 98 questions.

Source : DEPP, OCDE-PISA

La non-réponse dans les questions à réponse construite ouverte

En 2022, les élèves de France ont tendance à significativement moins répondre aux questions à réponse construite ouverte que dans la moyenne des pays de l'OCDE : le taux de non-réponse moyen à ces 35 questions atteint 20,0 % en France contre 14,1 % pour les pays membres de l'OCDE. Ce taux de non-réponse est l'un des trois plus importants des pays de l'OCDE avec l'Italie (20,4 %) et le Chili (24,7 %). En comparaison, les pays de l'OCDE avec les taux de non-réponse les plus faibles sur ces mêmes questions sont les États-Unis (4,7 %) et les Pays-Bas (7,9 %).

Si ces taux de non-réponse interrogent bien sûr la motivation des élèves pour ce type d'enquête sans enjeu individuel immédiat et sont à mettre en relation avec l'importante quantité de questions et de données qui leur est soumise, ils témoignent souvent de la réticence des élèves français face à la justification d'une réponse. Pour certains élèves, le passage à l'écrit semble représenter un obstacle. Pour chaque question proposée dans ce document, les taux de non-réponse seront indiqués et parfois analysés.

1.7. Niveaux de compétences

Chacune des questions de PISA peut être placée sur une échelle de difficulté. L'ensemble des questions peut alors être divisé en groupes correspondant aux niveaux de compétences des élèves. Dans PISA 2022, il existe les huit niveaux de compétences suivants (du plus haut au plus bas) : les niveaux 6, 5, 4, 3, 2, 1a, 1b, 1c. Comme l'indique la note d'information n°23.48 de la DEPP⁷, « le niveau 2 de l'échelle est considéré comme le « seuil » de culture mathématique, c'est-à-dire le niveau à partir duquel les élèves commencent à montrer qu'ils possèdent les compétences et connaissances mathématiques leur permettant de faire face aux situations de la vie courante en rapport avec les mathématiques. » Pour une description détaillée de

⁷ Bernigole V., Fernandez A., Loi M., Salles F., 2023, "PISA 2022 : la France ne fait pas exception à la baisse généralisée des performances en culture mathématique dans l'OCDE", Note d'Information n° 23.48, DEPP. <https://doi.org/10.48464/ni-23-48>

ces groupes de compétences, on pourra se référer au volume I des résultats de PISA 2022. Pour chacune des questions présentées dans ce document, le niveau de compétence associé sera indiqué.

1.8. Contenu des analyses et lecture des résultats

Comme pour chaque cycle de PISA, une partie des questions du domaine approfondi dans le cycle est rendue publique, on parle de questions libérées.

En 2022, le contenu et les résultats de certaines questions de culture mathématique présentées aux élèves ont été rendues publiques⁸. Ces questions ne seront plus proposées dans les futures enquêtes PISA. Ce document présente les analyses de dix questions de culture mathématique réparties en quatre unités, c'est-à-dire quatre ensembles de questions organisées autour d'un même support.

Pour chaque unité libérée, ce document propose un descriptif suivi de l'analyse de chacune des questions composant cette unité.

Dans l'analyse des questions, les informations suivantes sont apportées :

- une capture d'écran de la question telle qu'elle est présentée à l'élève lors de l'évaluation sur ordinateur ;
- une présentation de la question ;
- un tableau synthétique présentant les caractéristiques de la question qui seront développées dans la suite : références au cadre de l'évaluation PISA (contenu, processus cognitif, contexte), format de la question, réponse(s) attendue(s), type de codage des réponses, niveau de compétence, lien avec les programmes et attendus français et quelques résultats statistiques) ;
- le descriptif de la tâche à effectuer par l'élève et des stratégies de résolution ;
- le lien, s'il existe, avec les programmes et attendus de cycle 4 et de seconde ;
- l'analyse des erreurs : le descriptif des distracteurs⁹ pour les QCM ou des types d'erreurs possibles pour les autres questions ;
- le codage des réponses avec éventuellement le guide de codage proposé ;
- la difficulté de la question au regard des niveaux de compétence PISA¹⁰ ;
- des résultats statistiques avec les taux de réussite et de non-réponse en France et en moyenne dans l'Union Européenne¹¹ (UE) et dans l'OCDE, la répartition des réponses des élèves et une comparaison internationale présentant les résultats statistiques d'autres pays de l'OCDE ayant participé au PISA 2022. Les durées de passation sont également prises en compte.

⁸ Ces questions libérées complètent les questions libérées sur des cycles précédents : 11 questions libérées pour PISA 2000, 31 questions pour PISA 2003 et 13 questions libérées pour PISA 2012. On peut retrouver [en ligne](#) ces questions.

⁹ On appelle « distracteurs » les propositions d'un QCM autres que la réponse attendue.

¹⁰ Plus d'informations sur les niveaux de compétence PISA sont consultables dans la note d'information disponible sur la [page PISA](#) du site ministère de l'éducation nationale

¹¹ Tous les pays de l'Union Européenne et de l'OCDE ont participé au PISA 2022 sauf le Luxembourg

Le tableau suivant synthétise des informations sur l'ensemble des questions analysées dans ce document. Tous ces exercices sont consultables en ligne sur le site de l'OCDE : <https://www.oecd.org/pisa/test/>.

TABLEAU 6 • Questions libérées PISA 2022

Nom d'unité	Contenu mathématique	Processus cognitif	Contexte	Format de la question – Type de correction	Niveau de compétence Crédit complet (Crédit partiel)
Motif triangulaire	Quantité	Employer	Scientifique	QCM simple Correction automatisée	1a
Motif triangulaire	Variations et relations	Formuler	Scientifique	QCM simple Correction automatisée	2
Motif triangulaire	Variations et relations	Raisonner	Scientifique	Réponse construite ouverte Correction experte	5 (4)
Points	Incertitude et données	Raisonner	Sociétal	Réponse construite ouverte Correction experte	6 (5)
Superficie forestière	Incertitude et données	Formuler	Sociétal	QCM complexe - Correction automatisée	5 (4)
Superficie forestière	Incertitude et données	Interpréter Evaluer	Sociétal	QCM simple - Correction automatisée	5
Superficie forestière	Incertitude et données	Interpréter Evaluer	Sociétal	QCM complexe - Correction automatisée	6 (5)
Superficie forestière	Incertitude et données	Raisonner	Sociétal	Réponse construite ouverte Correction experte	6
Système solaire	Quantité	Interpréter Evaluer	Scientifique	QCM complexe – Correction automatisée	3 (3)
Système solaire	Quantité	Employer	Scientifique	QCM simple - Correction automatisée	2

Lecture : Pour la troisième question de l'unité « Motif triangulaire », le niveau de compétence correspondant au crédit complet est 5 alors que le niveau de compétence correspondant au crédit partiel est 4.

↘ 2. Unité libérée – Motif triangulaire

2.1. Contenu de l'unité

Dans cette unité, toutes les questions portent sur un motif géométrique composé d'un grand triangle lui-même composé de lignes alternant des triangles rouges et des triangles bleus. La partie droite de l'écran¹² montre les quatre premières lignes du motif qui constitue un grand triangle équilatéral, composé de seize petits triangles rouges ou bleus. Cette même image est répétée dans le stimulus des trois questions de l'unité.

L'unité est composée de trois questions : les deux premières questions sont de type QCM simple et une troisième question est à réponse construite ouverte avec une justification.

Les questions de cette unité portent sur un contexte scientifique et même intra-mathématique avec l'utilisation d'un motif géométrique.

L'unité commence directement avec la première question sans fenêtre d'introduction.

Les élèves peuvent naviguer librement d'une question à une autre au sein de la même unité. Par conséquent, revenir en arrière pour changer une réponse est possible.

¹² Le contenu de cette partie droite de l'écran est appelé « stimulus ».

2.2. QUESTION 1 – QCM

FIGURE 3 • Question 1 de l'unité « Motif triangulaire »

PISA 2022

Motif triangulaire
Question 1 / 3

Utilisez les informations fournies sous « Motif triangulaire » à droite. Cliquez sur la réponse de votre choix.

Sur les quatre premières lignes du motif d'Alex, quel est le pourcentage de triangles bleus ?

- 37,5 %
- 50,0 %
- 60,0 %
- 62,5 %

MOTIF TRIANGULAIRE

Alex a dessiné le motif suivant avec des triangles rouges et bleus.

Les quatre premières lignes du motif sont représentées ci-dessous.

Ligne	Triangle 1	Triangle 2	Triangle 3	Triangle 4
1 ^{re} ligne	Rouge			
2 ^e ligne	Rouge	Bleu		
3 ^e ligne	Rouge	Bleu	Rouge	
4 ^e ligne	Rouge	Bleu	Rouge	Bleu

Question : Sur les quatre premières lignes du motif d'Alex, quel est le pourcentage de triangles bleus ?

Présentation de la question

Pour la première question, on demande à l'élève de déterminer le pourcentage de triangles bleus représentés dans les quatre premières lignes du motif dessiné dans la partie droite de l'écran. L'élève doit cocher la réponse correcte parmi quatre propositions.

TABLEAU 7 • Caractéristiques de la question 1 de l'unité « Motif Triangulaire »

Caractéristiques PISA»		
Unité – n° question	Motif triangulaire – question 1	
Contenu mathématique	Quantité	
Processus	Employer	
Contexte	Scientifique	
Format de la question	Question à choix multiples simples	
Réponse attendue	37,5 %	
Codage des réponses	Correction automatique	
Niveau de compétence	1a	
Lien avec les programmes et attendus français		
Attendus de fin de cycle Connaissances et compétences associés	Attendus de fin d'année de 5 ^e : Nombres et calculs – Utiliser les nombres pour comparer, calculer et résoudre des problèmes Il relie fractions, proportions et pourcentages Organisation et gestion de données, fonctions - Interpréter, représenter et traiter des données Il calcule (...) des fréquences. Il sait exprimer des fréquences [...] sous la forme d'un pourcentage.	
Niveau scolaire correspondant	Cycle 4	
Compétence(s) travaillée(s)	Suivant la stratégie employée, les compétences mises en jeu sont différentes : Cycle 4 – 2 ^{de} GT : Calculer ou Reasonner (si aucun calcul) 2 ^{de} Pro : Réaliser ou Analyser raisonner (si aucun calcul)	
Résultats statistiques		
	Taux de crédit complet :	Taux de non-réponse
France	69,5 %	2,4 %
OCDE	68,8 %	2,3 %

Analyse de la tâche et stratégies de résolution

L'élève compte le nombre de triangles bleus et le nombre de triangles au total puis :

- calcule la proportion de triangles bleus exprimée en pourcentage : il y a 6 triangles bleus et 16 triangles au total, donc le pourcentage de triangles bleus est de 37,5 % ($6 \div 16 = 0,375$) ;
- ET/OU constate qu'il y a moins de triangles bleus que de triangles rouges, et sélectionne la seule réponse proposée inférieure à 50 %, c'est-à-dire 37,5 % (méthode sans calcul).

Lien avec les programmes et attendus du cycle 4

Il s'agit ici d'exprimer une proportion ou fréquence sous forme d'un pourcentage bien que les mots « proportion » ou « fréquence » n'apparaissent pas explicitement dans la question.

Dans le thème « Organisation et gestion de données, fonctions » du programme de cycle 4, la notion de fréquence est présente. Dans les attendus de fin d'année de 5^e, il est indiqué que l'élève sait calculer des fréquences avec comme exemple de réussite, qu'il « sait exprimer des fréquences [...] sous la forme d'un pourcentage ». Le travail sur les pourcentages est mené tout au long du cycle 4 et poursuivi en 2^{de} dans des calculs de proportions par exemple (en 2^{de} GT) ou dans des calculs commerciaux et financiers (en 2^{de} pro). Le calcul des fréquences est également présent dans les programmes de CAP.

Analyse des distracteurs/erreurs

- **50,0 %** : L'élève repère seulement qu'il y a deux couleurs, et en déduit qu'il y a autant de triangles rouges que de triangles bleus, OU l'alternance des deux couleurs lui laisse à penser qu'il y a autant de triangles des deux couleurs.
- **60,0 %** : L'élève calcule un rapport ou ratio, en divisant par le nombre de triangles rouges au lieu du nombre total de triangles. Il y a 6 triangles bleus et 10 triangles rouges, soit un ratio de 6 pour 10, soit 60 % ($6 \div 10 = 0,6$).
- **62,5 %** : L'élève calcule bien une proportion, mais confond le nombre de triangles bleus et le nombre de triangles rouges. Il y a 10 triangles rouges et 16 triangles au total : $10 \div 16 = 0,625$ soit 62,5 %.

Codage des réponses

Le codage de la réponse est automatisé.

Le tableau suivant indique, pour chacune des réponses possibles du QCM, les pourcentages des élèves français, des élèves de l'Union Européenne et des élèves de l'OCDE ayant rencontré la question qui ont choisi cette réponse.

TABLEAU 8 • Répartition des réponses à la question 1 de l'unité « Motif Triangulaire »

Réponse	FRANCE	UE	OCDE
37,5 %	69,5 %	69,4 %	68,8 %
50,0 %	8,5 %	7,5 %	7,7 %
60,0 %	18,1 %	17,9 %	18,0 %
62,5 %	1,5 %	3,4 %	3,4 %
Non atteint ¹³	1,1 %	0,8 %	1,2 %
Non-réponse	1,2 %	1,0 %	1,1 %

Lecture : En 2022, 8,5 % des élèves français ayant répondu à cette question ont coché la réponse 50,0 %.

Sources : DEPP, OCDE

Difficulté

Il s'agit d'une question facile (niveau 1a) destiné à amener l'élève à comprendre la construction du motif proposé pour déterminer les nombres de triangles bleus et de triangles au total, non donnés explicitement dans le texte. Il doit alors employer une formule de calcul (calcul de proportion) ou ses connaissances du concept de proportion (sans faire de calcul).

La formulation sous forme de QCM dont trois des réponses peuvent rapidement être éliminées (dans le cas où l'élève se rend compte qu'il y a plus de triangles bleus que rouges) facilite la tâche de l'élève.

¹³ Les pourcentages de la ligne « Non atteint » correspondent aux pourcentages d'élèves qui auraient dû répondre à cette question mais qui n'ont pas répondu à cette question car ils ont arrêté le test avant d'atteindre cette question.

Par ailleurs, l'élève n'est pas mis en difficulté par une surabondance d'information : le texte au-dessus du motif et la question posée sont concis.

Résultats statistiques

TABLEAU 9 • Comparaisons internationales

PAYS	Réponse correcte Crédit complet (en %)	Réponse incorrecte Pas de crédit (en %)	Non-réponse (en %)
FRANCE	69,5	28,2	2,4
OCDE	68,8	28,9	2,3
ALLEMAGNE	69,2	28,6	2,2
ESPAGNE	70,3	27,1	2,6
ITALIE	65,7	31,5	2,6
JAPON	75,3	23,3	1,4
PORTUGAL	68,8	29,7	1,6
ROYAUME-UNI	70,3	27,8	1,9

Lecture : en 2022, 69,5 % des élèves français ayant rencontré cette question ont fourni la réponse correcte.

Note : par le jeu des arrondis, les totaux en pourcentages en ligne peuvent être légèrement différents de 100 %.

Sources : DEPP, OCDE

2.3. QUESTION 2 – QCM

FIGURE 4 • Question 2 de l'unité « Motif triangulaire »

PISA 2022

Motif triangulaire
Question 2 / 3

Utilisez les informations fournies sous « Motif triangulaire » à droite. Cliquez sur la réponse de votre choix.

Si Alex ajoute une cinquième ligne à son motif, quel sera le pourcentage de triangles bleus sur l'ensemble des cinq lignes du motif ?

40,0 %
 50,0 %
 60,0 %
 66,7 %

MOTIF TRIANGULAIRE

Alex a dessiné le motif suivant avec des triangles rouges et bleus.
Les quatre premières lignes du motif sont représentées ci-dessous.

1^{re} ligne
2^e ligne
3^e ligne
4^e ligne

Question : Si Alex ajoute une cinquième ligne à son motif, quel sera le pourcentage de triangles bleus sur l'ensemble des cinq lignes du motif ?

Présentation de la question

La deuxième question de l'unité demande à nouveau à l'élève de calculer le pourcentage de triangles bleus. Cette fois-ci, la question porte sur cinq lignes de motif. Comme la cinquième ligne n'est pas dessinée, l'élève doit prolonger le motif d'une ligne pour déterminer de nouvelles valeurs pour le nombre de triangles bleus et le nombre total de triangles. L'élève doit cocher la réponse correcte parmi quatre propositions.

TABLEAU 10 • Caractéristiques de la question 2 de l'unité « Motif Triangulaire »

Caractéristiques PISA»		
Unité – n° question	Motif triangulaire – question 2	
Contenu mathématique	Variations et relations	
Processus	Formuler	
Contexte	Scientifique	
Format de la question	Question à choix multiples simples	
Réponse attendue	40,0 %	
Codage des réponses	Correction automatique	
Niveau de compétence	2	
Lien avec les programmes et attendus français		
Attendus de fin de cycle Connaissances et compétences associés	<p>Attendus de fin d'année de 5^e :</p> <p>Nombres et calculs – Utiliser les nombres pour comparer, calculer et résoudre des problèmes</p> <p>Il relie fractions, proportions et pourcentages</p> <p>Organisation et gestion de données, fonctions - Interpréter, représenter et traiter des données</p> <p>Il calcule (...) des fréquences. Il sait exprimer des fréquences [...] sous la forme d'un pourcentage.</p>	
Niveau scolaire correspondant	Cycle 4	
Compétence(s) travaillée(s)	<p>Cycle 4 : Représenter – Calculer – Reasonner</p> <p>Utiliser, produire et mettre en relation des représentations ... de situations spatiales</p> <p>2^{de} GT : Modéliser : valider un modèle</p> <p>2^{de} Pro : Réaliser</p>	
Résultats statistiques		
	Taux de crédit complet :	Taux de non-réponse
France	58,3 %	3,7 %
OCDE	60,5 %	2,9 %

Analyse de la tâche et stratégies de résolution

L'élève construit (mentalement ou sur un brouillon) la 5^e ligne et compte le nombre de triangles bleus et le nombre de triangles au total puis :

- calcule la proportion de triangles bleus exprimée en pourcentage : il y a 10 triangles bleus et 25 triangles au total, donc le pourcentage de triangles bleus est de 40,0 % ($10 \div 25 = 0,4$) ;
- ET/OU constate qu'en ajoutant une ligne, il y a toujours moins de triangles bleus que de triangles rouges, et sélectionne la seule réponse proposée inférieure à 50 %, c'est-à-dire 40,0 % (méthode sans calcul).

Lien avec les programmes et attendus du cycle 4

Dans cette tâche, l'élève doit appliquer l'algorithme de création des quatre premières lignes du motif pour déterminer la cinquième. En plus des liens notés dans l'analyse de la question précédente, on peut donc ajouter la notion de « pensée algorithmique » avec la compréhension du motif géométrique (ou pattern). Cette notion est travaillée en particulier dans le cadre de l'enseignement de l'informatique au cycle 4 avec l'initiation à la programmation dans le thème « Algorithmique et programmation ». Cet enseignement est dispensé à la fois dans le cadre des mathématiques et de la technologie.

Analyse des distracteurs/erreurs

- **50,0 %** : L'élève repère seulement qu'il y a deux couleurs, et en déduit qu'il y a autant de triangles rouges que de triangles bleus, OU l'alternance des deux couleurs lui laisse à penser qu'il y a autant de triangles des deux couleurs.
- **60,0 %** : L'élève calcule bien une proportion, mais confond le nombre de triangles bleus et le nombre de triangles rouges. Il y a 15 triangles rouges et 25 triangles au total : $15 \div 25 = 0,6$ soit 60 %.
- **66,7 %** : L'élève calcule un rapport ou ratio, et divise par le nombre de triangles rouges. Il y a 10 triangles bleus et 15 triangles rouges, soit un ration de 10 pour 15, soit 66,7 % ($10 \div 15 \approx 0,667$).

Codage des réponses

Le codage de la réponse est automatisé.

Le tableau suivant indique, pour chacune des réponses possibles du QCM, les pourcentages des élèves français, des élèves de l'Union Européenne et des élèves de l'OCDE ayant rencontré la question qui ont choisi cette réponse.

TABLEAU 11 • Répartition des réponses à la question 2 de l'unité « Motif Triangulaire »

Réponse	FRANCE	UE	OCDE
40,0 %	58,3 %	60,2 %	60,5 %
50,0 %	12,8 %	11,6 %	11,1 %
60,0 %	11,2 %	11,3 %	10,9 %
66,7 %	14,0 %	14,7 %	14,6 %
Non atteint	1,2 %	0,9 %	1,3 %
Non-réponse	2,4 %	1,4 %	1,6 %

Lecture : En 2022, 12,8 % des élèves français ayant rencontré cette question ont coché la réponse 50,0 %.

Sources : DEPP, OCDE

Difficulté

Cette question est construite pour être plutôt facile et amener les élèves à réfléchir à l'extension du motif au-delà de ce qui est montré. Il s'agit d'une question de niveau 2, elle est donc légèrement plus difficile que la première question de l'unité, car elle nécessite de travailler avec une partie du motif qui n'est pas dessinée.

TABLEAU 12 • Comparaisons internationales

PAYS	Réponse correcte Crédit complet (en %)	Réponse incorrecte Pas de crédit (en %)	Non-réponse (en %)
FRANCE	58,3	38,0	3,7
OCDE	60,5	36,6	2,9
ALLEMAGNE	62,0	34,6	3,4
ESPAGNE	61,8	34,9	3,3
ITALIE	58,0	39,2	2,8
JAPON	71,4	27,2	1,4
PORTUGAL	62,4	35,4	2,2
ROYAUME-UNI	60,4	37,2	2,4

Lecture : en 2022, 58,3 % des élèves français ayant rencontré cette question ont fourni la réponse correcte.

Note : par le jeu des arrondis, les totaux en pourcentages en ligne peuvent être légèrement différents de 100 %.

Sources : DEPP, OCDE

2.4. QUESTION 3 – Question à réponse construite ouverte

FIGURE 5 • Question 3 de l'unité « Motif triangulaire »

PISA 2022

Motif triangulaire
Question 3 / 3

Utilisez les informations fournies sous « Motif triangulaire » à droite. Cliquez sur la réponse de votre choix, puis tapez votre explication.

Alex va ajouter plusieurs lignes à son motif.

Il affirme que le pourcentage de triangles bleus dans le motif sera toujours inférieur à 50 %.

Alex a-t-il raison ?

Oui
 Non

Expliquez votre réponse.

MOTIF TRIANGULAIRE

Alex a dessiné le motif suivant avec des triangles rouges et bleus.

Les quatre premières lignes du motif sont représentées ci-dessous.

Ligne	Triangle 1	Triangle 2	Triangle 3	Triangle 4
1 ^e ligne	Rouge			
2 ^e ligne	Rouge	Bleu		
3 ^e ligne	Rouge	Bleu	Rouge	
4 ^e ligne	Rouge	Bleu	Rouge	Bleu

Question : Alex va ajouter plusieurs lignes à son motif. Il affirme que le pourcentage de triangles bleus dans le motif sera toujours inférieur à 50 %. Alex a-t-il raison ? Expliquez votre réponse.

Présentation de la question

Il s'agit de la dernière question de cette unité. C'est l'aboutissement de la résolution du problème avec la généralisation du modèle. La tâche pour l'élève est d'évaluer une affirmation selon laquelle le pourcentage de triangles bleus dans le motif sera toujours inférieur à 50 % à mesure que d'autres lignes sont ajoutées.

L'élève doit sélectionner « Oui » ou « Non » pour indiquer si l'affirmation est vraie ou non, mais il doit également fournir une explication à l'appui de sa sélection. Il s'agit d'une question de raisonnement qui demande aux élèves d'analyser le motif pour reconnaître une relation entre le nombre de triangles rouges et le nombre de triangles bleus dans chaque rangée, puis d'utiliser cette relation pour appuyer sa sélection.

TABLEAU 13 • Caractéristiques de la question 3 de l'unité « Motif Triangulaire »

Caractéristiques PISA»			
Unité – n° question	Motif triangulaire – question 3		
Contenu mathématique	Variations et relations		
Processus	Raisonnement		
Contexte	Scientifique		
Format de la question	Question à réponse construite ouverte		
Réponse attendue	« Oui » avec une explication acceptable (voir la rubrique « Codage des réponses »)		
Codage des réponses	Correction experte		
Niveaux de compétence	5 (Crédit complet)	4 (Crédit partiel)	
Lien avec les programmes et attendus français			
Attendus de fin de cycle Connaissances et compétences associés	Programme de cycle 4 : « La formation au raisonnement et l'initiation à la démonstration sont des objectifs essentiels du cycle 4. » Attendus de fin d'année de 5 ^e : Nombres et calculs – Utiliser les nombres pour comparer, calculer et résoudre des problèmes Il relie fractions, proportions et pourcentages. Organisation et gestion de données, fonctions - Interpréter, représenter et traiter des données Il calcule (...) des fréquences. Il sait exprimer des fréquences [...] sous la forme d'un pourcentage.		
Niveau scolaire correspondant	Cycle 4		
Compétence(s) travaillée(s)	Cycle 4 : Modéliser – Raisonner Communiquer pour la rédaction de l'explication. 2 ^{de} Pro : Analyser – Raisonner et Communiquer		
Résultats statistiques			
	Taux de crédit complet	Taux de crédit partiel	Taux de non-réponse
France	14,9 %	23,9 %	7,7 %
OCDE	17,6 %	20,4 %	4,4 %

Analyse de la tâche et stratégies de résolution

L'élève doit généraliser en comprenant la génération du motif puis expliquer le fait qu'il y a toujours un triangle rouge de plus que de triangles bleus à chaque ligne.

La sélection correcte est « Oui » pour indiquer que l'affirmation est vraie. Une explication acceptable reconnaît que le nombre de triangles rouges dans chaque ligne sera toujours supérieur au nombre de triangles bleus dans chaque ligne. L'élève peut formuler sa réponse en indiquant soit que le nombre de triangles bleus est inférieur au nombre de triangles rouges, soit que le nombre de triangles rouges est supérieur au nombre de triangles bleus, tant qu'il existe un élément de langage indiquant que cette relation est vraie pour chaque ligne.

Les réponses à crédit partiel à cette question se concentrent généralement uniquement sur la première ligne, qui ne contient qu'un triangle rouge, ou ne communiquent pas clairement que la relation entre le nombre de chaque triangle de couleur s'applique à chaque ligne.

Lien avec les programmes et attendus du cycle 4

Pour cette question, on retrouve la notion de pensée algorithmique mais aussi la notion de généralisation à l'aide d'un modèle.

Ce type de raisonnement est retravaillé en 2^{de} GT. On retrouve aussi des exemples d'utilisation de motif (ou pattern) dans le guide « La résolution de problèmes mathématiques au collège » (cf chapitre IV : « Patterns. Des problèmes pour travailler les pensées algorithmique et algébrique »).

La compétence « Communiquer » est aussi très importante pour répondre à cette question. En effet, l'explication devait être précise pour obtenir un crédit complet.

Codage des réponses

Il s'agit d'une question à correction experte.

Le guide de codage, reproduit ci-dessous, donne les consignes de correction et exemples de réponses suivants.

On peut noter que la rubrique de codage ne contient pas une liste exhaustive des réponses à tous les niveaux de crédit. Cependant, les exemples de réponses dans la rubrique sont représentatifs de la façon dont les élèves répondent généralement à cette question.

- **Crédit complet (code 2) :** L'élève sélectionne « Oui » et fournit une explication acceptable sur la raison pour laquelle il y aura toujours plus de triangles rouges (ou moins de triangles bleus). [*Une explication acceptable doit mentionner « sur chaque ligne » (ou utiliser une formulation signifiant la même chose).*]

Quelques exemples de crédit complet :

- Il a raison, car il y a toujours un triangle rouge de plus que de triangles bleus sur chaque ligne. [*Sélection implicite du « Oui ».*]
- [Oui] Il y aura toujours un triangle bleu de moins sur chaque ligne.
- [Oui] Sur chaque ligne, il y a un triangle rouge de plus que de triangles bleus. [*Quand la réponse ne précise pas « toujours », le bénéfice du doute est accordé car cela est spécifié dans l'énoncé de la question.*]
- [Oui] Parce que des triangles rouges sont aux extrémités de chaque ligne et qu'à l'intérieur, des triangles rouges et bleus alternent. [*Explication acceptable qui établit qu'il y a plus de triangles rouges que de bleus sur chaque ligne.*]

- **Crédit partiel (code 1) :** L'élève sélectionne « Oui » et fournit une explication en partie correcte, mais incomplète.

Quelques exemples de crédit partiel :

- [Oui] Parce que la première ligne n'a qu'un triangle rouge.
- [Oui] Il n'y a pas de triangle bleu sur la première ligne.
- [Oui] Il y a un triangle rouge de plus que de triangles bleus. [*La réponse ne précise pas « sur chaque ligne ». Réponse à comparer avec le 3^e exemple du Code 2.*]
- [Oui] Parce que des triangles rouges sont aux extrémités de chaque ligne et que les bleus sont à l'intérieur. [*Cette explication est incomplète, car elle ne traite pas des triangles rouges qui sont à l'intérieur. Réponse à comparer avec le 4^e exemple du Code 2.*]
- **Pas de crédit (code 0) :** L'élève fournit une autre réponse, y compris toute sélection de « Oui » avec une explication incorrecte ou sans explication, OU toute sélection de « Non » avec ou sans explication.

Quelques exemples d'absence de crédit :

- [Oui] rouges = 62,5 % et bleus = 37,5 %. [*Il s'agit du pourcentage de triangles de chaque couleur sur les quatre premières lignes.*]
- [Oui]

Analyse des erreurs - exemples de réponses incorrectes¹⁴

En analysant les réponses construites des élèves, une typologie d'erreurs a pu être mise en évidence pour les réponses des élèves considérées comme incorrectes. Ces types d'erreurs sont triés par ordre décroissant de fréquence d'apparition dans les réponses données.

- L'élève coche « Oui » ou « Non » sans écrire d'explication (environ 22 % des réponses). Il faut noter que ces réponses n'obtiennent pas de crédit et ne sont pas considérées comme des non-réponses. On peut ajouter dans cette catégorie des réponses dont l'explication est une répétition de l'affirmation ou une phrase sans lien avec l'énoncé (environ 4 % des réponses).
- L'élève coche « Oui » et explique que le nombre de triangles rouges est supérieur au nombre de triangle bleus (ou l'inverse) sans donner d'argument précis pour justifier la généralisation de cette affirmation à chaque ligne du motif (4 % des réponses).

Exemple de réponse d'élève :

« Oui – Il y a plus de triangles rouges que bleus »

- L'élève coche « Non » et explique que le pourcentage de triangles bleus augmente avec le nombre de triangle bleus ou avec le nombre de lignes et en conclut que le pourcentage de triangles bleus « finira forcément par dépasser 50 % » (environ 4 % des réponses).

Exemples de réponses d'élèves :

« Non - Plus il y aura de triangles bleus, plus le pourcentage augmentera ».

« Non car plus on ajoute de ligne plus le pourcentage augmente ».

- L'élève coche « Oui » et explique que le nombre de triangles bleus et le nombre de triangles rouges augmentent (environ 2 % des réponses).

Exemple de réponse d'élève :

« Oui – car plus il y a de rouge plus il y a de bleu »

- L'élève répond « Oui » ou « Non » en expliquant sa réponse en utilisant un modèle de proportionnalité (environ 2 % des réponses).

Exemple de réponse d'élève : « Non - C'est une question de proportionnalité ».

- L'élève coche « Oui » et explique sa réponse avec un exemple (environ 2 % des réponses)

Exemple de réponse d'élève : « si on rajoute 2 lignes en plus il y aura 41,6% de triangles bleus ».

- L'élève coche « Non » et justifie avec un contre-exemple erroné lié à une mauvaise compréhension de la génération du motif ou un mauvais calcul des pourcentages avec le quotient « Nombre de triangles bleus / Nombre de triangles rouges » (moins de 2 % des réponses).

Exemples de réponses d'élèves :

« Non car si on met par exemple 10 triangles bleus on sera au dessus de 50 pourcents »

« Non car si il rajoute une ligne, il y aura 26 triangles rouges et 15 triangles bleus. Donc cela fera $15/26 = 0,57$ et $0,57 \times 100 = 57\%$ ».

- L'élève répond « Non » en expliquant que le pourcentage ne peut pas être égal à 50 % mais ne justifie pas qu'il ne peut pas être supérieur (moins de 2 % des réponses).

Exemple de réponse d'élève : « Non car pour qu'il soit à 50 %, il faudrait qu'il y est le même nombre de triangles bleus et rouges or là ce n'est pas le cas. »

- L'élève répond « Non » avec une explication s'appuyant sur les résultats des deux autres questions en généralisant par un modèle de progression arithmétique du pourcentage de triangles bleus de

¹⁴ Les réponses d'élèves sont reproduites ici à la lettre. À noter que l'évaluation des réponses ne tient pas compte de la correction syntaxique ou orthographique de ces dernières.

raison 2,5 points de pourcentage (moins de 2 % des réponses). L'élève en déduit alors que le pourcentage de triangles bleus dépasse les 50 %.

- Plusieurs élèves n'ont pas compris la question car ils ont déjà répondu un résultat supérieur ou égal à 50 % à l'une (ou aux deux) question(s) précédente(s) (moins de 2 % des réponses).

Exemples de réponses d'élèves :

« CAR D'APRES LE CALCUL PRECEDENT ON OBTIENT 50 pourcent ($100/20*10=50$) donc dans cette situation le pourcentage de bleus est egale à 50pourcent »

« Alex a tord car avec déjà 10 triangles bleus son pourcentage est de 66.7% donc en ajoutant des lignes il ne sera pas inférieur a 50 % »

Difficulté

Il est difficile (niveau 5) pour les élèves de fournir une réponse à crédit complet. Un crédit partiel existe, mais cela reste modérément difficile (niveau 4) pour les élèves.

L'élève peut avoir compris et pensé à un argument pertinent pour obtenir un crédit sans être capable de le formuler rigoureusement pour obtenir un crédit complet. La difficulté apparait clairement avec l'analyse des réponses ci-dessus.

Résultats statistiques

TABLEAU 14 • Comparaisons internationales

PAYS	Réponse correcte Crédit complet (en %)	Réponse incomplète Crédit partiel (en %)	Réponse incorrecte Pas de crédit (en %)	Non-réponse (en %)
FRANCE	14,9	23,9	53,5	7,7
OCDE	17,6	20,4	57,6	4,4
ALLEMAGNE	23,0	2,6	68,6	5,8
ESPAGNE	22,6	25,5	46,9	5,0
ITALIE	12,2	20,2	60,7	6,9
JAPON	20,4	24,4	49,0	6,3
PORTUGAL	14,6	20,7	61,1	3,7
ROYAUME-UNI	19,9	19,9	55,8	4,2

Lecture : en 2022, 14,9 % des élèves français ayant rencontré cette question ont fourni une réponse correcte.

Note : par le jeu des arrondis, les totaux en pourcentages en ligne peuvent être légèrement différents de 100 %.

Sources : DEPP, OCDE

➤ 3. Unité libérée – Points

3.1. Contenu de l'unité

L'unité « Points » est une unité libérée à l'issue de la passation principale de 2022.

Cette unité est composée d'une seule question sans fenêtre d'introduction. Cette question est à réponse construite ouverte avec une justification.

Cette question se situe dans un contexte sociétal et porte plus précisément sur des statistiques liées au sport.

3.2. QUESTION 1 – Question à réponse construite ouverte

FIGURE 6 • Question 1 de l'unité « Points »

The screenshot shows the PISA 2022 interface. At the top, it says "PISA 2022" and "POINTS". Below this, there's a navigation bar with a calculator icon, a question mark icon, and left/right arrow icons. The main content area is divided into two columns. The left column contains the question text and response options. The right column contains the stimulus text and a news article snippet.

Points
Question 1 / 1

Utilisez les informations fournies sous « Points » à droite. Cliquez sur la réponse de votre choix, puis tapez votre explication.

Compte tenu de la moyenne des écarts de points cette saison, est-il possible que l'équipe n'ait en réalité jamais gagné un match en menant de 19 points ?

Oui
 Non

Expliquez votre réponse.

POINTS

L'équipe de basketball de Zedlande fait les gros titres du journal local.

ZEDLANDE INFO

L'équipe de basket remporte le championnat !

- Victorieuse à chaque match de la saison
- Avec 19 points d'écart en moyenne

L'écart de points est la différence entre le nombre de points marqués par l'équipe gagnante et le nombre de points marqués par l'équipe perdante lors d'un match.

Question : Compte tenu de la moyenne des écarts de points cette saison, est-il possible que l'équipe n'ait en réalité jamais gagné un match en menant de 19 points ?

Expliquez votre réponse.

Présentation de la question

Pour cette question, l'élève a comme information le chapeau d'un article de journal concernant une équipe de basket-ball locale qui a remporté le championnat. Cette équipe a remporté tous les matchs cette saison et elle gagne avec 19 points d'écart en moyenne sur cette saison. La définition de l'écart de points est également donnée dans le stimulus dans le cas où l'élève ne serait pas familier avec l'expression. La question est de savoir s'il est possible que l'équipe n'ait jamais remporté un match en menant de 19 points étant donné que l'écart moyen pour la saison est aussi de 19 points. Il s'agit d'une question de raisonnement abstrait qui demande à l'élève d'évaluer une conjecture en fonction de leur compréhension conceptuelle d'une moyenne (c'est-à-dire une moyenne arithmétique). Il doit sélectionner « Oui » ou « Non » et fournir une explication appuyant sa sélection.

TABLEAU 15 • Caractéristiques de la question 1 de l'unité « Points »

Caractéristiques PISA»			
Unité – n° question	Points – question 1		
Contenu mathématique	Incertitude et données		
Processus	Raisonnement		
Contexte	Sociétal		
Format de la question	Question à réponse construite ouverte		
Réponse attendue	Correction experte		
Codage des réponses	« Oui » avec une explication acceptable (voir la rubrique « Codage des réponses »)		
Niveaux de compétence	6 (Crédit complet)		5 (Crédit partiel)
Lien avec les programmes et attendus français			
Attendus de fin de cycle Connaissances et compétences associés	Attendus de fin d'année de 5 ^e : Organisation et gestion de données, fonctions Interpréter, représenter et traiter des données L'élève calcule et interprète la moyenne d'une série de données.		
Niveau scolaire correspondant	Cycle 4		
Compétence(s) travaillée(s)	Cycle 4 : Chercher : Extraire d'un document les informations utiles, les reformuler, les organiser, les confronter à ses connaissances Communiquer pour la rédaction de l'explication. 2 ^{de} Pro : Valider et Communiquer		
Résultats statistiques			
	Taux de crédit complet	Taux de crédit partiel	Taux de non-réponse
France	7,1 %	7,2 %	9 %
OCDE	10,3 %	6,9 %	4,5 %

Analyse de la tâche et stratégies de résolution

La sélection correcte est « Oui », il est possible que l'équipe n'ait jamais remporté un match par 19 points, même si 19 est l'écart moyen de victoire. L'élève doit expliciter le fait que la valeur moyenne d'une série statistique n'est pas nécessairement une valeur de la série.

L'élève peut donc répondre en reconnaissant de manière générale que la moyenne n'a pas à faire partie de l'ensemble de données. Il peut également fournir d'autres explications comme celles détaillées dans la rubrique « Codage des réponses ».

Lien avec les programmes et attendus du cycle 4

La notion de moyenne apparaît dans les attendus de fin de 5^e dans le thème « Organisation et gestion de données, fonctions ». L'élève doit savoir interpréter la moyenne d'une série de données.

La notion de moyenne est souvent retravaillée dans le cadre des statistiques descriptives au cycle 4. Il s'agit aussi d'une notion rencontrée fréquemment par les élèves dans différentes disciplines.

La notion de moyenne pondérée (non utilisée ici) est introduite en 2^{de} GT. En 2^{de} GT ou 2^{de} Pro, la notion de moyenne est consolidée.

Codage des réponses

Il s'agit d'une question à correction experte.

Un crédit partiel pouvait être attribué pour des réponses traitant de l'idée que certaines valeurs de l'ensemble de données doivent être supérieures et que certaines valeurs de l'ensemble de données doivent être inférieures à la moyenne, mais ne mentionnent pas explicitement que la moyenne ne doit pas nécessairement faire partie de l'ensemble de données.

Le guide de codage, reproduit ci-dessous, donne les consignes de correction et les exemples de réponses suivants.

On peut noter que la rubrique de codage ne contient pas une liste exhaustive des réponses à tous les niveaux de crédit. Cependant, les exemples de réponses dans la rubrique sont représentatifs de la façon dont les élèves répondent généralement à cette question.

➤ **Crédit complet (code 2)** : Sélectionne « Oui » et affirme ou montre, dans son explication, que la moyenne ne doit pas nécessairement faire partie de la série de données.

Quelques exemples de crédit complet :

- C'est possible, parce que la moyenne ne doit pas nécessairement être l'une des valeurs de la série de données. [*Sélection implicite du « Oui ».*]
- [Oui] Si les écarts de point donnent une moyenne de 19, il ne doit pas nécessairement y avoir 19 points d'écart dans l'un des matchs. [*Crédit complet accordé pour « il ne doit pas nécessairement y avoir 19 points d'écart dans l'un des matchs ».*]
- [Oui] Si une différence est de 16 points et l'autre de 22 points, la différence moyenne est de 19 points, alors qu'aucune des différences n'était de 19 points.
- [Oui] La moyenne des nombres 2, 4 et 9 est égale à 5. Pourtant, 5 ne correspond à aucun de ces nombres.

➤ **Crédit partiel (code 1)** : Sélectionne « Oui » et fournit une explication en partie correcte, mais incomplète.

Un exemple de crédit partiel :

- [Oui] C'est une différence moyenne, donc certains matchs ont été gagnés avec plus de 19 points d'écart et d'autres avec moins de 19 points d'écart. [*Explication incomplète qui ne mentionne pas explicitement que 19 ne doit pas nécessairement être l'une des valeurs. Pour qu'une réponse de ce type puisse recevoir le crédit partiel, il faut qu'elle mentionne explicitement des matchs remportés par plus de 19 points d'écart et par moins de 19 points d'écart.*]

➤ **Pas de crédit (code 0)** : Autres réponses, y compris toute sélection de « Oui » avec une explication incorrecte ou sans explication, OU toute sélection de « Non » avec ou sans explication.

- [Non] Elles doivent avoir gagné au moins un match en menant de 19 points.
- [Oui]
- [Oui] Parce que la moyenne correspond à l'addition de tous les écarts de points de la saison, qu'on divise ensuite par le nombre de matchs joués cette saison-là. [*Cette explication n'est pas acceptable, car elle ne fait que décrire comment calculer une moyenne.*]
- [Oui] Parce que c'est juste une moyenne. [*Ne donne aucune raison pour laquelle une moyenne implique qu'il est possible qu'elles n'aient jamais gagné un match en menant de 19 points.*]
- [Oui] C'est une différence moyenne, donc certains matchs ont été gagnés avec plus de 19 points d'écart. [*Cette réponse n'est pas acceptable, car elle ne mentionne pas de match remporté par moins de 19 points d'écart explicitement.*]

Analyse des erreurs - exemples de réponses incorrectes¹⁵

En analysant les réponses construites des élèves, une typologie d'erreurs a pu être mise en évidence pour les réponses des élèves considérées comme incorrectes.

Plusieurs grands types d'erreurs sont apparus dans les réponses étudiées :

- L'élève coche « Oui » ou « Non » sans écrire d'explication (environ 30 % des réponses). Il faut noter que ces réponses n'obtiennent pas de crédit et ne sont pas considérées comme des non-réponses.
- L'élève coche « Oui » ou « Non » et écrit une explication indiquant seulement qu'il s'agit d'une moyenne (environ 15 % des réponses) en citant ou non la définition sans donner d'argument précis pour justifier leur réponse. Avec ce type d'explication, deux tiers des élèves ont répondu « Oui » et un tiers des élèves ont répondu « Non ». Certains élèves ont évoqué un argument de précision de la moyenne (comme indiqué dans la dernière réponse ci-dessous).
Exemples de réponses d'élèves :
« Non, car c'est une moyenne ».
« Oui, parce que c'est une moyenne ».
« Oui, on parle de moyenne, ce ne sont donc pas des données précises. »
- L'élève coche « Non » et écrit une explication montrant qu'il a mal compris ou mal lu la question en répondant à la question « Est-il possible que l'équipe n'ait en réalité jamais gagné un match ? » en omettant la fin de celle-ci (environ 10 % des réponses).
Exemple de réponse d'élève : « Non, on nous dit que l'équipe est victorieuse à chaque match de la saison ».
- L'élève a coché « Oui » ou « Non » et donne une explication s'appuyant sur la notion d'écart. Cette notion dont la définition est rappelée dans l'énoncé semble avoir perturbé les élèves.
Exemple de réponse d'élève : « Non, car c'est 19 points d'écart ».

D'autres réponses d'élèves sont intéressantes pour montrer que le contexte familier pour certains élèves a entraîné des réponses ne s'appuyant plus sur la notion de moyenne :

- L'élève coche « Oui » ou « Non » et écrit une explication s'appuyant sur des arguments liés à sa connaissance des règles du basketball ou à un avis sur la situation proposée par l'énoncé (environ 4 % des réponses).
Exemples de réponses d'élèves : « Cela n'est pas possible car les points au basketball ne se compte pas un par un mais un par trois et 19 n'est pas un multiple de trois donc cette affirmation est fausse. ».
- L'élève coche « Oui » et écrit une explication s'appuyant sur un argument sur la possibilité d'un écart de 19 points: (environ 2 % des réponses).
Exemple de réponse d'élève : « Oui, l'équipe peut avoir gagné 19-0 ».

Difficulté

Il s'agit d'une question à laquelle il est très difficile pour les élèves de fournir une réponse à crédit complet (niveau 6 sur l'échelle de compétence). Il existe un crédit partiel, mais qui est aussi difficile (niveau 5 sur l'échelle). La nature abstraite de cette tâche peut avoir contribué à la difficulté. Autrement dit, l'élève n'a pas de valeurs numériques qu'il peut manipuler pour savoir ce qui s'est réellement passé. Le raisonnement nécessite la compréhension précise du concept de moyenne afin de trouver une explication en lien avec le contexte.

La formulation de la question a pu perturber les élèves : le fait de « mener de 19 points » n'a pas forcément été interprété comme le fait de « gagner avec 19 points d'écart » (cf analyse des erreurs).

On remarque un temps consacré à cette question par les élèves français plus court que ceux d'autres pays mieux classés globalement tels le Japon, le Danemark, la Belgique ou l'Estonie. Il est à noter que les élèves japonais ont répondu très rapidement au QCM (38 secondes en moyenne contre 53 secondes en moyenne

¹⁵ Les réponses d'élèves sont reproduites ici à la lettre. À noter que l'évaluation des réponses ne tient pas compte de la correction syntaxique ou orthographique de ces dernières.

en France), mais ils ont ensuite passé beaucoup plus de temps sur le reste de la question (165 secondes en moyenne contre 119 secondes en moyenne).

Résultats statistiques

TABLEAU 16 • Comparaisons internationales

PAYS	Réponse correcte Crédit complet (en %)	Réponse incomplète Crédit partiel (en %)	Réponse incorrecte Pas de crédit (en %)	Non-réponse (en %)
FRANCE	7,1	7,2	76,7	9,0
OCDE	10,3	6,9	78,2	4,5
ALLEMAGNE	12,7	5,5	72,2	9,6
ESPAGNE	15,4	10,5	69,1	5,0
ITALIE	8,2	6,5	79,2	6,1
JAPON	23,8	8,3	65,3	2,6
PORTUGAL	9,2	6,4	79,6	4,8
ROYAUME-UNI	12,5	10,1	73,4	3,7

Lecture : en 2022, 7,1 % des élèves français ayant rencontré cette question ont fourni une réponse correcte.

Note : par le jeu des arrondis, les totaux en pourcentages en ligne peuvent être légèrement différents de 100 %.

Sources : DEPP, OCDE

➤ 4. Unité libérée – Superficie forestière

4.1. Contenu de l'unité

Cette unité est composée de quatre questions précédées d'une fenêtre d'introduction et d'une présentation des fonctionnalités du tableur utilisé pour les questions de l'unité.

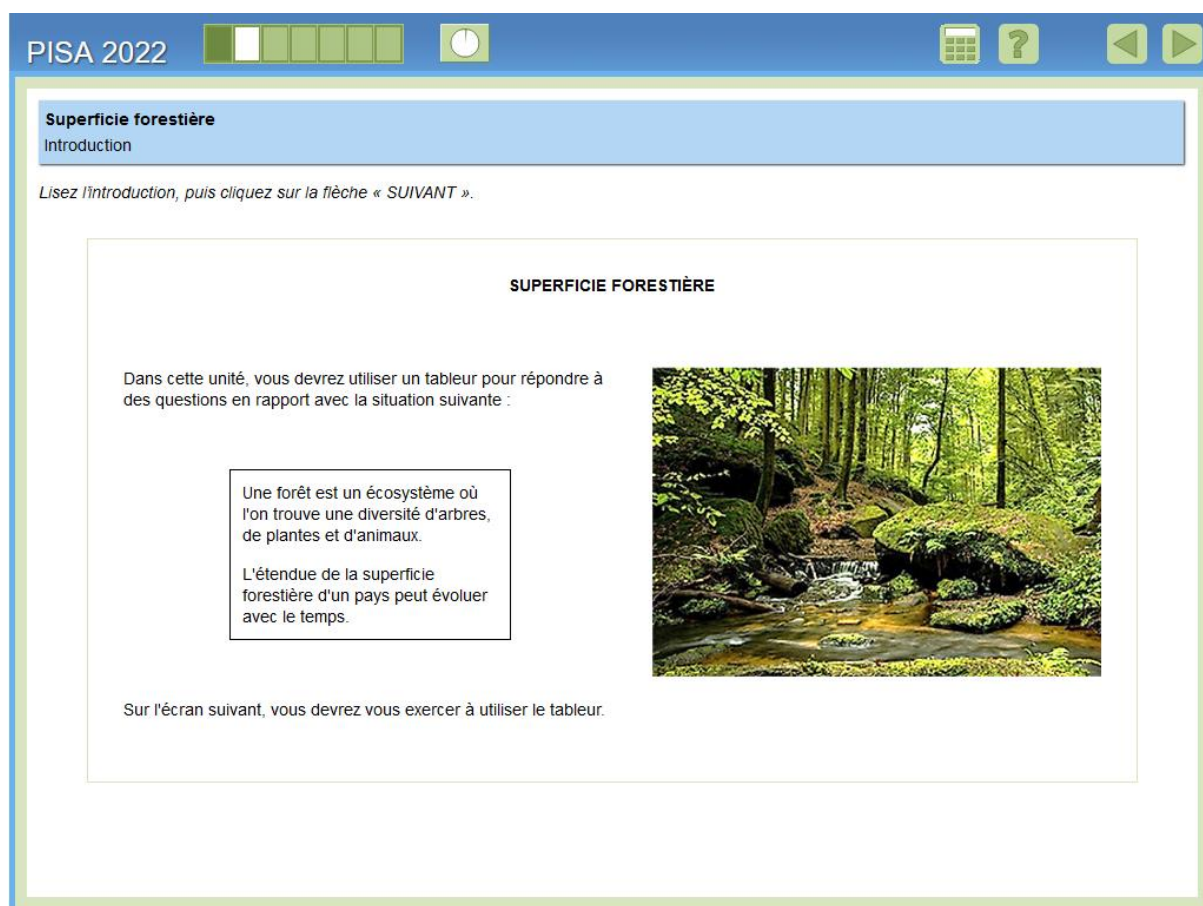
Pour toutes les questions de l'unité, les données utilisées sont les étendues des superficies forestières en pourcentage de la superficie totale de chaque territoire pour 15 pays pour les années 2005, 2010 et 2015.

Le contexte est donc un contexte sociétal autour du thème de la nature et de l'environnement.

Les élèves peuvent naviguer librement d'une question à une autre au sein de la même unité. Par conséquent, revenir en arrière pour changer une réponse est possible.

4.2. Introduction

FIGURE 7 • Fenêtre d'introduction de l'unité « Superficie forestière »



The screenshot shows the PISA 2022 interface for the 'Superficie forestière' unit introduction. At the top, there is a blue header with 'PISA 2022' on the left and navigation icons (calculator, question mark, back, forward) on the right. Below the header, a blue bar contains the title 'Superficie forestière' and the subtitle 'Introduction'. The main content area has a light green background and contains the following text:

Lisez l'introduction, puis cliquez sur la flèche « SUIVANT ».

SUPERFICIE FORESTIÈRE

Dans cette unité, vous devrez utiliser un tableur pour répondre à des questions en rapport avec la situation suivante :

Une forêt est un écosystème où l'on trouve une diversité d'arbres, de plantes et d'animaux.

L'étendue de la superficie forestière d'un pays peut évoluer avec le temps.

Sur l'écran suivant, vous devrez vous exercer à utiliser le tableur.

To the right of the text is a photograph of a lush green forest with a small stream flowing through it.

Il s'agit de l'introduction de l'unité « *Superficie forestière* », qui fournit aux élèves des informations générales sur le contexte de l'unité, l'étendue de la superficie forestière d'un pays peut évoluer avec le temps, et leur fait savoir qu'ils utiliseront un tableur pour aider à répondre aux questions.

4.3. Présentation des fonctionnalités du tableur

FIGURE 8 • Visuel des fonctionnalités du tableur de l'unité « Superficie forestière »

PISA 2022

Superficie forestière
Exercice

Exercez-vous à utiliser le tableur avant de passer aux questions.

Utilisez le tableur pour effectuer les trois actions suivantes.

1. Trier une colonne.

- Cliquez sur le symbole ▼ dans la colonne B, C ou D pour trier cette colonne par ordre croissant (du plus petit au plus grand).
- Remarquez que toutes les autres colonnes sont alors aussi triées dans le même ordre que cette colonne.

2. Effectuer un calcul

- Sélectionnez une colonne dans le premier menu déroulant situé sous le tableur.
- Sélectionnez ensuite une opération dans le menu déroulant du milieu.
- Enfin, sélectionnez une colonne dans le dernier menu déroulant.
- Cliquez sur « Exécuter ».
- Les résultats s'affichent dans la première colonne vide disponible.

3. Afficher la moyenne d'une colonne

- Sélectionnez une colonne dans le menu déroulant situé à côté de « Moyenne », sous le tableur.
- Cliquez sur « Exécuter ».
- Le résultat s'affiche dans la cellule en bas de cette colonne.

Cliquez sur pour continuer.

SUPERFICIE FORESTIÈRE

Le tableau ci-dessous indique l'étendue de la superficie forestière de 15 pays, exprimée en pourcentage de la superficie totale de leur territoire. Les données concernent les années 2005, 2010 et 2015.

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G
Pays	2005	2010	2015	↻ ✕	↻ ✕	↻ ✕
Algérie	0,64	0,81	0,82			
Allemagne	32,66	32,73	32,76			
Arménie	11,77	11,74	11,77			
Colombie	54,26	52,85	52,73			
Corée du Sud	64,42	64,08	63,69			
États-Unis	33,26	33,7	33,85			
Grèce	29,11	30,28	31,45			
Inde	22,77	23,47	23,77			
Kazakhstan	1,24	1,23	1,23			
Liban	13,34	13,38	13,42			
Panama	64,33	63,21	62,11			
Pérou	59,01	58,45	57,79			
Portugal	36,52	35,89	35,25			
Sénégal	45,05	44,01	42,97			
Thaïlande	31,51	31,81	32,1			

Calcul

Colonne ▼

Opération ▼

Colonne ▼

Exécuter

Moyenne

Colonne ▼

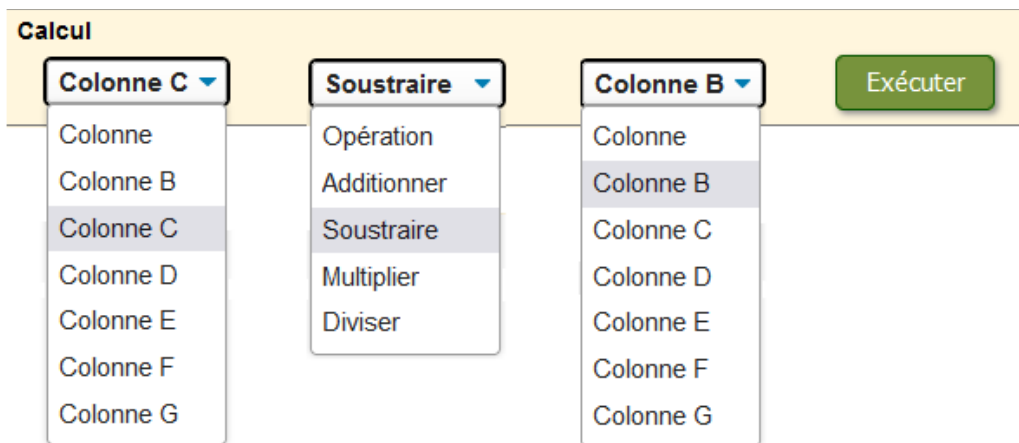
Exécuter

Effacer tout

Après la fenêtre d'introduction, l'élève arrive sur une fenêtre d'entraînement où il doit effectuer plusieurs actions pour se familiariser avec les fonctionnalités de l'outil tableur proposé. Les données sont présentées dans les colonnes B, C et D. Les colonnes E, F et G sont vides lorsque les élèves accèdent pour la première fois à chaque question de l'unité, et l'ordre par défaut des pays est alphabétique.

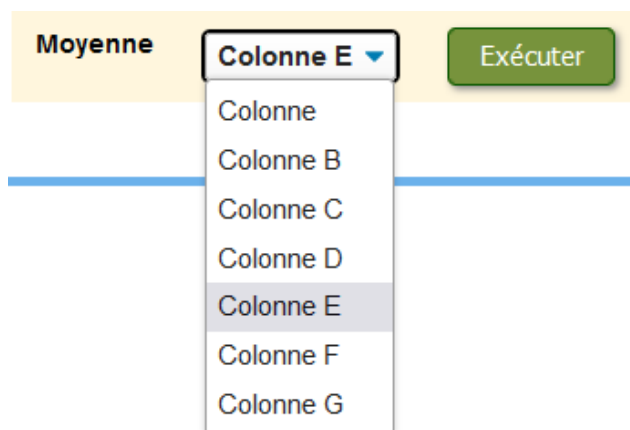
Les actions proposées comprennent :

- **le tri** de n'importe quelle colonne en cliquant sur la flèche ▼ en haut d'une colonne (un clic pour l'ordre croissant et deux clics pour l'ordre décroissant). Toutes les autres colonnes sont alors aussi triées dans le même ordre.
- **l'exécution** d'un calcul (addition, soustraction, multiplication ou division) avec les données de deux colonnes.



Par exemple, en sélectionnant simultanément **Colonne C** dans le premier menu déroulant, **Soustraire** dans le deuxième menu et **Colonne B** dans le troisième menu déroulant et en cliquant sur le bouton Exécuter, on remplit la colonne E (ou la première colonne orange sans données) avec sur chaque ligne, la différence entre la valeur de la colonne C et celle de la colonne B dans cette même ligne.

- **le calcul de la moyenne** de n'importe quelle colonne. Par exemple, en sélectionnant Colonne E dans le menu déroulant et en cliquant sur le bouton Exécuter, la moyenne des données de la colonne E apparaît en bas de la colonne.



Chaque action est accompagnée d'instructions sur la façon d'utiliser l'outil pour effectuer cette action, et doit être terminée avant que l'action suivante ne soit affichée (pour plus de commodité, elles sont toutes affichées dans la capture d'écran en début de partie). La flèche pour passer à l'écran suivant ne devient active qu'une fois les trois actions terminées. On peut noter que les données utilisées par l'élève dans l'écran d'entraînement sont celles utilisées dans l'unité.

Si l'élève ne sait pas quoi faire sur cet écran et est inactif pendant un certain temps (environ 30 secondes), un message contextuel apparaît pour lui rappeler l'action qu'il doit effectuer. Par exemple, après une période d'inactivité à la première étape, l'élève obtient le message suivant :

Cliquez sur le nom d'une des colonnes pour trier les données dans le tableur.

Si une autre période d'inactivité (encore environ 30 secondes) s'écoule après l'apparition du message contextuel, une animation montre comment effectuer chaque action.


Par exemple, après une seconde période d'inactivité à la première étape, l'élève obtient le message suivant après que la colonne D a été triée :

Voici ce que l'on obtient en cliquant sur le nom de la colonne D.

Une fois toutes les animations exécutées, l'élève peut passer à la fenêtre suivante.

Notons que d'autres fonctionnalités ne sont pas détaillées dans ces instructions mais sont suffisamment explicites.

Un bouton « Effacer tout » permet d'effacer toutes les données calculées dans le tableau.

Un appui sur l'icône  en haut d'une colonne orange permet de relancer un calcul effectué.

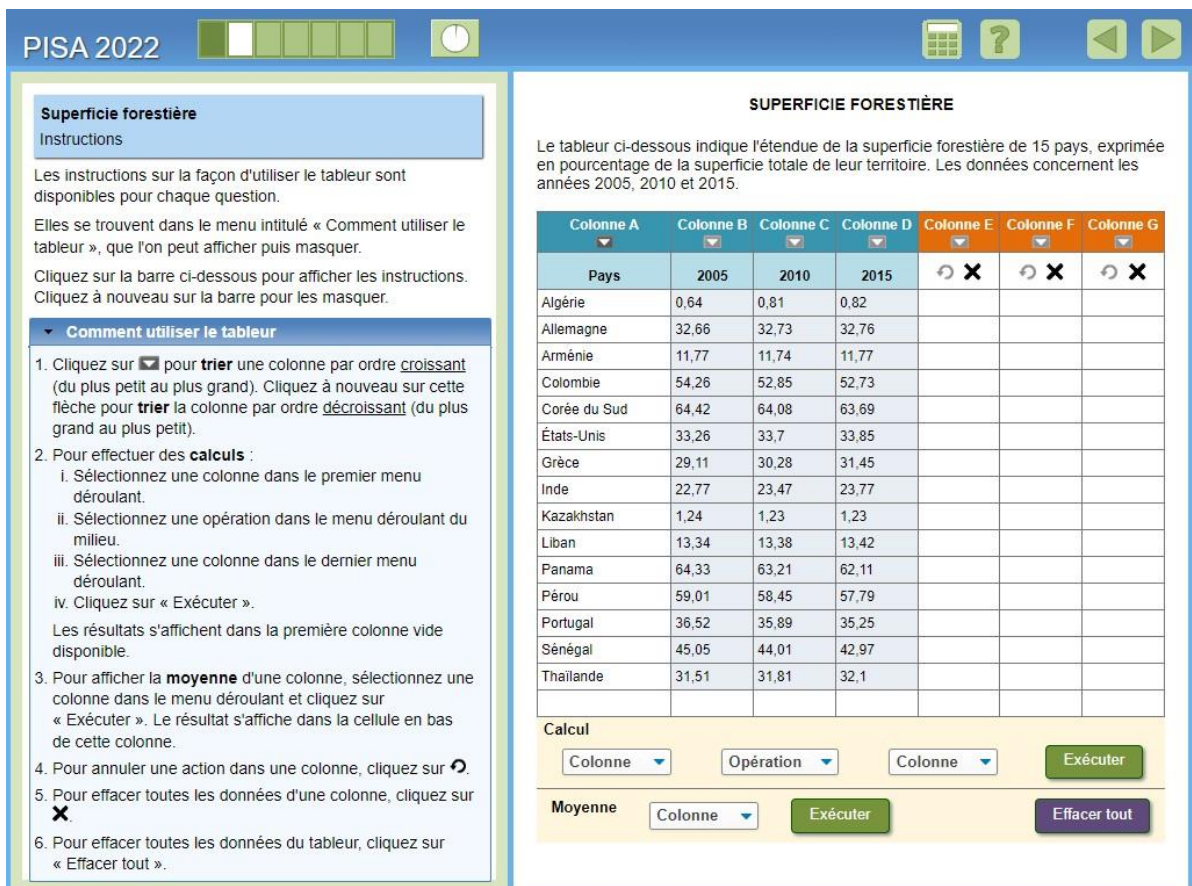
L'élève est limité aux trois colonnes E, F et G pour effectuer des calculs. S'il exécute un quatrième calcul sur les colonnes, un message apparaît pour lui indiquer :

« Tableur plein. Effacez les données d'une des colonnes avant d'effectuer le calcul. »

Un appui sur l'icône  en haut d'une colonne orange permet de supprimer les données de cette colonne.

4.4. Instructions « Comment utiliser le tableur »

FIGURE 9 • Fenêtre d'instructions de l'unité « Superficie forestière »



PISA 2022




Superficie forestière
Instructions

Les instructions sur la façon d'utiliser le tableur sont disponibles pour chaque question.

Elles se trouvent dans le menu intitulé « Comment utiliser le tableur », que l'on peut afficher puis masquer.







Cliquez sur la barre ci-dessous pour afficher les instructions. Cliquez à nouveau sur la barre pour les masquer.

Comment utiliser le tableur




- Cliquez sur  pour **trier** une colonne par ordre **croissant** (du plus petit au plus grand). Cliquez à nouveau sur cette flèche pour **trier** la colonne par ordre **décroissant** (du plus grand au plus petit).
- Pour effectuer des **calculs** :
 - Sélectionnez une colonne dans le premier menu déroulant.
 - Sélectionnez une opération dans le menu déroulant du milieu.
 - Sélectionnez une colonne dans le dernier menu déroulant.
 - Cliquez sur « Exécuter ».
 Les résultats s'affichent dans la première colonne vide disponible.
- Pour afficher la **moyenne** d'une colonne, sélectionnez une colonne dans le menu déroulant et cliquez sur « Exécuter ». Le résultat s'affiche dans la cellule en bas de cette colonne.
- Pour annuler une action dans une colonne, cliquez sur .
- Pour effacer toutes les données d'une colonne, cliquez sur .
- Pour effacer toutes les données du tableur, cliquez sur « Effacer tout ».


SUPERFICIE FORESTIÈRE

Le tableau ci-dessous indique l'étendue de la superficie forestière de 15 pays, exprimée en pourcentage de la superficie totale de leur territoire. Les données concernent les années 2005, 2010 et 2015.

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G
Pays	2005	2010	2015	 	 	 
Algérie	0,64	0,81	0,82			
Allemagne	32,66	32,73	32,76			
Arménie	11,77	11,74	11,77			
Colombie	54,26	52,85	52,73			
Corée du Sud	64,42	64,08	63,69			
États-Unis	33,26	33,7	33,85			
Grèce	29,11	30,28	31,45			
Inde	22,77	23,47	23,77			
Kazakhstan	1,24	1,23	1,23			
Liban	13,34	13,38	13,42			
Panama	64,33	63,21	62,11			
Pérou	59,01	58,45	57,79			
Portugal	36,52	35,89	35,25			
Sénégal	45,05	44,01	42,97			
Thaïlande	31,51	31,81	32,1			

Calcul

Colonne  Opération  Colonne  **Exécuter**

Moyenne Colonne  **Exécuter** **Effacer tout**

Après la fenêtre de pratique, l'élève arrive à une fenêtre d'instructions, qui lui fait simplement savoir que les instructions d'utilisation du tableur sont disponibles pour chaque question de l'unité et peuvent toujours être consultées en cliquant sur la barre avec le texte, « Comment utiliser la feuille de calcul ». Cliquer sur cette barre ouvre la liste des instructions, comme indiqué ci-dessus. Un nouveau clic sur la barre ferme la liste des instructions.

Comme pour l'écran d'entraînement, l'élève n'est pas autorisé à dépasser cet écran tant qu'il n'a pas exécuté l'action (c'est-à-dire ouvert les instructions). Encore une fois, s'il y a une période d'inactivité, un message contextuel rappelle à l'élève l'action qu'il doit effectuer. S'il n'exécute toujours pas l'action, après une autre courte période, une animation se joue. Après la lecture de l'animation, l'élève peut passer à la première question de l'unité.

4.5. Quelques remarques sur l'outil tableur

Le tableur mis à disposition de l'élève dans l'unité est de même type que celui utilisé dans d'autres questions.

Sa prise en main et son utilisation sont différentes de celle des tableurs utilisés dans les classes des cycles 3 et 4 (LibreOffice Calc, Microsoft Excel, tableur GeoGebra, Google Sheets ...).

Les colonnes sont nommées (Colonne A, Colonne B ...) et les lignes ne sont pas numérotées. Il n'y a donc pas de référence par cellule.

L'obtention des résultats ne nécessite donc pas de formule à écrire par cellule et à copier dans d'autres cellules. Il n'y a pas non plus de choix de cellule(s) destinataire(s) des résultats. L'élève peut seulement effectuer des choix de colonnes ou d'opérations à l'aide de menus déroulants. Les résultats obtenus seront automatiquement affichés dans une cellule ou une colonne choisie par l'outil.

Le tutoriel incite d'ailleurs l'élève à effectuer toutes les tâches nécessaires pour répondre aux questions qui suivent.

L'élève n'ayant pas de connaissance particulière concernant l'utilisation d'un tableur n'a certainement pas été perturbé par cet outil. Pour un élève plus habitué à l'utilisation d'un tableur avec références aux cellules, la phase d'adaptation a peut-être été plus longue.

4.6. QUESTION 1 – QCM avec menus déroulants

FIGURE 10 • Question 1 de l'unité « Superficie forestière »

PISA 2022

Superficie forestière
Question 1 / 4

► Comment utiliser le tableur

Utilisez les informations fournies sous « Superficie forestière » à droite. Aidez-vous du tableur pour répondre à la question ci-dessous. Pour répondre à chaque question, sélectionnez vos réponses dans les menus déroulants.

Dans le tableau ci-dessous, répondez à chaque question en sélectionnant un pays dans le menu déroulant correspondant.

Question	Pays
Quel pays a connu la plus grande hausse en points de pourcentage entre 2005 et 2015 ?	Sélectionnez ▼
Quel pays n'a connu aucune évolution globale entre 2005 et 2015 ?	Sélectionnez ▼
Quel pays a connu la plus grande baisse en points de pourcentage entre 2005 et 2015 ?	Sélectionnez ▼

SUPERFICIE FORESTIÈRE

Le tableau ci-dessous indique l'étendue de la superficie forestière de 15 pays, exprimée en pourcentage de la superficie totale de leur territoire. Les données concernent les années 2005, 2010 et 2015.

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G
Pays	2005	2010	2015	↻ ✕	↻ ✕	↻ ✕
Algérie	0,64	0,81	0,82			
Allemagne	32,66	32,73	32,76			
Arménie	11,77	11,74	11,77			
Colombie	54,26	52,85	52,73			
Corée du Sud	64,42	64,08	63,69			
États-Unis	33,26	33,7	33,85			
Grèce	29,11	30,28	31,45			
Inde	22,77	23,47	23,77			
Kazakhstan	1,24	1,23	1,23			
Liban	13,34	13,38	13,42			
Panama	64,33	63,21	62,11			
Pérou	59,01	58,45	57,79			
Portugal	36,52	35,89	35,25			
Sénégal	45,05	44,01	42,97			
Thaïlande	31,51	31,81	32,1			

Calcul

Colonne ▼ Opération ▼ Colonne ▼ Exécuter

Moyenne Colonne ▼ Exécuter Effacer tout

Questions : Quel pays a connu la plus grande hausse/n'a connu aucune évolution globale/a connu la plus grande baisse en points de pourcentage entre 2005 et 2015 ?

Présentation de la question

La première question de l'unité demande à l'élève d'identifier, en termes de points de pourcentage, les trois pays qui, entre 2005 et 2015, ont : la plus grande hausse de leur pourcentage de superficie forestière, aucune évolution globale de leur pourcentage de superficie forestière, et la plus grande baisse dans son pourcentage de superficie forestière. Les trois questions sont présentées dans une colonne d'un tableau et les trois réponses sont à sélectionner dans les lignes correspondantes de la seconde colonne de ce tableau via des menus déroulants contenant le nom des 15 pays dans l'ordre alphabétique.

- Sélectionnez
- Algérie
 - Allemagne
 - Arménie
 - Colombie
 - Corée du Sud
 - États-Unis
 - Grèce
 - Inde
 - Kazakhstan
 - Liban
 - Panama
 - Pérou
 - Portugal
 - Sénégal
 - Thaïlande

TABLEAU 17 • Caractéristiques de la question 1 de l'unité « Superficie forestière »

Caractéristiques PISA			
Unité – n° question	Superficie forestière – question 1		
Contenu mathématique	Incertitude et données		
Processus	Formuler		
Contexte	Sociétal		
Format de la question	Question à choix multiples complexes - Menus déroulants		
Réponse attendue	Grèce pour la « hausse » Arménie pour « aucune évolution globale » Panama pour la « baisse »		
Codage des réponses	Correction automatisée Crédit complet : Les trois pays sont correctement identifiés Crédit partiel : Deux pays sont correctement identifiés (l'autre pays est incorrect ou manquant)		
Niveaux de compétence	5 (Crédit complet)	4 (Crédit partiel)	
Lien avec les programmes et attendus français			
Attendus de fin de cycle Connaissances et compétences associés	Dès les attendus de fin de 5 ^e pour l'utilisation du tableur Organisation et gestion de données, fonctions Interpréter, représenter et traiter des données		
Niveau scolaire correspondant	Fin de cycle 4 ou 2 ^{de}		
Compétence(s) travaillée(s)	Cycle 4 – 2 ^{de} GT : Chercher : s'engager dans une démarche scientifique, observer, ... 2 ^{de} Pro : S'approprier		
Résultats statistiques			
	Taux de crédit complet	Taux de crédit partiel	Taux de non-réponse
France	28,9 %	14,0 %	12,0 %
OCDE	24,3 %	16,3 %	10,0 %

Analyse de la tâche et stratégies de résolution

Une méthode de résolution possible, qui est illustrée avec la capture d'écran ci-dessous, consiste à utiliser le tableur pour effectuer le calcul suivant : « Colonne D | Soustraire | Colonne B », qui soustrait le pourcentage de superficie forestière en 2005 du pourcentage de superficie forestière en 2015 pour chaque pays. Les résultats de cette opération sont présentés dans la colonne E. Ensuite, l'élève peut choisir de trier les données de la colonne E pour faciliter l'identification de chaque pays.

FIGURE 11 • Visuel d'un exemple de résolution de la question 1 de l'unité « Superficie forestière »

PISA 2022

Superficie forestière
Question 1 / 4

► **Comment utiliser le tableur**

Utilisez les informations fournies sous « Superficie forestière » à droite. Aidez-vous du tableur pour répondre à la question ci-dessous. Pour répondre à chaque question, sélectionnez vos réponses dans les menus déroulants.

Dans le tableau ci-dessous, répondez à chaque question en sélectionnant un pays dans le menu déroulant correspondant.

Question	Pays
Quel pays a connu la plus grande hausse en points de pourcentage entre 2005 et 2015 ?	Grèce ▼
Quel pays n'a connu aucune évolution globale entre 2005 et 2015 ?	Arménie ▼
Quel pays a connu la plus grande baisse en points de pourcentage entre 2005 et 2015 ?	Panama ▼

SUPERFICIE FORESTIÈRE

Le tableau ci-dessous indique l'étendue de la superficie forestière de 15 pays, exprimée en pourcentage de la superficie totale de leur territoire. Les données concernent les années 2005, 2010 et 2015.

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G
Pays	2005	2010	2015	↻ X	↻ X	↻ X
Panama	64,33	63,21	62,11	-2,22		
Sénégal	45,05	44,01	42,97	-2,08		
Colombie	54,26	52,85	52,73	-1,53		
Portugal	36,52	35,89	35,25	-1,27		
Pérou	59,01	58,45	57,79	-1,22		
Corée du Sud	64,42	64,08	63,69	-0,73		
Kazakhstan	1,24	1,23	1,23	-0,01		
Arménie	11,77	11,74	11,77	0,00		
Liban	13,34	13,38	13,42	0,08		
Allemagne	32,66	32,73	32,76	0,10		
Algérie	0,64	0,81	0,82	0,18		
Thaïlande	31,51	31,81	32,1	0,59		
États-Unis	33,26	33,7	33,85	0,59		
Inde	22,77	23,47	23,77	1,00		
Grèce	29,11	30,28	31,45	2,34		

Calcul

Colonne D ▼ Soustraire ▼ Colonne B ▼ Exécuter

Moyenne Colonne ▼ Exécuter Effacer tout

Le pays avec la plus grande hausse est alors le pays avec le plus grand résultat positif, qui est la Grèce à 2,34 points de pourcentage ; le pays sans évolution globale est le pays avec une différence de 0,00, c'est-à-dire l'Arménie ; et le pays avec la plus grande baisse est le pays avec le plus petit résultat négatif, qui est le Panama à -2,22 points de pourcentage.

L'élève doit extraire les bonnes informations du tableau (colonnes B et D pour les années 2005 et 2015). Il peut utiliser le tableur pour calculer mais aussi faire des calculs à l'aide de la calculatrice proposée, ou encore travailler avec des ordres de grandeurs : pour la plus grande hausse, deux pays seulement ont une hausse de plus d'un point de pourcentage ; pour la plus grande baisse, deux pays ont une baisse de plus de deux points de pourcentage.

Lien avec les programmes et attendus du cycle 4

L'expression de « point de pourcentage » n'est pas inscrite explicitement dans les programmes de cycle 4 ou de seconde. L'élève peut l'avoir utilisée dans des exercices en mathématiques, en histoire-géographie ou en SES par exemple.

L'utilisation du tableur apparaît dans les programmes de cycle 4 dès l'introduction dans laquelle il est indiqué que : « L'utilisation d'outils comme le tableur, la calculatrice, un logiciel de géométrie dynamique ou de programmation permet de gérer des données réelles ou expérimentales, de faire des représentations et des simulations [...] ». Elle apparaît aussi plus loin dans le cadre de l'organisation et la gestion de données pour « interpréter, représenter et traiter des données ». La compétence est alors « Utiliser un tableur grapheur pour présenter des données sous la forme d'un tableau ou d'un diagramme ». Son utilisation est aussi préconisée dans le cadre de simulation d'expériences aléatoires en probabilité ou de représentation de fonctions par exemple. Son utilisation est indiquée dès les attendus de fin d'année de 5^e et apparaît aussi dans les attendus de fin d'année de 4^e et de 3^e.

L'utilisation du tableur est le plus souvent proposée lors de séances d'activités dans lesquelles le professeur manipule le logiciel sur son ordinateur projeté au tableau ou sur un TNI. L'élève peut aussi avoir été mis en activité en salle informatique.

L'utilisation de fonction de tri avec le tableur n'est pas habituelle dans les usages des élèves.

Le tableur peut aussi avoir été utilisé par les élèves dans le cadre du cours de technologie.

Cependant, la complexité du jeu de données nécessite des compétences de recherche et d'interprétation qui sont davantage développées au lycée qu'au collège. La capacité à « organiser des données statistiques en choisissant un mode de représentation adapté à l'aide des fonctions statistiques d'une calculatrice ou d'un tableur » est alors indiquée dans les programmes.

Analyse des erreurs

- **Inversion des pays ayant connu la plus forte hausse et la plus forte baisse (Panama-Arménie-Grèce) :** selon l'ordre dans lequel l'élève effectue le calcul, l'identification des pays peut être plus difficile. Par exemple, si l'élève calcule « Colonne B soustraire Colonne D » (au lieu de « Colonne D soustraire Colonne B »), alors le signe de chaque résultat qui apparaît dans la colonne E sera inversé (par exemple, Grèce = -2,34 et Panama = +2,22).

En France, on constate un taux de réponse « Panama » (au lieu de la Grèce) d'environ 6 % (3^e dans l'ordre des réponses les plus données), et un taux de réponse d'environ 8 % pour « Grèce » (au lieu du Panama).

- **Choix du Liban pour le pays n'ayant connu aucune évolution globale entre 2005 et 2015 :** en France, on constate un fort taux de réponse « Liban », 15,5 % (2^e dans l'ordre des réponses les plus données). Ce taux de réponse est en moyenne de 14,4 % dans les pays de l'OCDE. Les élèves qui répondent ainsi ont remarqué que le pourcentage de la superficie forestière au Liban augmente de 0,04 point de pourcentage entre 2005 et 2010, et à nouveau de 0,04 point de pourcentage de 2010 à 2015 : l'augmentation est la même en point de pourcentage, ce qui peut expliquer la confusion.
- **Réponses faisant apparaître la Corée du Sud (pour la plus grande hausse) ou l'Algérie (pour la plus grande baisse) :** L'élève a pu prendre en compte uniquement une colonne, voire deux (2005 et 2015) et confondre « plus grande hausse » (respectivement « plus grande baisse ») avec un maximum (resp. un minimum) de pourcentage sur une année ou les deux années données. La Corée du Sud est le pays de la liste proposée ayant le plus grand pourcentage et l'Algérie celui ayant le plus petit pourcentage.

En France, on constate un taux de réponse « Corée du Sud » d'environ 17 % (2^e dans l'ordre des réponses les plus données), et d'environ 7 % pour la réponse « Algérie » (4^e réponse dans l'ordre des réponses les plus données).

On retrouve cette même tendance dans la moyenne de l'OCDE (15 % pour la réponse « Corée du Sud » et 5 % pour la réponse « Algérie »).

- **Choix du Sénégal pour le pays ayant connu la plus grande baisse :** en France, on constate que le taux de réponse « Sénégal » est d'environ 20,5 %, taux très élevé (2^e dans l'ordre des réponses les plus données). Cette réponse peut correspondre au calcul du quotient des données de 2015 sur celles de 2005 : le résultat du Sénégal est alors le plus faible. Avec ce calcul, l'Algérie est le pays dont le résultat est le plus fort, ce qui peut également expliquer le fort taux de cette réponse pour la plus grande hausse. Les programmes français de mathématiques incitent à travailler la notion d'évolution à l'aide de coefficient multiplicateur et de taux. Cela peut expliquer le choix de l'opération.
- **Choix du Kazakhstan pour le pays n'ayant connu aucune évolution globale entre 2005 et 2015 :** L'élève n'a pas pris en compte les colonnes B et D correspondant aux années 2005 et 2015 mais a

pu faire les calculs (ou observé l'évolution) pour les années 2010 et 2015. En effet les pourcentages sont identiques pour le Kazakhstan sur ces deux années.

Ce type d'erreur n'a pas été souvent rencontré dans les réponses d'élèves (moins de 1 % des réponses).

Codage des réponses

Le codage de la réponse est automatisé.

Le tableau suivant indique, pour chacune des trois questions du tableau série et pour les trois ou quatre réponses les plus fréquentes pour les élèves français (ainsi que la non-réponse), le pourcentage des élèves français (des élèves de l'Union Européenne et des élèves de l'OCDE) ayant rencontré la question qui ont choisi cette réponse.

TABLEAU 18 • Répartition des réponses à la question 1 de l'unité « Superficie forestière »

Question	Réponse	FRANCE	UE	OCDE
Plus grande hausse	Grèce	46,7	46,4	45,2
	Corée du Sud	16,9	14,3	14,9
	Panama	6,4	8,1	7,8
	Algérie	6,0	6,7	6,2
	Non-réponse	14,1	11,7	12,4
Aucune évolution	Arménie	55,3	59,6	56,0
	Liban	15,5	13,8	14,2
	Algérie	5,1	3,9	4,9
	Non-réponse	14,5	12,3	13,1
Plus grande baisse	Panama	35,8	31,8	31,0
	Sénégal	20,5	22,7	21,5
	Grèce	8,2	10,8	10,1
	Algérie	7,1	4,0	5,0
	Non-réponse	14,9	13,0	13,6

Lecture : En 2022, 46,7 % des élèves français ayant rencontré cette question ont choisi la Grèce pour la 1^{re} réponse du tableau, 46,7 % des élèves français ayant rencontré cette question ont choisi l'Arménie pour la 2^e réponse du tableau et 35,8 % des élèves français ayant rencontré cette question ont choisi le Panama pour la 3^e réponse du tableau

Sources : DEPP, OCDE

Difficulté

Une réponse à crédit complet identifie correctement les trois pays et se positionne au niveau 5 de l'échelle, ce qui signifie qu'il s'agit d'une tâche difficile pour l'élève. Un crédit partiel a été accordé pour l'identification correcte de deux pays, et il s'agit d'une tâche modérément difficile qui évolue au niveau 4. Le crédit partiel nécessite toujours de faire le même travail qu'une réponse à crédit complet. Autrement dit, pour identifier correctement deux ou trois pays, l'élève doit déterminer quel(s) calcul(s) effectuer, utiliser le tableur pour les effectuer, et enfin interpréter les résultats en fonction du contexte.

Néanmoins, les deux premiers pays (Grèce et Arménie) peuvent être identifiés facilement sans tableur, ce qui permet d'obtenir le crédit partiel.

TABLEAU 19 • Comparaisons internationales

PAYS	Réponse correcte Crédit complet (en %)	Réponse incomplète Crédit partiel (en %)	Réponse incorrecte Pas de crédit (en %)	Non-réponse (en %)
FRANCE	28,9	14,0	43,1	12,0
OCDE	24,3	16,3	47,1	10,0
ALLEMAGNE	23,1	16,6	44,7	12,2
ESPAGNE	20,3	15,1	52,0	10,2
ITALIE	22,2	21,0	38,8	14,0
JAPON	41,5	20,1	32,0	4,8
PORTUGAL	27,0	21,1	43,1	6,3
ROYAUME-UNI	35,3	17,6	37,5	7,7

Lecture : en 2022, 28,9 % des élèves français ayant rencontré cette question ont fourni une réponse correcte.

Note : par le jeu des arrondis, les totaux en pourcentages en ligne peuvent être légèrement différents de 100 %.

Sources : DEPP, OCDE

4.7 QUESTION 2 – QCM

FIGURE 12 • Question 2 de l'unité « Superficie forestière »

PISA 2022

⏱

🧮

?

⏪

⏩

Superficie forestière
Question 2 / 4

► **Comment utiliser le tableur**

Utilisez les informations fournies sous « Superficie forestière » à droite. Aidez-vous du tableur pour répondre à la question ci-dessous. Cliquez sur la réponse de votre choix.

Examinez les deux périodes suivantes : de 2005 à 2010, et de 2010 à 2015.

Quelle affirmation décrit correctement l'évolution de la moyenne du pourcentage de la superficie forestière pour ces deux périodes ?

- L'évolution de la moyenne a été positive pour ces deux périodes.
- L'évolution de la moyenne a été négative pour ces deux périodes.
- L'évolution de la moyenne a été la même pour ces deux périodes.
- L'évolution de la moyenne a été positive pour une période et négative pour l'autre.

SUPERFICIE FORESTIÈRE

Le tableur ci-dessous indique l'étendue de la superficie forestière de 15 pays, exprimée en pourcentage de la superficie totale de leur territoire. Les données concernent les années 2005, 2010 et 2015.

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G
Pays	2005	2010	2015	↻ ✕	↻ ✕	↻ ✕
Algérie	0,64	0,81	0,82			
Allemagne	32,66	32,73	32,76			
Arménie	11,77	11,74	11,77			
Colombie	54,26	52,85	52,73			
Corée du Sud	64,42	64,08	63,69			
États-Unis	33,26	33,7	33,85			
Grèce	29,11	30,28	31,45			
Inde	22,77	23,47	23,77			
Kazakhstan	1,24	1,23	1,23			
Liban	13,34	13,38	13,42			
Panama	64,33	63,21	62,11			
Pérou	59,01	58,45	57,79			
Portugal	36,52	35,89	35,25			
Sénégal	45,05	44,01	42,97			
Thaïlande	31,51	31,81	32,1			

Calcul

Colonne ▼

Opération ▼

Colonne ▼

Exécuter

Moyenne

Colonne ▼

Exécuter

Effacer tout

Question : Quelle affirmation décrit correctement l'évolution de la moyenne du pourcentage de la superficie forestière pour ces deux périodes ?

Présentation de la question

Dans la deuxième question de cette unité, on demande à l'élève de considérer les données sur deux périodes, de 2005 à 2010 et de 2010 à 2015, puis de choisir l'affirmation qui décrit correctement l'évolution de la moyenne du pourcentage de la superficie forestière pour chaque période.

TABLEAU 20 • Caractéristiques de la question 2 de l'unité « Superficie forestière »

Caractéristiques PISA		
Unité – n° question	Superficie forestière – question 2	
Contenu mathématique	Incertitude et données	
Processus	Interpréter et évaluer	
Contexte	Sociétal	
Format de la question	Question à choix multiples simples	
Réponse attendue	L'évolution de la moyenne a été négative pour ces deux périodes.	
Codage des réponses	Correction automatique	
Niveau de compétence	5	
Lien avec les programmes et attendus français		
Attendus de fin de cycle Connaissances et compétences associés	Dès les attendus de fin de 5 ^e pour l'utilisation du tableur Organisation et gestion de données, fonctions Interpréter, représenter et traiter des données	
Niveau scolaire correspondant	Fin de cycle 4 ou 2 ^{de}	
Compétence(s) travaillée(s)	Cycle 4 – 2 ^{de} GT : Chercher : s'engager dans une démarche scientifique, observer, [...] 2 ^{de} Pro : S'approprier	
Résultats statistiques		
	Taux de crédit complet :	Taux de non-réponse
France	42,5 %	16,2 %
OCDE	33,6 %	13,8 %

Analyse de la tâche et stratégies de résolution

Une méthode de résolution possible (voir la FIGURE 13 •) consiste à demander au tableur de calculer la moyenne des colonnes B, C et D, de remarquer qu'elle a diminué de 2005 à 2010 (de 33,33 % à 33,18 %) et qu'elle a également diminué de 2010 à 2015 (de 33,18 % à au 33,05 %). Étant donné que la variation moyenne a diminué à chaque période, la bonne réponse est « l'évolution de la moyenne a été négative pour ces deux périodes ».

FIGURE 13 • Visuel d'un exemple de résolution de la question 2 de l'unité « Superficie forestière »

PISA 2022

P

C

?

◀

▶

Superficie forestière
Question 2 / 4

► **Comment utiliser le tableur**

Utilisez les informations fournies sous « Superficie forestière » à droite. Aidez-vous du tableur pour répondre à la question ci-dessous. Cliquez sur la réponse de votre choix.

Examinez les deux périodes suivantes : de 2005 à 2010, et de 2010 à 2015.

Quelle affirmation décrit correctement l'évolution de la moyenne du pourcentage de la superficie forestière pour ces deux périodes ?

- L'évolution de la moyenne a été positive pour ces deux périodes.
- L'évolution de la moyenne a été négative pour ces deux périodes.
- L'évolution de la moyenne a été la même pour ces deux périodes.
- L'évolution de la moyenne a été positive pour une période et négative pour l'autre.

SUPERFICIE FORESTIÈRE

Le tableau ci-dessous indique l'étendue de la superficie forestière de 15 pays, exprimée en pourcentage de la superficie totale de leur territoire. Les données concernent les années 2005, 2010 et 2015.

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G
Pays	2005	2010	2015	↻ ✕	↻ ✕	↻ ✕
Algérie	0,64	0,81	0,82			
Allemagne	32,66	32,73	32,76			
Arménie	11,77	11,74	11,77			
Colombie	54,26	52,85	52,73			
Corée du Sud	64,42	64,08	63,69			
États-Unis	33,26	33,7	33,85			
Grèce	29,11	30,28	31,45			
Inde	22,77	23,47	23,77			
Kazakhstan	1,24	1,23	1,23			
Liban	13,34	13,38	13,42			
Panama	64,33	63,21	62,11			
Pérou	59,01	58,45	57,79			
Portugal	36,52	35,89	35,25			
Sénégal	45,05	44,01	42,97			
Thaïlande	31,51	31,81	32,1			
	33,33	33,18	33,05			

Calcul

Colonne ▼

Opération ▼

Colonne ▼

Exécuter

Moyenne

Colonne D ▼

Exécuter

Effacer tout

L'élève peut également choisir d'effectuer une séquence d'opérations (voir la FIGURE 14 •), telles que :

- « Colonne C | Soustraire | Colonne B » (les résultats de cette opération sont indiqués dans la colonne E), qui représente la variation du pourcentage de la superficie forestière pour la période de 2005 à 2010.
- « Colonne D | Soustraire | Colonne C » (les résultats de cette opération sont indiqués dans la colonne F), qui représente la variation du pourcentage de la superficie forestière pour la période de 2010 à 2015.
- Calculer la moyenne des colonnes E et F.

FIGURE 14 • Visuel d'un exemple de résolution de la question 2 de l'unité « Superficie forestière »

Superficie forestière
Question 2 / 4

► Comment utiliser le tableur

Utilisez les informations fournies sous « Superficie forestière » à droite. Aidez-vous du tableur pour répondre à la question ci-dessous. Cliquez sur la réponse de votre choix.

Examinez les deux périodes suivantes : de 2005 à 2010, et de 2010 à 2015.

Quelle affirmation décrit correctement l'évolution de la moyenne du pourcentage de la superficie forestière pour ces deux périodes ?

- L'évolution de la moyenne a été positive pour ces deux périodes.
- L'évolution de la moyenne a été négative pour ces deux périodes.
- L'évolution de la moyenne a été la même pour ces deux périodes.
- L'évolution de la moyenne a été positive pour une période et négative pour l'autre.

SUPERFICIE FORESTIÈRE

Le tableau ci-dessous indique l'étendue de la superficie forestière de 15 pays, exprimée en pourcentage de la superficie totale de leur territoire. Les données concernent les années 2005, 2010 et 2015.

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G
Pays	2005	2010	2015	↻ X	↻ X	↻ X
Algérie	0,64	0,81	0,82	0,17	0,01	
Allemagne	32,66	32,73	32,76	0,07	0,03	
Arménie	11,77	11,74	11,77	-0,03	0,03	
Colombie	54,26	52,85	52,73	-1,41	-0,12	
Corée du Sud	64,42	64,08	63,69	-0,34	-0,39	
États-Unis	33,26	33,7	33,85	0,44	0,15	
Grèce	29,11	30,28	31,45	1,17	1,17	
Inde	22,77	23,47	23,77	0,70	0,30	
Kazakhstan	1,24	1,23	1,23	-0,01	0,00	
Liban	13,34	13,38	13,42	0,04	0,04	
Panama	64,33	63,21	62,11	-1,12	-1,10	
Pérou	59,01	58,45	57,79	-0,56	-0,66	
Portugal	36,52	35,89	35,25	-0,63	-0,64	
Sénégal	45,05	44,01	42,97	-1,04	-1,04	
Thaïlande	31,51	31,81	32,1	0,30	0,29	
				-0,15	-0,13	

Calcul

Colonne D | Soustraire | Colonne C | Exécuter

Moyenne | Colonne F | Exécuter | Effacer tout

Lien avec les programmes et attendus du cycle 4

Comme pour la question précédente, la question porte sur une compréhension du tableau de données fourni et demande une bonne compréhension de l'énoncé.

Il peut nécessiter l'utilisation du tableur.

Le calcul d'une moyenne (avec un tableur) n'est pas explicitement précisé dans les programmes.

Analyse des distracteurs/erreurs

- **L'évolution de la moyenne a été positive sur ces deux périodes** : Une mauvaise utilisation du tableur en inversant les colonnes dans le calcul des différences et/ou le calcul de l'évolution en effectuant la différence entre valeur initiale et valeur finale peuvent aboutir à des résultats opposés à ceux attendus.
- **L'évolution de la moyenne a été la même pour ces deux périodes** : En considérant les deux moyennes, l'élève peut estimer qu'il n'y a pas d'évolution significative (-0,15 et -0,13 point de pourcentage) et indiquer que l'évolution a été la même.
- **L'évolution de la moyenne a été positive pour une période et négative pour l'autre** : L'élève peut avoir complété les colonnes E et F et compter le nombre d'évolutions positives et le nombre d'évolutions négatives pour choisir cette réponse.

Codage des réponses

Le codage de la réponse est automatisé.

Le tableau suivant indique, pour chacune des réponses possibles du QCM, les pourcentages des élèves français, des élèves de l'Union Européenne et des élèves de l'OCDE ayant rencontré la question qui ont choisi cette réponse.

Réponse	FRANCE	UE	OCDE
L'évolution de la moyenne a été positive pour ces deux périodes	15,4 %	20,7 %	20,3 %
L'évolution de la moyenne a été négative pour ces deux périodes	42,5 %	33,6 %	33,6 %
L'évolution de la moyenne a été la même pour ces deux périodes	8,1 %	11,1 %	10,5 %
L'évolution de la moyenne a été positive pour une période et négative pour l'autre	17,9 %	21,6 %	21,6 %
Non atteint	1,6 %	2,6 %	2,5 %
Non-réponse	14,6 %	10,7 %	11,5 %

Difficulté

Il s'agit d'une question difficile qui correspond au niveau 5 sur l'échelle de compétences. L'élève doit concevoir une stratégie à l'aide du tableur, mais cette fois, il y a plus de flexibilité dans la façon dont la feuille de calcul peut être utilisée avant d'avoir à interpréter les résultats. La difficulté de cette question réside peut-être dans l'interprétation correcte du mot « évolution » dans le contexte du problème, les résultats pouvant être positifs ou négatifs selon les opérations effectuées et l'ordre dans lequel elles sont exécutées.

La formulation des réponses peut avoir été une réelle difficulté pour les élèves.

Résultats statistiques

TABLEAU 21 • Comparaisons internationales

PAYS	Réponse correcte Crédit complet (en %)	Réponse incorrecte Pas de crédit (en %)	Non-réponse (en %)
FRANCE	42,5	41,4	16,2
OCDE	33,6	52,5	13,8
ALLEMAGNE	30,8	51,0	18,2
ESPAGNE	34,3	51,9	13,8
ITALIE	28,8	50,3	20,9
JAPON	49,5	43,7	6,8
PORTUGAL	36,7	53,3	10,0
ROYAUME-UNI	45,0	45,6	9,4

Lecture : en 2022, 42,5,1 % des élèves français ayant rencontré cette question ont fourni une réponse correcte.

Note : par le jeu des arrondis, les totaux en pourcentages en ligne peuvent être légèrement différents de 100 %.

Sources : DEPP, OCDE

4.8. QUESTION 3 – QCM avec menus déroulants

FIGURE 15 • Question 3 de l'unité « Superficie forestière »

PISA 2022

Superficie forestière
Question 3 / 4

► Comment utiliser le tableau

Utilisez les informations fournies sous « Superficie forestière » à droite. Aidez-vous du tableau pour répondre à la question ci-dessous. Sélectionnez vos réponses dans les menus déroulants.

Examinez les deux périodes suivantes : de 2005 à 2010, et de 2010 à 2015.

Quels sont les deux pays qui ont connu la plus forte évolution du pourcentage de leur superficie forestière, en points de pourcentage, d'une période à l'autre ?

Réponses : et

SUPERFICIE FORESTIÈRE

Le tableau ci-dessous indique l'étendue de la superficie forestière de 15 pays, exprimée en pourcentage de la superficie totale de leur territoire. Les données concernent les années 2005, 2010 et 2015.

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G
Pays	2005	2010	2015	↻ ✕	↻ ✕	↻ ✕
Algérie	0,64	0,81	0,82			
Allemagne	32,66	32,73	32,76			
Arménie	11,77	11,74	11,77			
Colombie	54,26	52,85	52,73			
Corée du Sud	64,42	64,08	63,69			
États-Unis	33,26	33,7	33,85			
Grèce	29,11	30,28	31,45			
Inde	22,77	23,47	23,77			
Kazakhstan	1,24	1,23	1,23			
Liban	13,34	13,38	13,42			
Panama	64,33	63,21	62,11			
Pérou	59,01	58,45	57,79			
Portugal	36,52	35,89	35,25			
Sénégal	45,05	44,01	42,97			
Thaïlande	31,51	31,81	32,1			

Calcul

Colonne Opération Colonne

Moyenne Colonne

Question : Quels sont les deux pays qui ont connu la plus forte évolution du pourcentage de leur superficie forestière, en points de pourcentage, d'une période à l'autre ?

Présentation de la question

Dans la troisième question de cette unité, on demande à nouveau à l'élève de considérer les données sur les deux mêmes périodes, de 2005 à 2010 et de 2010 à 2015, mais cette fois, on lui demande d'identifier les deux pays qui ont connu la plus forte évolution du pourcentage de leur superficie forestière d'une période à l'autre.

Les réponses sont données en sélectionnant le nom des deux pays dans deux menus déroulants contenant le nom des 15 pays dans l'ordre alphabétique.

L'ordre dans lequel les deux pays sont indiqués dans la réponse n'a pas d'importance.

TABLEAU 22 • Caractéristiques de la question 3 de l'unité « Superficie forestière »

Caractéristiques PISA			
Unité – n° question	Superficie forestière – question 3		
Contenu mathématique	Incertitude et données		
Processus	Interpréter et évaluer		
Contexte	Sociétal		
Format de la question	Question à choix multiples complexes – Menus déroulants		
Réponse attendue	Colombie et Inde [dans n'importe quel ordre]		
Codage des réponses	Correction automatique Crédit complet : Les deux sélections correctes. Crédit partiel : Une seule sélection de pays correcte.		
Niveaux de compétence	6 (Crédit complet)		5 (Crédit partiel)
Lien avec les programmes et attendus français			
Attendus de fin de cycle Connaissances et compétences associés	Dès les attendus de fin de 5 ^e pour l'utilisation du tableur Organisation et gestion de données, fonctions Interpréter, représenter et traiter des données		
Niveau scolaire correspondant	Fin de cycle 4 ou 2 ^{de}		
Compétence(s) travaillée(s)	Cycle 4 – 2 ^{de} : Chercher ou Reasonner		
Résultats statistiques			
	Taux de crédit complet	Taux de crédit partiel	Taux de non-réponse
France	2,4 %	36,0 %	20,7 %
OCDE	7,4 %	31,3 %	15,9 %

Analyse de la tâche et stratégies de résolution

Une méthode de résolution possible illustrée dans la capture d'écran ci-dessous, consiste à effectuer la séquence d'opérations suivante à l'aide du tableur (noter que ces deux calculs ont pu déjà être effectués dans la deuxième question de l'unité, le tableur est cependant réinitialisé à chaque question) :

- « Colonne C | Soustraire | Colonne B » (les résultats de cette opération sont indiqués dans la colonne E), qui représente la variation du pourcentage de la superficie forestière pour la période de 2005 à 2010.
- « Colonne D | Soustraire | Colonne C » (les résultats de cette opération sont indiqués dans la colonne F), qui représente la variation du pourcentage de la superficie forestière pour la période de 2010 à 2015.

Une fois que l'élève a calculé l'évolution du pourcentage de la superficie forestière pour chaque période, il doit calculer l'évolution entre les deux périodes en effectuant un calcul tel que « Colonne E | Soustraire | Colonne F » (les résultats de cette opération sont affichés dans la colonne G). L'élève peut également trouver utile de trier les résultats dans la colonne G.

FIGURE 16 • Exemple de visual de résolution de la question 3 de l'unité « Superficie forestière »

PISA 2022

Superficie forestière
Question 3 / 4

► **Comment utiliser le tableur**

Utilisez les informations fournies sous « Superficie forestière » à droite. Aidez-vous du tableur pour répondre à la question ci-dessous. Sélectionnez vos réponses dans les menus déroulants.

Examinez les deux périodes suivantes : de 2005 à 2010, et de 2010 à 2015.

Quels sont les deux pays qui ont connu la plus forte évolution du pourcentage de leur superficie forestière, en points de pourcentage, d'une période à l'autre ?

Réponses : Inde et Colombie

SUPERFICIE FORESTIÈRE

Le tableau ci-dessous indique l'étendue de la superficie forestière de 15 pays, exprimée en pourcentage de la superficie totale de leur territoire. Les données concernent les années 2005, 2010 et 2015.

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G
Pays	2005	2010	2015	↺ ↻	↻ ↺	↻ ✕
Colombie	54,26	52,85	52,73	-1,41	-0,12	-1,29
Arménie	11,77	11,74	11,77	-0,03	0,03	-0,06
Panama	64,33	63,21	62,11	-1,12	-1,10	-0,02
Kazakhstan	1,24	1,23	1,23	-0,01	0,00	-0,01
Grèce	29,11	30,28	31,45	1,17	1,17	0,00
Liban	13,34	13,38	13,42	0,04	0,04	0,00
Sénégal	45,05	44,01	42,97	-1,04	-1,04	0,00
Thaïlande	31,51	31,81	32,1	0,30	0,29	0,01
Portugal	36,52	35,89	35,25	-0,63	-0,64	0,01
Allemagne	32,66	32,73	32,76	0,07	0,03	0,04
Corée du Sud	64,42	64,08	63,69	-0,34	-0,39	0,05
Pérou	59,01	58,45	57,79	-0,56	-0,66	0,10
Algérie	0,64	0,81	0,82	0,17	0,01	0,16
États-Unis	33,26	33,7	33,85	0,44	0,15	0,29
Inde	22,77	23,47	23,77	0,70	0,30	0,40

Calcul

Colonne E Soustraire Colonne F Exécuter

Moyenne Colonne Exécuter Effacer tout

Les deux pays qui ont connu la plus forte évolution entre les deux périodes sont l'Inde (0,40 point de pourcentage) et la Colombie (-1,29 point de pourcentage). Une difficulté supplémentaire réside dans le fait qu'une des évolutions est positive (pour l'Inde) et l'autre négative (pour la Colombie), la comparaison portant donc sur les valeurs absolues.

Lien avec les programmes et attendus du cycle 4 :

Voir question précédente.

Codage des réponses

Le codage de la réponse est automatisé.

Un crédit complet est accordé pour l'identification correcte des deux pays, et un crédit partiel est accordé pour l'identification correcte d'un pays.

L'ordre dans lequel les deux pays ont été sélectionnés dans la réponse n'intervient pas dans le codage.

Analyse des erreurs

- **Inde et Etats-Unis** : L'élève peut avoir considéré les deux plus fortes évolutions positives.
- **Colombie et Arménie** : L'élève peut avoir considéré les deux plus fortes évolutions positives en inversant les deux colonnes dans la soustraction (E – F).
- **Grèce et Panama** : L'élève peut avoir fait une erreur dans l'un des calculs d'évolution : par exemple « Colonne C | Soustraire | Colonne B » puis une erreur avec « Colonne C | Soustraire | Colonne D » et enfin « Colonne F | Soustraire | Colonne E », ou avoir correctement complété les deux premières colonnes mais avoir additionné le contenu des deux colonnes E et F au lieu de les soustraire.
- **Grèce et Inde** : L'élève peut avoir considéré les deux pays avec la plus forte évolution en pourcentage entre 2005 et 2015.

En France, on constate un taux d'environ 33 % dans le premier menu déroulant pour la Grèce (1^{re} dans l'ordre des réponses les plus données). Ce taux de réponse est d'environ 20 % en moyenne dans les pays de l'OCDE. Cette réponse semble la plus évidente pour les élèves.

Le tableau suivant indique, pour chacun des deux menus déroulants et pour les trois ou quatre réponses les plus fréquentes pour les élèves français (ainsi que la non-réponse), le pourcentage des élèves français (des élèves de l'Union Européenne et des élèves de l'OCDE) ayant rencontré la question qui ont choisi cette réponse.

TABLEAU 23 • Répartition des réponses à la question 3 de l'unité « Superficie forestière »

Question	Réponse	FRANCE	UE	OCDE
Premier menu déroulant	Grèce	32,6	20,9	19,8
	Colombie	12,0	21,8	21,8
	Corée du Sud	6,8	5,5	5,5
	Inde	6,3	4,8	4,8
	Algérie	5,5	8,3	8,0
	Panama	4,2	5,9	6,1
	Sénégal	2,7	5,9	6,0
	Non-réponse	20,7	15,8	16,2
Deuxième menu déroulant	Inde	19,0	14,4	13,3
	Grèce	14,0	16,4	16,0
	Panama	11,7	13,5	14,1
	Etats-Unis	5,9	3,7	3,6
	Thaïlande	4,8	1,9	2,0
	Arménie	4,7	2,6	2,5
	Sénégal	4,0	8,9	8,7
	Colombie	3,7	6,9	7,1
	Non-réponse	21,6	16,3	16,4

Lecture : En 2022, 12,0 % des élèves français ayant rencontré cette question ont choisi la Colombie pour le premier menu déroulant et 19,0 % des élèves français ayant rencontré cette question ont choisi l'Inde pour le 2^e menu déroulant.

Sources : DEPP, OCDE

Difficulté

Il s'agit d'une question très difficile qui est située au niveau 6 sur l'échelle de compétences. Le crédit partiel était également difficile au niveau 5 et, comme pour la première question de l'unité, nécessite de faire le même travail que celui requis pour une réponse à crédit complet. L'élève doit à nouveau élaborer une stratégie d'utilisation du tableur, qui nécessite cette fois de réaliser plusieurs opérations, avant de pouvoir évaluer les résultats par rapport au contexte. La difficulté de cette question vient peut-être du fait de devoir reconnaître que « la plus forte évolution » dans ce contexte ne signifie pas seulement une augmentation. De fait, les pays attendus sont ceux avec la plus forte diminution de leur pourcentage de superficie forestière entre les périodes. Cependant, contrairement aux questions précédentes de cette unité, les pays attendus peuvent être identifiés même si les signes des résultats sont inversés (en raison de l'ordre dans lequel les opérations sont effectuées). En effet, l'élève doit rechercher un changement en termes de valeur absolue, et n'a pas à interpréter les résultats spécifiquement comme des augmentations ou des diminutions.

Résultats statistiques

TABLEAU 24 • Comparaisons internationales

PAYS	Réponse correcte Crédit complet (en %)	Réponse incomplète Crédit partiel (en %)	Réponse incorrecte Pas de crédit (en %)	Non-réponse (en %)
FRANCE	2,4	36,0	41,0	20,7
OCDE	7,4	31,3	45,5	15,9
ALLEMAGNE	6,4	35,5	38,1	20,0
ESPAGNE	6,1	29,4	46,5	17,9
ITALIE	5,9	26,0	44,3	23,9
JAPON	17,8	38,0	36,6	7,6
PORTUGAL	12,6	32,4	43,0	12,0
ROYAUME-UNI	10,1	33,5	43,8	12,6

Lecture : en 2022, 2,4 % des élèves français ayant rencontré cette question ont fourni une réponse correcte.

Note : par le jeu des arrondis, les totaux en pourcentages en ligne peuvent être légèrement différents de 100 %.

Sources : DEPP, OCDE

4.9. QUESTION 4 – Question à réponse construite ouverte

FIGURE 17 • Question 4 de l'unité « Superficie forestière »

PISA 2022

Superficie forestière
Question 4 / 4

► **Comment utiliser le tableur**

Utilisez les informations fournies sous « Superficie forestière » à droite. Aidez-vous du tableur pour répondre à la question ci-dessous. Cliquez sur la réponse de votre choix, puis tapez votre explication.

Hélène affirme que la Corée du Sud a une plus grande superficie forestière que tous les autres pays de cette liste pour les années indiquées.

Son affirmation correspond-elle aux données fournies dans le tableur ?

Oui
 Non

Expliquez votre réponse.

SUPERFICIE FORESTIÈRE

Le tableur ci-dessous indique l'étendue de la superficie forestière de 15 pays, exprimée en pourcentage de la superficie totale de leur territoire. Les données concernent les années 2005, 2010 et 2015.

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G
Pays	2005	2010	2015	↻ ✕	↻ ✕	↻ ✕
Algérie	0,64	0,81	0,82			
Allemagne	32,66	32,73	32,76			
Arménie	11,77	11,74	11,77			
Colombie	54,26	52,85	52,73			
Corée du Sud	64,42	64,08	63,69			
États-Unis	33,26	33,7	33,85			
Grèce	29,11	30,28	31,45			
Inde	22,77	23,47	23,77			
Kazakhstan	1,24	1,23	1,23			
Liban	13,34	13,38	13,42			
Panama	64,33	63,21	62,11			
Pérou	59,01	58,45	57,79			
Portugal	36,52	35,89	35,25			
Sénégal	45,05	44,01	42,97			
Thaïlande	31,51	31,81	32,1			

Calcul

Colonne Opération Colonne Exécuter

Moyenne Colonne Exécuter Effacer tout

Question : Hélène affirme que la Corée du Sud a une plus grande superficie forestière que tous les autres pays de cette liste pour les années indiquées. Son affirmation correspond-elle aux données fournies dans le tableur ? Expliquez votre réponse.

Présentation de la question

Cette question est la dernière de cette unité. L'élève est confronté à une affirmation selon laquelle la Corée du Sud a une plus grande superficie forestière que les quatorze autres pays de la liste pour les années indiquées, et il doit déterminer si l'affirmation est étayée par les données du tableur. Comme pour certaines autres questions déjà étudiées dans ce document, l'élève doit sélectionner « Oui » ou « Non », puis fournir une explication pour appuyer sa sélection.

TABLEAU 25 • Caractéristiques de la question 4 de l'unité « Superficie forestière »

Caractéristiques PISA		
Unité – n° question	Superficie forestière – question 4	
Contenu mathématique	Incertitude et données	
Processus	Raisonnement	
Contexte	Sociétal	
Format de la question	Question à réponse construite ouverte	
Réponse attendue	« Non » avec une explication acceptable (voir la rubrique « Codage des réponses »)	
Codage des réponses	Correction experte à partir du guide de codage.	
Niveau de compétence	6	
Lien avec les programmes et attendus français		
Attendus de fin de cycle Connaissances et compétences associés	Dès les attendus de fin de 5 ^e pour l'utilisation du tableur Organisation et gestion de données, fonctions Interpréter, représenter et traiter des données et Résoudre des problèmes de proportionnalité	
Niveau scolaire correspondant	Fin de cycle 4 ou 2 ^{de}	
Compétence(s) travaillée(s)	Cycle 4 – 2 ^{de} GT : Chercher ou Raisonnement 2 ^{de} Pro : Valider	
Résultats statistiques		
	Taux de crédit complet :	Taux de non-réponse
France	6,6 %	18,6 %
OCDE	7,0 %	15,3 %

Analyse de la tâche et stratégies de résolution

Contrairement aux questions précédentes de l'unité, celle-ci ne nécessite pas que l'élève manipule les données de la feuille de calcul pour y répondre ; toutes les fonctionnalités du tableur sont néanmoins toujours disponibles.

Même si la Corée du Sud est le pays de la liste avec le pourcentage le plus élevé de superficie forestière pour chacune des trois années, la réponse correcte est « Non », l'affirmation n'étant pas étayée par les données du tableur. Il n'est en effet pas possible de conclure quoi que ce soit sur la superficie forestière réelle dans ces pays à partir des données présentées car celles-ci indiquent uniquement le pourcentage de la superficie forestière dans la superficie totale des pays. Par ailleurs, la superficie totale de chaque pays n'est pas indiquée dans la feuille de calcul, et cette information « manquante » est nécessaire pour calculer la superficie forestière réelle dans chaque pays.

Lien avec les programmes et attendus du cycle 4 :

Le concept de pourcentage est travaillé dès le cycle 3. Dans les attendus de fin d'année de 6^e, il est indiqué dans l'attendu « Résoudre des problèmes en utilisant des fractions simples, les nombres décimaux et le calcul » que l'élève sait appliquer un pourcentage. Tout au long du cycle 4, l'élève utilise les pourcentages. Cette notion est ensuite retravaillée en 2^{de} en Statistiques et probabilités en particulier.

Codage des réponses

Il s'agit d'une question à correction experte.

La rubrique de codage ne contient pas une liste exhaustive des réponses. Cependant, les exemples de réponses sont représentatifs de la façon dont les élèves répondent généralement à cette question.

La rubrique du guide de codage donnait les consignes de correction suivantes :

- **Crédit complet (code 1)** : L'élève sélectionne « Non » et explique que le tableur n'indique que le pourcentage de la superficie forestière OU que le tableur n'indique pas la superficie totale de chaque pays OU que les superficies des pays sont différentes.
 - [Non] Ce n'est pas vrai, car le tableur n'indique que les valeurs en pourcentage.
 - Son affirmation ne correspond pas aux données fournies dans le tableur car on ne connaît pas la superficie totale de chacun des pays de la liste. [Sélection implicite du « Non ».]
 - [Non] Parce que la superficie totale de chaque pays est différente.
 - [Non] Chaque pays n'a pas la même superficie.
- **Pas de crédit (code 0)** : Autres réponses, y compris toute sélection de « Non » avec une explication incorrecte ou sans explication, OU toute sélection de « Oui » avec ou sans explication.
 - [Non]
 - [Non] Parce que c'est différent.
 - [Oui] La Corée du Sud a la plus grande étendue pour chaque année indiquée.

Analyse des erreurs - exemples de réponses incorrectes¹⁶

En analysant les réponses construites des élèves, une typologie d'erreurs a pu être mise en évidence pour les réponses des élèves considérées comme incorrectes. Ces types d'erreurs sont triés par ordre décroissant de fréquence d'apparition dans les réponses données.

- L'élève coche « Oui » (dans la grande majorité des cas) et explique que la superficie forestière de la Corée du Sud est supérieure à celles des autres pays (37 % des réponses). Ces réponses montrent clairement une mauvaise compréhension des données fournies dans le tableur qui ne sont pas interprétées comme des pourcentages mais comme des superficies. Les valeurs du tableau sont alors indiquées sans le symbole de pourcentage. Dans plus d'un quart de ces réponses, l'élève a même précisé l'action effectuée avec le tableur : tri croissant ou décroissant et aussi parfois addition des valeurs des colonnes.

Exemples de réponses d'élèves :

« Car la Corée du Sud possède une superficie forestière allant de 64,42 en 2005 à 64,08 en 2010 puis 63,69 en 2015, et aucun autre pays n'a de superficie forestière aussi importante dans ce tableur. »

« Dans chaque colonne représentant une année, la Corée du Sud a la plus grande superficie forestière car lorsqu'on range les données dans l'ordre croissant, elle se trouve en bas de la liste. »

« Si on additionne les superficies des 3 années on trouve une superficie de 192.16 pour la Corée du Sud qui est en première position. »

- L'élève coche « Oui » ou « Non » sans écrire d'explication (environ 23 % des réponses). Il faut noter que ces réponses n'obtiennent pas de crédit et ne sont pas considérées comme des non-réponses. On a ajouté dans cette catégorie les réponses dont l'explication est une répétition de l'affirmation ou une phrase sans lien avec l'énoncé (environ 2 % des réponses).
- L'élève coche « Oui » et explique que le pourcentage le plus grand est celui de la Corée et cela pour une ou plusieurs années (environ 21 % des réponses).

Exemples de réponses d'élèves :

« Son affirmation est vraie car la Corée du Sud a le meilleur pourcentage entre les 3 années »

« Oui -La Corée du Sud se trouve en haut du tableau quand il est classé dans l'ordre décroissant et c'est le pays qui a le plus gros pourcentage. »

¹⁶ Les réponses d'élèves sont reproduites ici à la lettre. À noter que l'évaluation des réponses ne tient pas compte de la correction syntaxique ou orthographique de ces dernières.

- L'élève coche « Oui » ou « Non » et explique sa réponse par une évolution des pourcentages de la Corée du Sud (environ 4 % des réponses).

Exemples de réponses d'élèves :

« Non - On voit que la superficie forestière à diminuer en 10 ans. »

« Oui - Elle a eu un taux élevé durant les années 2005 mais elle a baissé en 2015. »

- L'élève coche « Oui » et explique sa réponse en indiquant un ou plusieurs pourcentage(s) présent(s) dans le tableau pour la Corée du Sud mais sans préciser de comparaison avec les autres valeurs du tableau (environ 3 % des réponses).

Exemple de réponse d'élève :

« Oui car elle est de 63,69% »

- L'élève coche « Non » et compare les valeurs de la Corée du Sud à celles d'autres pays comme le Panama par exemple, parfois sur des années différentes (environ 2 % des réponses)

Exemples de réponses d'élèves :

« Non, car la superficie de la Corée du Sud correspond un peu à celle du Panama »

« Panama, en 2005, avait une superficie supérieure à celle de la Corée Du Sud en 2015 »

Difficulté

Il s'agit d'une question de raisonnement qui demande à l'élève d'évaluer une affirmation en comprenant les limites de ce qui peut être déduit des données disponibles. Autrement dit, l'élève n'a pas à déterminer si l'affirmation spécifique sur la Corée du Sud est réellement vraie ou non ; il doit déterminer si l'allégation est étayée par les données disponibles. L'élève doit donc avoir parfaitement compris les données à sa disposition et avoir une bonne compréhension du concept de pourcentage car il ne s'agit pas d'appliquer un pourcentage, les données disponibles ne permettant pas de le faire. La question a de plus un caractère inédit pour des élèves qui n'ont pas appris à convoquer des connaissances extérieures (ici « tous les pays n'ont pas la même superficie ») dans un questionnaire mathématique.

On peut noter que la mention « Aidez-vous du tableur pour répondre à la question ci-dessous. » présente au-dessus de la question a certainement perturbé les élèves qui ont, comme l'ont montré certaines réponses précédentes, indiqué une stratégie de résolution utilisant le tableur pour répondre à la question (un tri par exemple) qui n'était pas réellement attendue dans cette question.

Il s'agit d'une question considérée comme difficile qui est au niveau 6 de l'échelle de compétences.

Là encore, la rédaction des explications a montré la difficulté des élèves à expliquer clairement leur réponse.

Il n'y a pas de crédit partiel pour cette question.

Résultats statistiques

TABLEAU 26 • Comparaisons internationales

PAYS	Réponse correcte Crédit complet (en %)	Réponse incorrecte Pas de crédit (en %)	Non-réponse (en %)
FRANCE	6,6	74,8	18,6
OCDE	7,0	77,6	15,3
ALLEMAGNE	11,3	68,8	19,9
ESPAGNE	4,0	79,1	16,8
ITALIE	4,8	70,9	24,3
JAPON	31,4	56,9	11,7
PORTUGAL	6,4	82,7	10,9
ROYAUME-UNI	8,0	80,7	11,2

Lecture : en 2022, 6,6 % des élèves français ayant rencontré cette question ont fourni une réponse correcte.

Note : par le jeu des arrondis, les totaux en pourcentages en ligne peuvent être légèrement différents de 100 %.

Sources : DEPP, OCDE

➤ 5. Unité libérée – Système solaire

5.1. Contenu de l'unité

L'unité « Système solaire » est une unité libérée à l'issue de la passation principale de PISA 2022. Cette unité est composée de deux questions : une première question de type Glisser-déposer et une deuxième question de type QCM simple.

Le contexte utilisé est un contexte scientifique, lié à l'astronomie.

5.2. QUESTION 1 – QCM avec glisser-déposer

FIGURE 18 • Question 1 de l'unité « Système solaire »

PISA 2022

Système solaire
Question 1 / 2

Utilisez les informations fournies sous « Système solaire » à droite. Utilisez la fonction « glisser-déposer » pour répondre à la question.

Ce schéma montre les distances moyennes séparant trois planètes. (Les planètes et le schéma ne sont pas à l'échelle.)

D'après les distances indiquées, quelles sont les planètes représentées par ce schéma ? Faites glisser et placez les trois bonnes planètes dans le bon ordre. Pour modifier une réponse, retirez d'abord la planète choisie précédemment.

SYSTÈME SOLAIRE

Le tableau ci-dessous indique la distance moyenne entre le Soleil et les planètes suivantes exprimée en unités astronomiques (ua).
1 ua est égale à 150 millions de kilomètres environ.

Planète	Distance moyenne par rapport au Soleil, en ua
Mercury	0,39
Vénus	0,72
Terre	1,00
Mars	1,52
Jupiter	5,20
Saturne	9,58
Uranus	19,20
Neptune	30,05

Question : D'après les distances indiquées, quelles sont les planètes représentées par ce schéma ? Faites glisser et placez les trois bonnes planètes dans le bon ordre.

Présentation de la question

Ceci est la première question de l'unité « Système solaire ». Il n'y a pas de fenêtre d'introduction pour cette unité.

Dans la partie droite de l'écran, un texte court décrit le contenu d'un tableau à deux colonnes qui est proposé à l'élève en-dessous est qui donne la distance moyenne entre le Soleil et les huit planètes principales du système solaire, en unité astronomique (ua).

Pour cette tâche, les élèves doivent déterminer les trois planètes dont les distances moyennes (en ua) entre elles ont été indiquées dans un schéma situé dans la partie gauche de l'écran avec la question posée.

Pour répondre à la question, les élèves doivent glisser-déposer les planètes dans ce schéma.

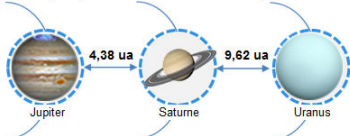
Il n'y a pas de fenêtre d'introduction ou de pratique avant cette question, mais des instructions sur la façon de répondre et de modifier une réponse sont données explicitement dans le chapeau de la question.

Vous trouverez ci-dessous une image du chapeau de la question et de la zone de réponse après que l'élève a fait glisser et déposer les planètes sur leurs emplacements respectifs dans le modèle.

Système solaire
Question 1 / 2

Utilisez les informations fournies sous « Système solaire » à droite. Utilisez la fonction « glisser-déposer » pour répondre à la question.

Ce schéma montre les distances moyennes séparant trois planètes. (Les planètes et le schéma ne sont pas à l'échelle.)



D'après les distances indiquées, quelles sont les planètes représentées par ce schéma ? Faites glisser et placez les trois bonnes planètes dans le bon ordre. Pour modifier une réponse, retirez d'abord la planète choisie précédemment.



Mercury
Venus
Earth
Mars
Neptune

TABLEAU 27 • Caractéristiques de la question 1 de l'unité « Système solaire »

Caractéristiques PISA			
Unité – n° question	Système solaire – question 1		
Contenu mathématique	Quantité		
Processus	Interpréter et évaluer		
Contexte	Scientifique		
Format de la question	Question à choix multiples complexes – Glisser-déposer		
Réponse attendue	De gauche à droite: Jupiter, Saturne, Uranus		
Codage des réponses	Correction automatique Crédit complet : Les trois planètes sont correctement placées Crédit partiel : Deux planètes sont correctement placées (l'autre planète est incorrecte ou manquante)		
Niveaux de compétence	3 (Crédit complet)	3 (Crédit partiel)	
Lien avec les programmes et attendus français			
Attendus de fin de cycle Connaissances et compétences associés	Utiliser les nombres pour comparer, calculer et résoudre des problèmes Calculer avec les nombres décimaux (différence) Fin de 5 ^e : résoudre des problèmes faisant intervenir des nombres décimaux relatifs. OGD : Lire et interpréter des données brutes...		
Niveau scolaire correspondant	Cycle 4		
Compétence(s) travaillée(s)	Extraire d'un document les informations utiles... 2 ^{de} GT : Chercher - extraire, organiser et traiter l'information utile 2 ^{de} Pro : S'approprier		
Résultats statistiques			
	Taux de crédit complet :	Taux de crédit partiel	Taux de non-réponse
France	44,9 %	3,5 %	13,9 %
OCDE	46,7 %	3,2 %	10,3 %

Analyse critique de l'énoncé

L'énoncé de cette question repose sur un modèle très critiquable d'un point de vue physique de la position des planètes. La consigne et le schéma proposés laissent à penser à l'élève que les planètes sont alignées sur leurs orbites. De plus, les planètes et le schéma ne sont pas dessinés à l'échelle ce qui peut perturber la compréhension du modèle, même si cela est précisé. Par ailleurs, la représentation des distances par des flèches de même longueur pour représenter des distances de 4,38 ua et 9,62 ua peut aussi avoir perturbé les élèves. Enfin, déterminer les distances entre des planètes à partir de leur distance moyenne par rapport au Soleil est très discutable scientifiquement.

Même si ces différentes erreurs scientifiques sont sous-jacentes à la tâche mathématique proposée aux élèves, nous allons étudier cette question en considérant que l'élève se place dans ce modèle, avec les précautions d'interprétation requises.

Analyse de la tâche et stratégies de résolution

L'élève doit reconnaître un problème additif (addition à trou ou soustraction). Il doit alors extraire d'un tableau des informations chiffrées exprimées dans une unité peu usuelle (l'unité astronomique). L'élève peut utiliser quelques informations implicites supplémentaires et considérer que les trois planètes à placer sont consécutives dans le tableau. Les parties de trajectoires des planètes tracées sur le schéma permettent d'inférer la position du Soleil et l'ordre des planètes.

L'élève dispose de plusieurs stratégies de résolution :

- procéder par « essai-erreur » à partir des données du tableau, en calculant des différences de distances au Soleil des planètes ;
- utiliser le chiffre des centièmes qui peut l'orienter vers certaines distances ;
- éliminer les premières valeurs du tableau (trop petites) à l'aide d'ordre de grandeur ;
- calculer la distance entre les planètes extrêmes du schéma ($4,38 + 9,62 = 14$) puis chercher deux planètes séparées de 14 ua, ce qui permet d'identifier Jupiter et Uranus. La troisième planète est alors Saturne située entre les deux précédentes.

Lien avec les programmes et attendus du cycle 4 :

Le contexte de cette unité peut avoir été abordé dans le cadre du programme de Physique-chimie de cycle 4 dans l'attendu de fin de cycle « Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers » du thème « Organisation et transformations de la matière ». Les connaissances et compétences associées précisent : « Décrire la structure de l'Univers et du système solaire. Aborder les différentes unités de distance et savoir les convertir : du kilomètre à l'année-lumière. Ordres de grandeur de quelques distances astronomiques. »

L'unité astronomique n'est cependant probablement pas une unité rencontrée par les élèves.

La tâche mathématique de calcul est présente dans le programme de Mathématiques du cycle 4 dans l'attendu de fin de cycle « Utiliser les nombres pour comparer, calculer et résoudre des problèmes » du thème « Nombres et calculs » avec l'utilisation des nombres décimaux (calcul exact ou approché, ...).

Dans les exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève, l'association des ordres de grandeur à des objets peut être traitée en utilisant les distance de la Terre à la Lune et au Soleil, la distance du Soleil à l'étoile la plus proche. »

Les calculs avec les nombres décimaux sont aussi abordés au cycle 3 mais le contexte et la complexité du support rendent la tâche plus difficile. La compétence « chercher » est davantage développée au cycle 4 pour travailler sur des données plus complexes.

Analyse des erreurs

L'élève peut avoir sélectionné Vénus-Jupiter pour les deux premières planètes : de 0,72 à 5,20, on trouve le 8 en chiffre des centièmes et le travail avec l'ordre des grandeur ($5 - 1 = 4$) peut conduire à placer ces deux planètes.

Un travail sur les ordres de grandeur peut aussi conduire à la sélection de Mars et Jupiter (de 1,52 à 5,20 avec toujours 8 comme chiffre des centièmes).

Codage des réponses

Le codage des réponses est automatisé. Un crédit complet a été attribué pour le placement correct des trois planètes, et un crédit partiel a été accordé pour le placement correct de deux planètes seulement.

Difficulté

La résolution met en œuvre des opérations simples (addition ou soustraction) et éventuellement des ordres de grandeur. Ces opérations portent sur des nombres décimaux non entiers.

La question est simple à comprendre. Il est cependant nécessaire d'extraire les informations pertinentes d'un tableau à deux colonnes après avoir compris la représentation sous forme de schéma. Le changement de registre entre les deux sources complexifie la tâche.

L'utilisation de l'unité astronomique et la précision sur la conversion dans le stimulus peuvent avoir perturbé les élèves.

Par rapport au schéma proposé, l'élève peut penser que les trois planètes à placer doivent être consécutives dans le tableau. Cela explique que peu d'élèves ont obtenu le crédit partiel (3,5 %) car l'élève ayant placé correctement les deux premières ou les deux dernières planètes a pu placer la troisième en considérant les planètes consécutives du tableau. Cela explique aussi que les niveaux de compétences associés aux crédits complet et partiel soient identiques.

Il s'agit donc d'une question modérément difficile avec un crédit complet et partiel au niveau 3 sur l'échelle de compétence.

Résultats statistiques

TABLEAU 28 • Comparaisons internationales

PAYS	Réponse correcte Crédit complet (en %)	Réponse incomplète Crédit partiel (en %)	Réponse incorrecte Pas de crédit (en %)	Non-réponse (en %)
FRANCE	44,9	3,5	37,7	13,9
OCDE	46,7	3,2	39,8	10,3
ALLEMAGNE	48,3	2,6	39,0	10,1
ESPAGNE	46,8	2,8	39,1	11,4
ITALIE	39,4	2,6	44,1	13,9
JAPON	61,3	2,9	28,8	7,0
PORTUGAL	48,7	4,0	35,6	11,6
ROYAUME-UNI	54,2	3,6	32,8	9,4

Lecture : en 2022, 44,9 % des élèves français ayant rencontré cette question ont fourni une réponse correcte.

Note : par le jeu des arrondis, les totaux en pourcentages en ligne peuvent être légèrement différents de 100 %.

Sources : DEPP, OCDE

5.3. QUESTION 2 – QCM

FIGURE 19 • Question 2 de l'unité « Système solaire »

PISA 2022

Système solaire
Question 2 / 2

Utilisez les informations fournies sous « Système solaire » à droite. Cliquez sur la réponse de votre choix.

En moyenne, combien de millions de kilomètres y a-t-il environ entre le Soleil et la planète Neptune ?

- 5 millions de km
- 30 millions de km
- 180 millions de km
- 4 500 millions de km

SYSTÈME SOLAIRE

Le tableau ci-dessous indique la distance moyenne entre le Soleil et les planètes suivantes exprimée en unités astronomiques (ua).
1 ua est égale à 150 millions de kilomètres environ.

Planète	Distance moyenne par rapport au Soleil, en ua
Mercury	0,39
Vénus	0,72
Terre	1,00
Mars	1,52
Jupiter	5,20
Saturne	9,58
Uranus	19,20
Neptune	30,05

Question : En moyenne, combien de millions en kilomètres y a-t-il environ entre le Soleil et la planète Neptune ?

Présentation de la question

Pour la deuxième question de cette unité, les élèves doivent déterminer à combien de millions de kilomètres approximativement la planète Neptune se trouve du Soleil, un processus qui nécessite la conversion des unités astronomiques en millions de kilomètres. À partir du stimulus, les élèves prennent connaissance de la conversion selon laquelle 1 ua (unité astronomique) correspond à environ 150 millions de kilomètres, et ils disposent toujours du tableau donnant les distances au Soleil (en ua) des différentes planètes.

TABLEAU 29 • Caractéristiques de la question 2 de l'unité « Système solaire »

Caractéristiques PISA		
Unité – n° question	Système solaire – question 2	
Contenu mathématique	Quantité	
Processus	Employer	
Contexte	Scientifique	
Format de la question	Question à choix multiples simples	
Réponse attendue	4 500 millions de km	
Codage des réponses	Correction automatique	
Niveaux de compétence	2	
Lien avec les programmes et attendus français		
Attendus de fin de cycle Connaissances et compétences associés	Cycle 4 : Grandeurs et mesures Calculer avec des grandeurs mesurables ; exprimer les résultats dans les unités adaptées Effectuer des conversions d'unités.	
Niveau scolaire correspondant	Cycle 4	
Compétence(s) travaillée(s)	Cycle 4 : Modéliser : reconnaître des situations de proportionnalité et résoudre les problèmes correspondants Calculer à partir ce modèle 2 ^{de} Pro : Analyser, Reasonner ou Réaliser – choisir le modèle et le mettre en œuvre	
Résultats statistiques		
	Taux de crédit complet :	Taux de non-réponse
France	68,5 %	5,0 %
OCDE	68,6 %	2,9 %

Analyse de la tâche et stratégies de résolution

L'élève doit reconnaître un problème de conversion d'unités. Il doit extraire des informations du texte (1 ua est égale à 150 millions de kilomètres environ) et du tableau pour la distance Soleil-Neptune (30,05 ua).

Pour déterminer la distance approximative de Neptune au Soleil en millions de kilomètres, l'élève doit identifier le modèle multiplicatif puis multiplier 30,05 (ua) par 150 (millions de km). Cela donne un résultat de 4 507,5, qui s'arrondit à 4 500 (millions de km). Toutes les propositions du QCM sont en millions de km.

Une autre stratégie possible (inappropriée mais permettant de cocher la bonne réponse) est de considérer que Neptune étant la planète la plus éloignée du Soleil dans le tableau, la réponse correspondra à la distance en millions de km la plus grande (la dernière proposition).

Lien avec les programmes et attendus du cycle 4 :

La résolution nécessite un produit de deux nombres décimaux. Le travail entamé au cycle 3 sur les « techniques opératoires sur les nombres décimaux » est consolidé au cycle 4.

Depuis le cycle 3, les élèves ont l'habitude d'« utiliser et représenter les grands nombres entiers ». Dans cette question, ils manipulent des grands nombres mais ils peuvent le faire sans les difficultés calculatoires, car toutes les réponses proposées indiquent « ... millions de km ».

Dans les attendus de fin d'année de 5^e, il est indiqué que l'élève doit savoir effectuer des « conversions d'unités de longueur, ... » même si ces conversions sont souvent à faire dans des unités du système métrique.

Dans le thème « Grandeurs et mesures » du cycle 4, on retrouve dans les attendus de fin de cycle « Calculer avec des grandeurs mesurables ; exprimer les résultats dans les unités adaptées » et « Effectuer des conversions d'unités ».

Analyse des distracteurs :

- **5 millions de km** : l'élève calcule $150 \div 30$. La proportionnalité ou le modèle multiplicatif sont certainement repérés mais l'élève effectue une division au lieu d'une multiplication (mauvaise application du modèle).
- **30 millions de km** : l'élève confond les unités astronomiques et les millions de kilomètres et considère que $30,05 \approx 30$. L'élève n'a pas extrait correctement l'information du tableau.
- **180 millions de km** : l'élève calcule $150 + 30 = 180$. Il ne repère pas la structure multiplicative de la situation.

Codage des réponses

Le codage de la réponse est automatisé.

Le tableau suivant indique, pour chacune des réponses possibles du QCM, les pourcentages des élèves français, des élèves de l'Union Européenne et des élèves de l'OCDE ayant rencontré la question qui ont choisi cette réponse.

TABLEAU 30 • Répartition des réponses à la question 2 de l'unité « Système solaire »

Réponse	FRANCE	UE	OCDE
5 millions de km	3,4 %	2,6 %	2,4 %
30 millions de km	13,5 %	15,3 %	16,2 %
180 millions de km	9,7 %	10,4 %	10,0 %
4500 millions de km	68,5 %	69,1 %	68,6 %
Non atteint	2,5 %	1,6 %	1,7 %
Non-réponse	2,5 %	1,4 %	1,2 %

Lecture : en 2022, 68,5 % des élèves français ayant rencontré cette question a répondu 4500 millions de km à cette question.

Note : par le jeu des arrondis, les totaux en pourcentages en ligne peuvent être légèrement différents de 100 %.

Sources : DEPP, OCDE

Difficulté

Un seul calcul doit être effectué. Les difficultés résident d'une part, dans le choix du modèle et d'autre part, dans l'utilisation d'une unité non usuelle. Il s'agit d'une question de niveau 2 (relativement facile) pour les élèves.

Résultats statistiques

TABLEAU 31 • Comparaisons internationales

PAYS	Réponse correcte Crédit complet (en %)	Réponse incorrecte Pas de crédit (en %)	Non-réponse (en %)
FRANCE	68,5	26,6	5,0
OCDE	68,6	28,5	2,9
ALLEMAGNE	69,7	26,7	3,6
ESPAGNE	71,6	25,0	3,4
ITALIE	73,7	23,7	2,6
JAPON	76,6	22,7	0,7
PORTUGAL	64,2	33,1	2,8
ROYAUME-UNI	67,2	30,8	1,9

Lecture : en 2022, 14,9 % des élèves français ayant rencontré cette question ont fourni une réponse correcte.

Note : par le jeu des arrondis, les totaux en pourcentages en ligne peuvent être légèrement différents de 100 %.

Sources : DEPP, OCDE

Retrouvez les travaux de la DEPP sur
education.gouv.fr/etudes-et-statistiques

Publications et archives

Retrouvez toutes les publications et archives de la DEPP sur
archives-statistiques-depp.education.gouv.fr

Jeux de données en open data

Retrouvez tous les jeux de données de la DEPP en open data sur
data.education.gouv.fr