HAL open science

Influence du contexte socio-culturel et du niveau scolaire sur la réalisation de tâches en sciences : liens entre caractéristiques des tâches et compréhension des élèves

Mylène Duclos

To cite this version:

Mylène Duclos. Influence du contexte socio-culturel et du niveau scolaire sur la réalisation de tâches en sciences : liens entre caractéristiques des tâches et compréhension des élèves. Education. Ecole normale supérieure de lyon - ENS LYON, 2022. Français. NNT : 2022ENSL0013 . tel-03924194

HAL Id: tel-03924194

https://theses.hal.science/tel-03924194v1

Submitted on 5 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Numéro National de Thèse : **2022ENSL0013**

THESE

en vue de l'obtention du grade de Docteur, délivré par
l'ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE LYON

Ecole Doctorale N°485
Sciences de l'Éducation, Information et Communication, Psychologie

Discipline : **Sciences de l'Éducation**

Soutenue publiquement le 23/09/2022, par :
Mylène DUCLOS

Influence du contexte socio-culturel et du niveau scolaire sur la réalisation de tâches en sciences : liens entre caractéristiques des tâches et compréhension des élèves

Devant le jury composé de :

DE HOSSON, Cécile Professeure des universités Université Paris Diderot	Rapporteure
TRICOT, André Professeur des universités Université Montpellier 3 Paul-Valéry	Rapporteur
BECU-ROBINAULT, Karine Maîtresse de conférences – HDR ENS de Lyon	Examinatrice
TIBERGHIEN, Andrée Directrice de recherche émérite, CNRS, Université de Lyon (ENS de Lyon, Université Lyon 2)	Examinatrice
VAN DER HENST, Jean-Baptiste Directeur de recherche CNRS INSERM Université de Lyon	Examinateur
ROCHER, Thierry Adjoint au sous-directeur des évaluations et de la performance scolaire, (DEPP, Ministère de l'Education nationale)	Examinateur
LE HEBEL, Florence Maîtresse de conférences – HDR Université de Lyon	Directrice de thèse

École Normale Supérieure de Lyon

Laboratoire Interactions, Corpus, Apprentissages, Représentations (ICAR – UMR 5191)
Laboratoire de l'Éducation (LLE – UAR 3773)
École doctorale Éducation, Psychologie, Information, Communication (« EPIC » – ED 485)

Thèse pour obtenir le grade de docteure de l'ENS en Sciences de l'éducation

Influence du contexte socio-culturel et du niveau scolaire sur la réalisation de tâches en sciences : liens entre caractéristiques des tâches et compréhension des élèves

Volume I

Présentée par Mylène DUCLOS

sous la direction de Florence LE HEBEL

Soutenue publiquement le 23 septembre 2022

Devant le jury composé de :

Cécile DE HOSSON Professeure des universités, Université Paris Diderot, Rapporteure

André TRICOT Professeur des universités, Université Montpellier 3 - Paul-Valéry, Rapporteur

Karine BECU-ROBINAULT Maîtresse de conférences – HDR, ENS de Lyon Examinatrice

Andrée TIBERGHIEN Directrice de recherche émérite, CNRS, Université de Lyon (ENS de Lyon, Université Lyon 2) Examinatrice

Jean-Baptiste VAN DER HENST Directeur de recherche, CNRS, INSERM, Université de Lyon Examinateur

Thierry ROCHER Adjoint au sous-directeur des évaluations et de la performance scolaire, (DEPP, Ministère de l'Education nationale) Examinateur

Florence LE HEBEL Maîtresse de conférences – HDR, Université de Lyon Directrice de thèse

« La tâche qui nous attend consiste à accumuler les connaissances sur la façon dont les caractéristiques d'un individu influencent la réponse qu'il donne aux différentes situations que lui proposent les éducateurs ou à celles qu'ils inventeront.
Il serait irresponsable de se contenter de repérer la minorité des gagnants. Les perdants potentiels doivent être convertis en gagnants ».

Cronbach & Snow, 1981, Préface

REMERCIEMENTS

Je suis reconnaissante d'avoir eu la chance de pouvoir réaliser cette thèse. Grâce à cette expérience, j'ai énormément appris, sur un plan à la fois personnel et avant tout professionnel.

Mes premiers remerciements les plus respectueux vont à ma directrice de thèse, Florence Le Hebel, qui m'a guidée avec beaucoup de bienveillance dans ce parcours qu'est le doctorat et qui a largement contribué à faire de toutes ces années, une expérience très riche d'un point de vue scientifique. Je tiens ensuite à remercier Andrée Tiberghien de m'avoir fait partager sa grande expertise des champs de la didactique des sciences et plus largement des sciences de l'éducation. Je remercie également Pascale Montpied pour les apports théoriques interdisciplinaires dont elle m'a fait bénéficier. Un grand merci à vous trois pour nos nombreux échanges en équipe, qui ont largement participé à l'enrichissement de ma réflexion et pour vos remarques constructives sur mes travaux, qui m'ont permis d'en arriver aux résultats actuels ; enfin merci pour votre disponibilité.

Je tiens particulièrement à remercier les Professeur·e·s Cécile de Hosson et André Tricot de me faire l'honneur de bien vouloir rapporter ce travail de thèse, ainsi que l'ensemble des examinateur·rice·s pour avoir accepté de participer au jury de soutenance. Mes remerciements vont donc également à Karine Bécu-Robinault, Andrée Tiberghien, Jean-Baptiste Van der Henst et Thierry Rocher.

Mes remerciements vont aussi à Valérie Fontanieu, avec qui j'ai eu la chance de collaborer et qui a grandement contribué à la construction de toute la partie statistique de ce travail de recherche. Je la remercie pour sa disponibilité.

Ce travail de thèse n'aurait pu être réalisé sans la collaboration avec la DEPP (Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance). Ainsi, pour cela, je remercie tout particulièrement Saskia Keskpaik et Thierry Rocher.

Merci également à Jean-Baptiste Van der Henst d'avoir contribué à placer ce projet de thèse sur ma route. Je suis heureuse de pouvoir en présenter l'aboutissement aujourd'hui.

Je remercie tous les enseignant·e·s des différents établissements scolaires sollicités, sans qui tout ce travail de thèse n'aurait pu être possible. Je les remercie pour la confiance qu'ils m'ont accordée. Bien sûr, mes remerciements vont aussi à l'ensemble des élèves qui ont accepté de participer à cette étude. Merci à eux pour leur remarquable coopération.

Mes remerciements à toute l'équipe du laboratoire ICAR ainsi qu'au laboratoire du LLE pour leur accueil chaleureux. J'ai une pensée pour Lucie Bujon qui est toujours disponible à ICAR en cas de nécessité et également à Alexia Puzenat pour toute l'organisation d'évènements au sein du LLE, qui m'ont permis de vivre de beaux moments de convivialité. Merci à Laurent Veillard pour son accompagnement en début de thèse. Merci à Karine Bécu-Robinault pour sa précieuse aide, surtout durant mes dernières années de thèse. Merci à l'actuelle directrice du LLE, Patricia Lambert, j'ai apprécié participer aux séances de séminaire qu'elle encadrait aux côtés de Daniel Frandji.

Je suis reconnaissante d'avoir pu assister, grâce à ces deux laboratoires, à de nombreuses rencontres scientifiques me permettant d'élargir ma vision du monde de la recherche.

Je tiens également à remercier la Cellule Corpus Complexes d'ICAR et plus précisément Justine Lascar et Daniel Valero qui m'ont apporté leur appui pour traiter un corpus de données audio-vidéos conséquent. Grâce à eux, j'ai pu développer de sérieuses compétences en recueil de données vidéos.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble de l'équipe pédagogique de l'ISPEF avec qui j'ai la chance de travailler depuis plusieurs années dans le cadre des enseignements à l'université. Je suis heureuse de pouvoir à nouveau poursuivre cette collaboration, en qualité d'ATER, pour la rentrée prochaine.

Une pensée singulière à l'ensemble de mes ami·e·s anciennement doctorant·e·s qui ont contribué à faire de ces années une belle aventure humaine. Qui mieux que vous aurait pu comprendre tous les défis à relever avant d'atteindre ce que l'on pourrait qualifier de « sommet de l'Everest » ? Être témoin de votre réussite m'a donné l'envie d'y croire à mon tour. Alors, Soraya, Piotr, Ben, Aude, Morgane, Seb, Wen, un grand merci de m'avoir aidée à ne pas perdre de vue mon objectif final.

Je remercie également mes plus proches ami·e·s, de Lyon et de Saint-Etienne. Merci Romain, Floriane, Marine, Orlane, Chloé, Noëlie, Ludo, Marie, Alexia, Agnès, Ramata, Laureen ; merci à toutes mes collègues de l'atelier peinture, pour tous ces moments de joie et de rires partagés qui m'ont permis de rester motivée et déterminée. Grâce à vous tous, je me suis toujours sentie écoutée et entourée. Je suis contente d'avoir eu la chance d'évoluer à vos côtés depuis toutes ces belles années d'amitié.

Un immense merci à l'ensemble de ma famille – mon frère Nicolas, ma belle-sœur Justine, mes cousines et cousins notamment Amélie, Lucas, Fabien, Aurélie, Sylvain, Pierre, Deyvo, Franck, Béné, Julien et Émilie ; mes oncles et tantes, mon parrain également – de m'avoir apporté un soutien absolument indéfectible à la fois dans les moments de joie mais aussi et surtout de doutes. Merci d'avoir cru en ma capacité de mener à terme ce travail de thèse.
Je remercie infiniment mes parents, qui n'ont cessé de croire en moi et qui sont de véritables piliers dans ma vie. Merci tout spécialement à toi Maman d'avoir eu la gentillesse de relire mon manuscrit. J'ai hâte de retrouver nos moments complices dans notre passion commune pour la peinture ainsi que les belles randonnées avec toi papa.
Mes remerciements chaleureux à ma marraine pour ce soutien mutuel que nous nous sommes apportées pendant ces derniers mois, particulièrement éprouvants. C'est avec beaucoup d'émotions que je pense à mon oncle Raymond, j'aurais tant voulu qu'il soit encore présent pour voir l'aboutissement de ce travail. Un merci tout particulier à lui.

J'espère également faire la fierté de mes deux adorables nièces, Zia et Iris, qui sont mes petits rayons de soleil et je les en remercie. Mon souhait est que la finalité de tout ce travail leur permette de réaliser que persévérer dans un projet est un challenge gratifiant.

Enfin je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont encouragée et qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail de recherche.

TABLES DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS **7**

TABLES DES MATIÈRES **9**

INTRODUCTION GÉNÉRALE **15**

1 PROBLÉMATISATION **17**

1.1 SESC ET NIVEAU DE PERFORMANCE, UNE ASSOCIATION COMPLEXE 17
1.2 ÉCARTS DE RÉUSSITE SELON LE SESC : UNE NÉCESSAIRE ANALYSE DES DIFFICULTÉS DES ÉLÈVES 17

2 PLAN DU MANUSCRIT **19**

PARTIE 1. CADRE THÉORIQUE **21**

CHAPITRE 1. CONTEXTE DE LA RECHERCHE : PRESENTATION DU PROGRAMME INTERNATIONAL POUR LE SUIVI DES ACQUIS DES ELEVES (PISA) **23**

1 NAISSANCE DE L'ÉTUDE INTERNATIONALE PISA **23**

2 PRÉSENTATION DE L'ENQUÊTE PISA **24**

3 BIAIS POSSIBLES À L'ENQUÊTE PISA COMPARÉS À SES APPORTS **24**

4 CADRE THÉORIQUE DE L'ENQUÊTE PISA SCIENCE 2015 ..... **25**

4.1 BUT DE L'ÉTUDE PISA SCIENCE 2015 25
4.2 COMPÉTENCES ET CONNAISSANCES ÉVALUÉES 25
4.3 CONTEXTES 29
4.4 MESURE DU STATUT ÉCONOMIQUE SOCIAL ET CULTUREL (SESC) 30

5 STRUCTURE DU QUESTIONNAIRE PISA **30**

5.1 NOUVEAUTÉ DU QUESTIONNAIRE PISA SCIENCE 2015 32
5.2 DÉROULEMENT DE L'ÉPREUVE PISA 33
5.3 SYSTÈME DES « CARNETS TOURNANTS » 33

6 RÉSULTATS OBTENUS PAR LA FRANCE À PISA SCIENCE 2015 ..... **34**

6.1 PERFORMANCES EN SCIENCES 34
6.2 PERFORMANCES EN SCIENCES SELON L'ÉCHELLE DE COMPÉTENCES 35
6.3 PERFORMANCES EN SCIENCES SELON LE SESC DES ÉLÈVES 37

CHAPITRE 2. DYNAMIQUE DES PROCESSUS DE COMPRÉHENSION ET DE RÉALISATION DE TÂCHES DE SCIENCES *LIENS AVEC LE NIVEAU DE PERFORMANCE ET/OU LE STATUT ÉCONOMIQUE, SOCIAL ET CULTUREL (SESC) DES ÉLÈVES* **39**

1 COMPRÉHENSION DE TEXTE PAR LES ÉLÈVES **42**

1.1 ÉVOLUTION DU MODÈLE DE COMPRÉHENSION DE KINTSCH & VAN DIJK (1978) 43
1.2 SPÉCIFICITÉS DU LANGAGE ÉCRIT SCIENTIFIQUE 45
1.3 DÉPLACEMENT ENTRE LES REGISTRES LANGAGIERS 46

2 INFLUENCE DES CARACTÉRISTIQUES LINGUISTIQUES SUR LA COMPRÉHENSION ET LA RÉALISATION DE DE TÂCHES PAR LES ÉLÈVES SELON LEUR NIVEAU DE PERFORMANCE ET SESC. **47**

2.1 INFLUENCE DES CARACTÉRISTIQUES LINGUISTIQUES SELON LE NIVEAU DE PERFORMANCE DES ÉLÈVES 48
2.2 INFLUENCE DES CARACTÉRISTIQUES LINGUISTIQUES SELON LE SESC DES ÉLÈVES 51

CHAPITRE 3. MODÈLE DE DIFFICULTÉ DE QUESTIONS ÉVALUANT LA CULTURE SCIENTIFIQUE DES ÉLÈVES **55**

1 ANALYSE A PRIORI DES ITEMS PISA SCIENCE 2015 ..... **56**

2 MODÈLE PRÉDICTIF DE DIFFICULTÉS D'UNE QUESTION 57

3 CONSTRUCTION DES CATÉGORIES DE CARACTÉRISTIQUES 59

3.1 CARACTÉRISTIQUES LIÉES AUX CONTENUS EN JEU DANS LA TÂCHE 60
3.1.1 Types de connaissances 61
3.1.2 Systèmes 61
3.1.3 Type de compétences 62
3.1.4 Champs d'application 63
3.2 CARACTÉRISTIQUES INTRINSÈQUES DE L'ITEM- ASPECTS FORMELS 63
3.2.1 Format 63
3.2.2 Longueur du texte 64
3.2.3 Type d'illustrations 65
3.2.4 Simulation 68
3.3 CARACTÉRISTIQUES INTRINSÈQUES DE L'ITEM- ASPECTS LIÉS AU SENS 68
3.3.1 Contextes 69
3.3.2 Réponse dans l'item 71
3.3.3 Dépendance-indépendance aux ressources 72
3.3.4 Présence d'un lien entre la question et l'illustration 73
3.4 CARACTÉRISTIQUES LIÉES AUX RAISONNEMENTS ET STRATÉGIES DE RÉPONSE DES ÉLÈVES 74
3.4.1 Complexité cognitive 75
3.4.2 Stratégie de Matching ou « correspondance de mots » 77
3.4.3 Projection (présence ou non dans l'item) 79
3.4.4 Référence à la vie quotidienne 81

4 SYNTHÈSE DE L'INTERACTION ENTRE LES DIFFÉRENTES CARACTÉRISTIQUES DE L'ITEM ET L'ÉLÈVE DANS LE PROCESSUS DE RÉPONSE 83

5 MISE EN APPLICATION DE LA CATÉGORISATION PROPOSÉE À PARTIR D'UN ITEM PISA SCIENCE 2015 LIBÉRÉ 88

6 ANTICIPATION DES DIFFICULTÉS DES ÉLÈVES PAR LES ENSEIGNANT·E·S ET LES CONCEPTEURS DE TEST 91

7 QUESTIONS DE RECHERCHE ET HYPOTHÈSES 92

7.1 QUESTIONS DE RECHERCHE 92
7.2 HYPOTHÈSES DE RECHERCHE 93

PARTIE 2. MÉTHODOLOGIE & RÉSULTATS 95

SOUS-PARTIE 2.1. ÉTUDE QUANTITATIVE 99

CHAPITRE 4. CHOIX MÉTHODOLOGIQUES SPÉCIFIQUES À L'ÉTUDE QUANTITATIVE 101

1 ÉCHANTILLON 101

2 CONSTRUCTION DES GROUPES 103

3 TYPE DE MODÈLES STATISTIQUES 105

4 PROCESSUS D'ANALYSE DES DONNÉES 108

CHAPITRE 5. SPÉCIFICATION DE L'INFLUENCE EXERCÉE PAR CHACUNE DES CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE NOTRE MODÈLE DE DIFFICULTÉ DE QUESTIONS, SUR L'ÉCART DE RÉUSSITE 113

1 CARACTÉRISTIQUES LIÉES AUX CONTENUS EN JEU DANS LA TÂCHE 114

1.1 TYPES DE CONNAISSANCES 115
1.2 SYSTÈMES 115
1.3 TYPE DE COMPÉTENCES 116
1.4 CHAMPS D'APPLICATION 116

2 CARACTÉRISTIQUES INTRINSÈQUES À L'ITEM- ASPECTS FORMELS 117

2.1 FORMAT 117

2.2 LONGUEUR DU TEXTE 118
2.3 SIMULATION 118
2.4 ILLUSTRATIONS 119

3 CARACTÉRISTIQUES INTRINSÈQUES À L'ITEM- ASPECTS LIÉS AU SENS 120

3.1 CONTEXTES 120
3.2 RÉPONSE DANS L'ITEM 120
3.3 DÉPENDANCE AUX RESSOURCES 121
3.4 LIEN QUESTION-ILLUSTRATION 121

4 RAISONNEMENTS ET STRATÉGIES DE RÉPONSE DES ÉLÈVES 122

4.1 COMPLEXITÉ COGNITIVE 123
4.2 STRATÉGIE DE MATCHING 123
4.3 PROJECTION 124
4.4 NIVEAU DE RÉFÉRENCE AU QUOTIDIEN 124

5 EN RÉSUMÉ 125

CHAPITRE 6. CONFRONTATION DE L'ENSEMBLE DES CARACTÉRISTIQUES INFLUENTES DANS LES VARIATIONS DES ÉCARTS DE RÉUSSITE À TRAVERS LES DIFFÉRENTES COMPARAISONS DE GROUPES 127

1 CONFRONTATION DES CARACTÉRISTIQUES INFLUENTES DANS LES VARIATIONS DES ÉCARTS DE RÉUSSITE DES DEUX COMPARAISONS GÉNÉRALES DE GROUPES (SELON SESC ET NIVEAU DE PERFORMANCE) 129

2 CONFRONTATION DES CARACTÉRISTIQUES INFLUENTES DANS LES VARIATIONS DES ÉCARTS DE RÉUSSITE SELON LE SESC DES ÉLÈVES DE NIVEAU DE PERFORMANCE HAUT OU BAS 134

3 CONFRONTATION DES CARACTÉRISTIQUES INFLUENTES DANS LES VARIATIONS DES ÉCARTS DE RÉUSSITE SELON LE NIVEAU DE PERFORMANCE DES ÉLÈVES AU SEIN DU GROUPE SESC FAVORISÉ VERSUS DÉFAVORISÉ 139

4 IDENTIFICATION DES FACILITÉS ET DIFFICULTÉS QUI DISTINGUENT CHAQUE PROFIL D'ÉLÈVES DES AUTRES PROFILS 141

4.1 PROFIL D'ÉLÈVES DE SESC FAVORISÉ ET DE HAUT NIVEAU DE PERFORMANCE 142
4.2 PROFIL D'ÉLÈVES DE SESC DÉFAVORISÉ ET DE HAUT NIVEAU DE PERFORMANCE 143
4.3 PROFIL D'ÉLÈVES DE SESC FAVORISÉ ET DE BAS NIVEAU DE PERFORMANCE 145
4.4 PROFIL D'ÉLÈVES DE SESC DÉFAVORISÉ ET DE BAS NIVEAU DE PERFORMANCE 146

5 CONCLUSION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE QUANTITATIVE 149

6 LIMITES DE L'ÉTUDE QUANTITATIVE 151

SOUS-PARTIE 2.2. ÉTUDE QUALITATIVE 153

CHAPITRE 7. CHOIX MÉTHODOLOGIQUES SPÉCIFIQUES À L'ÉTUDE QUALITATIVE 155

1 ÉCHANTILLON DES ÉLÈVES 155

1.1 PROFIL DES ÉLÈVES 155
1.2 ESTIMATION DU NIVEAU SOCIO-ÉCONOMIQUE ET CULTUREL 155
1.3 ESTIMATION DU NIVEAU SCOLAIRE EN SCIENCES 158
1.4 TYPE D'ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES FRÉQUENTÉS PAR LES ÉLÈVES DE L'ÉCHANTILLON 158
1.5 RÉPARTITION DES ÉLÈVES EN BINÔMES 159

2 SÉLECTION DES ITEMS 161

2.1 ITEMS SÉLECTIONNÉS DANS LE QUESTIONNAIRE 161
2.2 RÉPARTITION DES ITEMS DANS LE QUESTIONNAIRE SELON LEUR NIVEAU DE DIFFICULTÉ 162

3 PROCÉDURE 163

3.1 PASSATION DU QUESTIONNAIRE 163

3.2 PASSATION DES ENTRETIENS 164
3.3 ENREGISTREMENTS AUDIO-VIDÉOS 166

CHAPITRE 8. ANALYSE DES COMPORTEMENTS VERBAUX ET NON VERBAUX DES ÉLÈVES EN SITUATION DE RÉALISATION DE TÂCHES DE SCIENCES (ITEMS PISA SCIENCE 2015) 169

1 ANALYSE DE L'ÉVOLUTION TEMPORELLE DES STRATÉGIES MISES EN ŒUVRE PAR LES ÉLÈVES LORS DE LA RÉALISATION DE TÂCHES DE SCIENCES 170

1.1 PRÉSENTATION DES ITEMS DE L'UNITÉ « MÉTÉORITES ET CRATÈRES » (LIBÉRÉS PAR PISA) 170
1.2 ANALYSE DE L'ÉVOLUTION TEMPORELLE DES STRATÉGIES MISES EN ŒUVRE PAR LES BINÔMES D'ÉLÈVES DE SESC ET DE NIVEAU SCOLAIRE EN SCIENCES OPPOSÉS. 173
1.2.1 Gestes effectués par les élèves au cours de la réalisation des deux items « météorites et cratères » 181
1.2.2 Temps de résolution à chaque étape du modèle de réponse aux questions 185
1.3 CONCLUSION 192

2 ANALYSE DE L'ENSEMBLE DES STRATÉGIES MISES EN PLACE PAR LES ÉLÈVES SUR UN MÊME ITEM 193

2.1 PRÉSENTATION DE L'ITEM 193
2.2 ANALYSE DES CHOIX DE RÉPONSE DONNÉS PAR LES ÉLÈVES DE L'ÉCHANTILLON PISA SCIENCE 2015 195
2.3 ANALYSE DE L'ENSEMBLE DES STRATÉGIES DE RÉPONSE MISES EN PLACE PAR LES ÉLÈVES SELON LEUR SESC (FAVORISÉ VS DÉFAVORISÉ) ET LEUR NIVEAU SCOLAIRE (HAUT/MOYEN/BAS) 196
2.4 CONCLUSION 210

3 ANALYSE SELON LA RÉPONSE OUVERTE DONNÉE PAR LES ÉLÈVES ET CONFRONTATION AVEC LES TRANSCRIPTIONS 211

3.1 PRÉSENTATION DE L'ITEM 603Q02 211
3.2 ANALYSE DES STRATÉGIES DE RÉPONSE MISES EN PLACE PAR LES ÉLÈVES SELON LEUR SESC ET LEUR NIVEAU SCOLAIRE . 213
3.3 CONCLUSION 224

CHAPITRE 9. ANALYSE FOCALISÉE SUR LES STRATÉGIES DE RÉPONSE DES ÉLÈVES SELON UNE OU DES CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIQUES À PLUSIEURS ITEMS PISA SCIENCE 2015 227

1 FOCUS SUR LA CARACTÉRISTIQUE « PROJECTION » 227

1.1 ANALYSE D'INDICES DE PROJECTION DANS UN ITEM DE NIVEAU ÉLEVÉ DE RÉFÉRENCE À LA VIE QUOTIDIENNE 231
1.2 ANALYSE D'INDICES DE PROJECTION DANS UN ITEM DE NIVEAU FAIBLE DE RÉFÉRENCE À LA VIE QUOTIDIENNE 234
1.3 COMPARAISON DES INDICES DE PROJECTION - ITEMS DE NIVEAU RÉFÉRENCE À LA VIE QUOTIDIENNE FAIBLE VS ÉLEVÉ ... 236
1.4 POINTS DE DISCUSSION 240
1.4.1 Interprétation générale des résultats qualitatifs 240
1.4.2 Les difficultés d'une projection incorporée dans une situation fortement liée au quotidien 241
1.4.3 Réflexion sur l'importance de la compétence de prise de perspective dans la compréhension et l'apprentissage des sciences 242

2 FOCUS SUR LA CARACTÉRISTIQUE « RÉFÉRENCE À LA VIE QUOTIDIENNE » 243

2.1 ADOPTION D'UN POINT DE VUE ANTHROPOMORPHISTE 244
2.2 RÉFÉRENCE À LA VIE QUOTIDIENNE AIDANTE VERSUS NON-AIDANTE 247
2.3 CONCLUSION 250

3 FOCUS SUR LA CARACTÉRISTIQUE « CONTEXTES » 251

3.1 INFLUENCE DE LA DIMENSION FICTIVE AJOUTÉE À UN CONTEXTE PERSONNEL-SOCIÉTAL 251
3.2 CONCLUSION 254

4 FOCUS SUR LA CARACTÉRISTIQUE « MATCHING » 254

4.1 INFLUENCE DU MATCHING « INVALIDANT » 255
4.2 CONCLUSION 260

5 FOCUS SUR LA CARACTÉRISTIQUE « CONNAISSANCE » 261

5.1 INFLUENCE DES CONNAISSANCES DE CONTENU 261

5.2 CONCLUSION 264

6 FOCUS SUR LA CARACTÉRISTIQUE « LONGUEUR DU TEXTE » 265

6.1 INFLUENCE DE LA CARACTÉRISTIQUE « LONGUEUR DU TEXTE » 265
6.2 INFLUENCE POSSIBLE D'AUTRES CARACTÉRISTIQUES LINGUISTIQUES 268
6.3 CONCLUSION 269

7 FOCUS SUR LA CARACTÉRISTIQUE « ILLUSTRATIONS » 269

7.1 INFLUENCE DES GRAPHIQUES 270
7.2 INFLUENCE DE LA PRÉSENCE D'UN CONFLIT DANS UN GRAPHIQUE 272
7.2.1 Lecture de graphique par les élèves de SESC favorisé et de haut niveau 272
7.2.2 Lecture de graphique par les élèves de moyen niveau en sciences selon leur SESC 275
7.2.3 Lecture de graphique par les élèves de SESC défavorisé de haut et bas niveau en sciences 276
7.1 INFLUENCE DE L'ASPECT STRICTEMENT VISUEL D'UN GRAPHIQUE 279
7.2 CONCLUSION 280

8 FOCUS SUR LA CARACTÉRISTIQUE « DÉPENDANCE-INDÉPENDANCE » 280

8.1 ANALYSE DE L'INFLUENCE DE LA DÉPENDANCE AUX RESSOURCES 280
8.2 INFLUENCE DE LA PERTINENCE DES INFORMATIONS 283
8.3 INFLUENCE DE LA DENSITÉ DES INFORMATIONS 286
8.4 CONCLUSION 287

9 FOCUS SUR LA CARACTÉRISTIQUE « RÉPONSE DANS L'ITEM » 288

9.1 INFLUENCE D'UNE RÉPONSE TEXTUELLE DANS L'ITEM EN COMPARAISON À L'ABSENCE DE RÉPONSE 288
9.2 COMPARAISON DE L'INFLUENCE D'UNE RÉPONSE DE NATURE TEXTUELLE VERSUS ILLUSTRÉE 291
9.3 CONCLUSION 292

10 CONCLUSION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE QUALITATIVE 292

11 LIMITES DE L'ÉTUDE QUALITATIVE 294

PARTIE 3. DISCUSSION GÉNÉRALE & CONCLUSION 297

CHAPITRE 10. DISCUSSION DES RÉSULTATS MAJEURS ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE 299

1 VARIABILITÉ DES COMPORTEMENTS AU COURS DE LA TÂCHE 300

2 DISCUSSION DES RÉSULTATS STATISTIQUES MAJEURS 301

3 DISCUSSION DES RÉSULTATS QUALITATIFS MAJEURS 302

3.1 LES SOURCES DE DIFFÉRENCES DANS LA COMPRÉHENSION 302
3.1.1 Le contexte : source de difficulté de compréhension en science 302
3.1.2 Application de stratégies plus ou moins efficaces 303
3.1.3 Déplacement entre les registres langagiers 303

4 DISCUSSION À LA LUMIÈRE DES DONNÉES STATISTIQUES ET QUALITATIVES 304

4.1 CONNAISSANCES DE CONTENU 304
4.2 RÉFÉRENCE À LA VIE QUOTIDIENNE 305

5 PISTES POSSIBLES D'INTERVENTIONS 306

5.1 PRIVILÉGIER L'EMPLOI DE CERTAINS PRONOMS EN CLASSE 306
5.2 PRIVILÉGIER UNE COMPRÉHENSION APPROFONDIE DE LA SITUATION 306
5.3 PRIVILÉGIER UNE PRATIQUE EN CLASSE DE LA TRANSPOSITION DE L'ORAL VERS L'ÉCRIT 307
5.4 PRIVILÉGIER DES INTERVENTIONS PÉDAGOGIQUES PRÉCOCES 307
5.5 AMÉLIORER LA CONCEPTION DES ÉVALUATIONS EN SCIENCES 308

6 PERSPECTIVES DE RECHERCHE 309

6.1 ÉLARGIR LES TECHNIQUES DE RECHERCHE 309
6.2 ÉVALUATION PLUS POUSSÉE DES STRATÉGIES 310

BIBLIOGRAPHIE **311**
TABLE DES ILLUSTRATIONS **337**
TABLE DES FIGURES **337**
TABLE DES TABLEAUX **338**
RÉSUMÉ **342**

INTRODUCTION GÉNÉRALE

*« **The problems of education are rooted in the problems of our society.** They are not simply technical problems. They do not have technical solutions. […] Research only helps us to understand what our choices are and what the consequences of making different choices may be. **Although we cannot separate educational problems from more general social problems,** neither can we afford to wait for somebody else to solve those larger problems before we do anything **to help students learn more effectively.** »*[1] (Lemke, 1990, p. 167).

La préoccupation d'engager les élèves vers une meilleure compréhension des sciences n'est pas récente. De plus, avec le développement technologique, **une culture scientifique est de plus en plus essentielle** (e.g. Bybee, 2006) et semble pourtant décliner car le citoyen « moyen » perd confiance dans les processus scientifiques. Des études récentes montrent que la situation de pandémie mondiale n'a pas aidé à restaurer la confiance envers la science (e.g. Hamilton & Safford, 2021) alors qu'elle joue un rôle central dans ce genre de situation préoccupante (Plohl & Musil, 2021). La Covid-19 nous a rappelé à quel point la culture scientifique est cruciale. Il semble donc primordial de réfléchir à des solutions.

Les différentes études internationales nous rappellent constamment que le **système scolaire français est l'un des plus inéquitables et inégalitaires** en comparaison aux autres pays les plus développés économiquement (OCDE, 2016 ; IEA, 2016), **la culture scientifique ne faisant pas exception**. Plus exactement, les résultats de PISA Science 2015 (Programme International pour le Suivi et les Acquis des élèves) montrent que la corrélation entre les performances des élèves et leur statut économique social et culturel (SESC) est l'une des plus fortes en France. D'autres recherches vont dans le même sens et montrent que le statut socio-économique et culturel (SESC) des élèves est un bon prédicteur de la réussite en sciences (e.g. Byrnes & Miller, 2007; Chen et al., 2019; Gorard & See, 2009; Ho, 2010). Les élèves dont le SES familial est plus élevé réussissent mieux dans les matières scientifiques (Duncan et al., 1998; Van Laere et al., 2014; K. R. White, 1982).

---

[1] « **Les problèmes d'éducation sont enracinés dans les problèmes de notre société.** Ce ne sont pas simplement des problèmes techniques. Ils n'ont pas de solutions techniques. […] La recherche nous aide seulement à comprendre quels sont nos choix et quelles peuvent être les conséquences de faire des choix différents. **Bien que nous ne puissions pas séparer les problèmes éducatifs des problèmes sociaux plus généraux,** nous ne pouvons pas non plus nous permettre d'attendre que quelqu'un d'autre résolve ces problèmes plus vastes avant de faire quoi que ce soit pour **aider les élèves à apprendre plus efficacement.** » [traduction libre] (Lemke, 1990, p 167).

A contrario, les élèves dont le SES est plus faible atteignent généralement des niveaux de performance plus bas en sciences (Milne & Plourde, 2006 ; Heckman, 2006 ; Stumm, 2017). Pourtant, comme le souligne Van Brederode (2020), il semblerait qu'il subsiste, dans la pensée collective, l'idée d'un accès aux sciences, possible à tout un chacun : « la pensée commune que l'héritage culturel des élèves aurait un impact moins important sur les inégales réussites que l'apprentissage de la langue, de la littérature ou des arts » (Van Brederode, 2020).

L'école est censée permettre de combler les différences entre les élèves selon leur statut économique social et culturel (SESC), pourtant il semble que cette mission ne soit pas remplie au niveau espéré (Demeuse et al., 2008; Duru-Bellat, 2015; Le Mener et al., 2017; Rochex, 2013).

Ce qui nous alerte surtout aujourd'hui, c'est que depuis le début de la création de l'étude PISA en 2000, l'écart de performances entre les élèves de SESC défavorisé et ceux de SESC favorisé en France augmente, alors que des progrès dans la lutte contre les inégalités à l'école dans certains pays de l'OCDE sont observables (Cnesco, 2016b).

Malgré ce constat relativement alarmant, rien n'est immuable, nous sommes persuadés que des améliorations sont possibles. Avant de prétendre pouvoir les proposer, il faut d'abord tenter d'appréhender la manière dont les élèves réfléchissent face à une tâche en sciences et la comprennent. Bien sûr, d'autres chercheurs se sont attelés, avant nous, à cette tâche délicate et c'est pourquoi à partir de leurs différents travaux, nous proposons un **regard interdisciplinaire** qui nous permet notamment « d'ouvrir les perspectives de la recherche, d'étoffer les moyens d'y répondre et d'aiguiser le sens critique. » (Bühler et al., 2006, p. 393).

Ce travail de recherche se situe effectivement à la croisée des disciplines. Avant tout, nous étudions les comportements des élèves face une tâche en sciences pour tenter d'en faire ressortir les spécificités en fonction du profil des élèves. Nous prenons en compte le savoir engagé dans ces tâches ce qui implique une **analyse didactique.** Ensuite, ce sujet est empreint d'aspects sociologiques puisqu'il s'intéresse au niveau socio-économique et culturel des élèves, c'est pourquoi nous nous inspirons aussi de travaux en **sociologie de l'éducation**. Cette thèse fait également référence à certains travaux en **psychologie cognitive**, puisque nous étudions la compréhension et le raisonnement des élèves en situation de réalisation de tâche en sciences. Enfin, l'étude des comportements regroupe à la fois les aspects verbaux et non verbaux et pour leur analyse, nous prenons appui sur les **sciences du langage**. L'interdisciplinarité dans ce travail de recherche est d'autant plus bénéfique car elle *« autorise un décentrage, une perspective de biais, qui permet de se donner d'autres modes de raisonnement, d'autres catégories de pensée, de diversifier les modes de compréhension. »* (Bühler et al., 2006, p. 395).

1 Problématisation

1.1 SESC et niveau de performance, une association complexe

Le statut socio-économique des élèves joue un rôle indéniable pour prédire à quel groupe de compétences (élevé ou faible) ils appartiendront (Alivernini & Manganelli, 2015).

Toutefois, un haut niveau de performance ne peut être systématiquement associé au profil des élèves de SESC favorisé puisqu'ils peuvent aussi obtenir de faibles résultats à PISA (Yalcin, 2017). De surcroît, certains élèves de SESC défavorisé parviennent à obtenir des performances élevées malgré un « milieu » socio-économiques défavorable ; ils sont alors considérés comme scolairement résilients (OCDE, 2018). Autrement dit, ils parviennent à contrecarrer l'association SESC défavorisé-faible performance.

Bien que ces élèves fassent preuve d'une résilience académique, il n'en demeure pas moins qu'ils sont plus en difficultés que les élèves de SESC favorisé. En effet, Jerrim (2017) a identifié un écart des scores scientifiques à PISA Science 2015, de 86 points entre les élèves français hautement performants de SESC défavorisé et favorisé, ce qui équivaut à un écart de presque 3 ans de scolarité. Cela montre que malgré un niveau de performance élevé, les élèves de SESC défavorisé sont souvent en retard par rapport à leurs homologues de SESC favorisé. Ceci indique donc que le SESC des élèves influence fortement leurs compétences en sciences.

Il est donc important d'étudier à la fois le SESC des élèves (favorisé et défavorisé) et leur niveau de performance (haut ou bas) comme nous proposons de le faire dans ce travail de thèse. Cette approche est assez innovante dans le sens où peu de recherches, que ce soit à un niveau national ou international, combinent ces deux variables pour comprendre les difficultés des élèves en sciences (Nunes et al., 2017).

1.2 Écarts de réussite selon le SESC : une nécessaire analyse des difficultés des élèves

La persistance des écarts interroge et implique de clarifier la manière dont le SESC influence la réussite des élèves (Thomson, 2018).

Pour cela, il ne s'agit pas de s'arrêter à la réussite des élèves à un test mais d'examiner plus en profondeur leurs difficultés, notamment à partir de techniques qualitatives (Pongsakdi et al., 2020). En effet, une réduction des inégalités implique nécessairement de comprendre plus efficacement les mécanismes à l'œuvre dans l'écart de réussite selon le SESC des élèves (Pokropek et al., 2015) pour permettre aux enseignant·e·s d'agir en ce sens (Piel & Schuchart, 2014) et de ce fait promouvoir des progrès sur le plan pédagogique au sein des écoles (Scherer & Nilsen, 2019).

Certains sociologues qui ont analysé, selon des approches qualitatives, le fonctionnement des élèves de faible SESC (Lahire, 1995 ; Bautier & Rayou, 2013 ; Bonnéry, 2007) soulignent la nécessité de s'intéresser plus précisément aux processus qui amènent les élèves à répondre différemment aux tâches lorsqu'ils viennent d'un milieu social différent, afin de permettre aux enseignant·e·s d'appréhender de manière plus adéquate les difficultés rencontrées par les élèves.

Dans cette thèse, nous cherchons à comprendre quelles sont les difficultés auxquelles sont confrontés les élèves, sur des tâches en sciences (qui peuvent être élargies à d'autres domaines), en fonction de leur milieu socio-économique et culturel. Nous avons choisi de prendre appui sur les items PISA Science 2015 relevant de la culture scientifique qui, dans ce cadre, signifie : *« the ability to engage with science-related issues, and with the ideas of science, as a reflective citizen. A scientifically literate person is willing to engage in reasoned discourse about science and technology, which requires the competencies to explain phenomena scientifically, evaluate and design scientific enquiry, and interpret data and evidence scientifically. »*[2] *(OECD, 2019, p. 16).*

Le but ultime de tout ce travail de recherche est de permettre aux enseignant·e·s d'avoir une connaissance plus fine des difficultés des élèves selon notamment les grandes lignes d'un profil (par exemple : SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas), gardant toutefois à l'esprit qu'un élève reste unique et que les difficultés rencontrées sont propres à chacun (Hegarty et al., 1995). Au regard des recherches antérieures, nous essayons de dégager quelques catégories de caractéristiques qui rendent un item potentiellement difficile pour un élève.

Ceci donne lieu à l'élaboration d'un modèle de difficultés de questions évaluant la culture scientifique des élèves, faisant l'objet d'une publication dans la revue Éducation et Didactique (Duclos et al., 2021). Nous examinons statistiquement le pouvoir explicatif de chacune des caractéristiques de notre modèle de difficulté. L'idée est alors de permettre aux enseignant·e·s et/ou aux concepteurs de test d'anticiper les difficultés des élèves et ainsi de proposer des évaluations plus équitables. Pour que nos données permettent au mieux de comprendre les processus de réponses des élèves, nous ajoutons à cela une étude des comportements verbaux et non verbaux des élèves afin de préciser nos résultats statistiques. La plupart de nos observations vont dans le sens de ces résultats et surtout les complètent pour refléter davantage les spécificités de chacun des groupes étudiés.

[2] « La capacité de s'engager dans des questions liées à la science et avec les idées de la science, en tant que citoyen réfléchi. Une personne possédant des connaissances scientifiques est disposée à s'engager dans un discours raisonné sur la science et la technologie, ce qui nécessite les compétences nécessaires pour expliquer les phénomènes de manière scientifique, évaluer et concevoir une enquête scientifique et interpréter les données et les preuves de manière scientifique » [traduction libre] (OECD, 2019, p. 16).

2 Plan du manuscrit

Cette thèse se structure en trois grandes parties classiques : une première théorique, une seconde empirique pour finir sur une discussion et nos perspectives de recherches.

La première partie consiste à introduire le sujet de cette thèse et en venir progressivement à sa problématisation. Nous présentons le contexte de cette recherche et nous faisons état du cadre théorique sur lequel repose cette recherche de thèse. La deuxième partie nous amène à préciser nos choix méthodologiques et à exposer nos résultats quantitatifs et qualitatifs. La troisième partie comporte la discussion générale ainsi qu'une conclusion.

Le premier chapitre de la thèse permet de préciser que cette recherche s'établit dans un contexte particulier, celui du Programme International sur les Acquis des élèves (PISA) qui nous sert de base à la fois théorique mais aussi empirique.

Dans les deux chapitres suivants, nous développons le cadre théorique qui nous a guidés tout au long du processus de recherche. Le chapitre 2 nous permet de mettre en évidence la dynamique des processus de compréhension et de réalisation d'une tâche de sciences puis de dégager le rôle du niveau de performance et/ou du statut économique social et culturel (SESC) sur la réussite générale des élèves et plus spécifiquement en sciences. À partir de ces différents constats, nous présentons l'élaboration de notre modèle de difficulté aux questions relevant de la culture scientifique dans le chapitre 3.

Les chapitres qui suivent présentent nos choix méthodologiques pour nos deux analyses, quantitative et qualitative, et leurs résultats.

Enfin, nous discutons de ceux-ci dans un dernier chapitre ainsi que des implications possibles dans le contexte scolaire au sein de la classe.

PARTIE 1.
CADRE THÉORIQUE

Chapitre 1.

Contexte de la recherche : Présentation du Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves (PISA).

Chapitre 2.

Dynamique des processus de compréhension et de réalisation de tâches de sciences

Liens avec le niveau de performance et/ou le statut économique, social et culturel (SESC) des élèves.

Chapitre 3.

Modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique des élèves.

Chapitre 1.
Contexte de la recherche : présentation du Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves (PISA)

Cette thèse prend appui sur l'étude internationale PISA[3] (Programme international sur les acquis des élèves) de 2015 sur la culture scientifique. Dans ce contexte, nous proposons une étude secondaire avec des objectifs bien différents de ceux poursuivis par PISA (Olsen & Lie, 2006), c'est-à-dire que nous réutilisons les données fournies par PISA Science 2015 pour déterminer les difficultés que rencontrent les élèves selon leur statut économique social et culturel (SESC).

Notre étude réalisée à partir d'une double approche (quantitative et qualitative) a été menée à partir des items PISA et des résultats obtenus par l'échantillon représentatif des élèves français à PISA Science 2015. Grâce à la collaboration avec la DEPP (Direction de l'Évaluation, de la Prospective et de la Performance[4]), responsable de PISA en France, nous avons pu avoir accès aux 183 items de l'échantillon français du PISA Science 2015.

Étant donné que le modèle de difficulté de questions de sciences que nous avons élaboré dans ce travail de thèse, repose en partie sur l'évaluation PISA et que les résultats que nous exposons dans cette thèse en découlent, il nous semble important de mettre en contexte cette recherche de thèse en présentant plus en détails le Programme International sur les Acquis des élèves.

1 Naissance de l'étude internationale PISA

La première étude du Programme International sur les Acquis des élèves (PISA) est menée, en 2000, par l'Organisation de coopération et de développement Économiques (OCDE), à laquelle participera immédiatement la France, aux côtés d'une trentaine de pays.

C'est ainsi que PISA devient un référentiel pour les décisionnaires de l'époque et influence toujours aujourd'hui les politiques nationales (Martens et al., 2015). C'est aussi une évaluation largement étudiée et exploitée permettant d'avoir accès à une banque de données d'une certaine

[3] Programme for International Student Assessment.

[4] « La DEPP est une direction du ministère en charge de l'Éducation nationale et le service statistique ministériel en charge des statistiques sur l'éducation. Elle fait ainsi partie de la statistique publique française et européenne. » Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports. 2022, Février. *Les missions de la DEPP.* Education.gouv.fr (https://www.education.gouv.fr/les-missions-de-la-depp-41663).

qualité compte tenu du budget alloué à ce type d'étude internationale et de l'expertise des équipes en charge de l'exploitation des résultats (Olsen & Lie, 2006)

Les études internationales, dont PISA, permettent de développer un regard critique sur les politiques éducatives. Au travers des questionnaires contextuels, ces enquêtes rendent aussi possible l'étude du fonctionnement des établissements (Mons, 2008).

2 Présentation de l'enquête PISA

Ce travail de recherche se réfère spécifiquement à l'enquête PISA 2015 et en partie sur l'enquête 2006 puisque la culture scientifique était le domaine majeur évalué par PISA pendant ces deux années. En effet, en 2006 et en 2015, la culture scientifique représentait le domaine sur lequel le plus de questions ont été posées. L'évaluation se répète par cycle tous les trois ans et un seul des trois domaines évalués par PISA[5] devient majeur tous les 9 ans. En 2015, PISA comptait 72 pays participants, 35 pays membres de l'OCDE ainsi que 37 pays partenaires.

PISA Science 2015 comporte au total 183 items donc 84 proviennent de PISA Science 2006 et 99 sont nouvellement intégrés ce qui nous donne 54 % de nouveaux items c'est-à-dire une proportion légèrement plus grande par rapport aux anciens items (46 %). Au total, les 183 items sont regroupés en 56 unités.

Plusieurs items sont réutilisés d'une édition PISA à l'autre, c'est pourquoi plusieurs items se répètent entre PISA Science 2006 et 2015 et c'est aussi pour cette raison que peu d'items sont rendus publics.

3 Biais possibles à l'enquête PISA comparés à ses apports

Les deux langues officielles de l'OCDE sont l'anglais et le français et tous les pays dont la langue est différente à celles choisies pour PISA reçoivent une version des items dans les deux langues sources que chacun doit adapter en fonction de la langue parlée nationalement (Felouzis & Charmillot, 2012a; OCDE, 2016d).

Bien que PISA fasse des efforts considérables pour réduire les biais de traduction, certains persistent et peuvent poser un problème de comparabilité entre les pays (Bart et al., 2018) avec un risque notamment d'augmenter la difficulté d'un item (Rémond, 2001, 2005) en particulier pour ceux dont la langue nationale diverge fortement des langues sources (Hopfenbeck et al., 2018).

[5] Compréhension de l'écrit ; Culture mathématique ; Culture scientifique.

Bien que l'étude PISA présente des limites indéniables (voir Hopfenbeck, 2016) et s'expose à de nombreuses critiques et remises en question, comme c'est le cas notamment pour la mesure du SESC pour laquelle Avvisati (2020) suggère quelques améliorations, il existe aussi des aspects plus positifs à l'existence de ce type d'évaluations internationales à grande échelle des apprentissages (ILSA[6]).

Celles-ci offrent effectivement de nombreuses données accessibles aux chercheurs en sciences de l'éducation, qu'ils explorent au moyen de méthodologies variées (Gamazo & Martínez-Abad, 2020) afin de répondre à divers questionnements de recherche (Hopfenbeck et al., 2018). D'ailleurs, de nombreuses recherches secondaires à PISA portent un intérêt majeur aux inégalités socio-économiques sans pour autant produire d'explications à l'origine de celles-ci (Hopfenbeck et al., 2018) d'où l'importance de proposer des recherches qui tentent de combler ce manque.

4 Cadre théorique de l'enquête PISA Science 2015

4.1 But de l'étude PISA Science 2015

Comme les autres évaluations PISA en sciences, le but de celle de 2015 est d'évaluer l'acquisition de savoirs et savoir-faire essentiels à la vie quotidienne (incluant la vie sociale) au terme de la scolarité obligatoire (15-16 ans) (OCDE, 2016e).

Ainsi, à la différence d'autres études internationales, l'étude PISA ne cherche pas à évaluer si les élèves maîtrisent précisément les matières du programme scolaire mais teste plutôt l'aptitude des élèves à appliquer leurs connaissances acquises à l'école aux situations plus ou moins proches de la vie quotidienne des élèves (OCDE, 2016e).

4.2 Compétences et connaissances évaluées

C'est pour cela que, comme le montre la figure 1, PISA Science 2015 requiert l'évaluation de trois compétences majeures qui mettent en œuvre différents types de connaissances.

[6] En anglais : International large-scale assessments (ILSA).

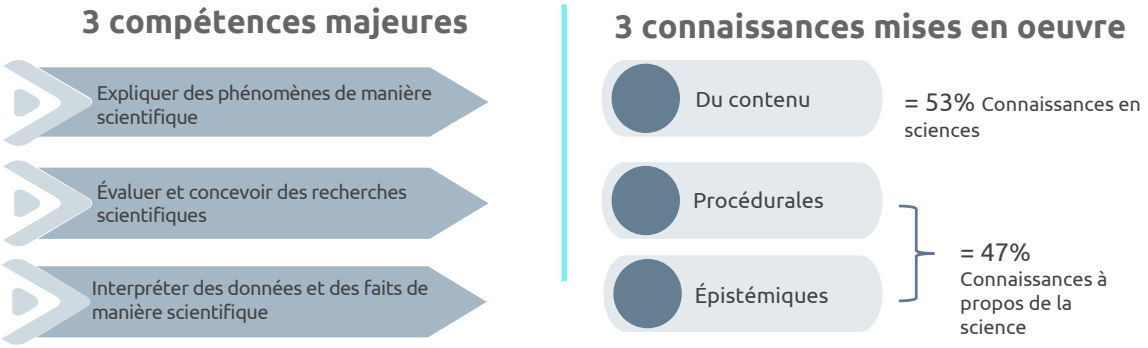


Figure 1. Type de compétences et connaissances évaluées par PISA Science 2015.

La 1ère compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique » implique pour l'élève de reconnaître et proposer des explications à divers phénomènes naturels et technologiques tout en les évaluant. Ensuite, « Évaluer et concevoir des recherches scientifiques » requiert de la part des élèves d'être en mesure de décrire et surtout d'évaluer des recherches scientifiques tout en répondant aux questions de manière scientifique. Enfin, l'élève est évalué sur sa capacité à « interpréter des données et des faits de manière scientifique » c'est-à-dire d'analyser et d'évaluer des données, des allégations et des arguments se présentant sous différentes formes pour en tirer des conclusions scientifiques appropriées (OCDE, 2016e).
Chacune de ces compétences reposent sur des connaissances spécifiques. La 1ère compétence nécessite plus largement des **connaissances en sciences**. Celles-ci appelées connaissances de contenu (dans le sens « content knowledge ») sont relatives aux faits, concepts, idées et théories sur le monde naturel. Ces connaissances peuvent être relatives aux systèmes physiques, vivants et de la Terre et de l'Univers. Les deux autres compétences font majoritairement appel à des **connaissances à propos des sciences** c'est-à-dire connaître les procédures sur lesquelles repose la création du savoir scientifique (connaissances procédurales) et comprendre leur rôle et leur fonction pour déterminer quand ces procédures sont appropriées (connaissances épistémiques).

Bien que l'étude PISA repose sur des compétences plus élargies que celles attendues dans le cadre scolaire, elle les évalue indirectement puisque certaines études (e.g. Prenzel & Zimmer, 2006; Rocher, 2003) signalent tout de même l'existence d'une corrélation forte entre les compétences requises dans PISA et les résultats scolaires des élèves.

Nous remarquons que parmi les trois compétences qui s'inscrivent dans le cadre d'évaluation à PISA Science, la majorité des compétences qui sont à mobiliser dans PISA Science 2006, le sont aussi en 2015. Parmi les trois compétences, celle qui change peut-être le plus est « identifier des questions d'ordre scientifique » (ISI) demandée en 2006 aux élèves et qui devient « évaluer et concevoir des recherches scientifiques » (EVA) en 2015 avec une notion d'évaluation qui

n'intervenait donc pas en 2006. Nous constatons également qu'au sein de cette compétence ISI, la sous-compétence « Identifier les mots clés permettant d'effectuer une recherche d'informations scientifiques » requise en 2006 a été abandonnée en 2015. Celle-ci pouvait inciter les élèves à activer des stratégies de surface (Chi et al., 1981). Finalement, l'évolution la plus notable de l'étude PISA Science 2015 est que les compétences se rapportent davantage qu'en 2006, à la démarche d'investigation (DI). En 2015, les attentes sur le plan des compétences sont aussi plus détaillées puisqu'elles se déclinent en davantage de sous-compétences qu'en 2006 (cf. tableau 1).

Tableau 1. Compétences et sous-compétences du PISA Science 2015 (OCDE, 2016e).

Compétences PISA Science 2015	*Sous-compétences PISA Science 2015*
Évaluer et concevoir des recherches scientifiques (EVA)	*• Identifier la question étudiée dans des recherches scientifiques données.* *• Identifier des questions qui se prêtent à des recherches scientifiques.* *• Proposer une façon d'étudier une question de manière scientifique.* *• Évaluer les moyens d'étudier une question de manière scientifique.* *• Décrire et évaluer la façon dont les scientifiques garantissent que leurs données sont fiables et que leurs explications sont objectives et généralisables.*
Expliquer des phénomènes de manière scientifique (EXP)	*• Se remémorer les connaissances scientifiques appropriées et les appliquer* *• Identifier, utiliser et générer des représentations et des modelés explicatifs.* *• Faire et justifier des prévisions appropriées.* *• Proposer des hypothèses explicatives.* *• Expliquer les implications potentielles de connaissances scientifiques pour la société*
Interpréter des données et des faits de manière scientifique (INT)	*• Transposer des données d'une représentation dans une autre.* *• Analyser et interpréter des données, et en tirer des conclusions appropriées.* *• Identifier des hypothèses, des faits et des raisonnements dans des textes scientifiques.* *• Faire la distinction entre des arguments basés sur des théories et des faits scientifiques et ceux basés sur d'autres considérations.* *• Évaluer des faits et des arguments scientifiques de sources différentes* *(quotidiens, Internet, revues, etc.).*

L'échelle de compétence de PISA Science 2015, a très légèrement évolué par rapport à 2006 puisqu'un nouvel échelon y a été ajouté, à savoir le (niveau 1b) afin de permettre une description plus détaillée du profil des élèves les moins performants en culture scientifique (non décrit jusqu'alors) (OCDE, 2016e).

Au niveau des connaissances, la différence entre le cadre d'évaluation PISA Science 2006 (cf. figure 2) et 2015 (cf. figure 3) se situe au niveau des « connaissances à propos de la science » (définies précédemment) qui ont été scindées en deux composantes (OCDE, 2016e) :

- Les connaissances procédurales
- Les connaissances épistémiques

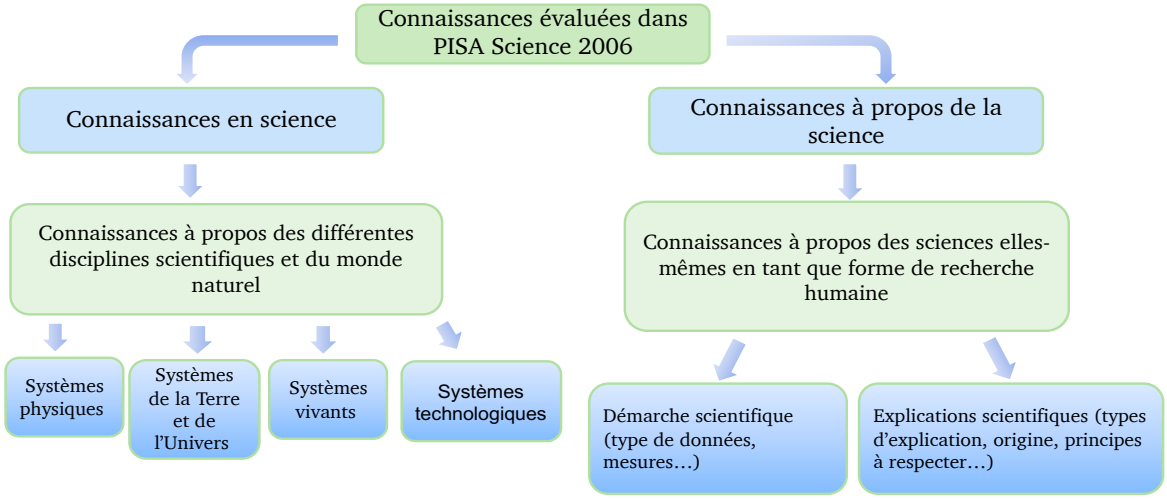


Figure 2. Les connaissances évaluées dans le cadre de PISA Science 2006 (OCDE, 2016e) .

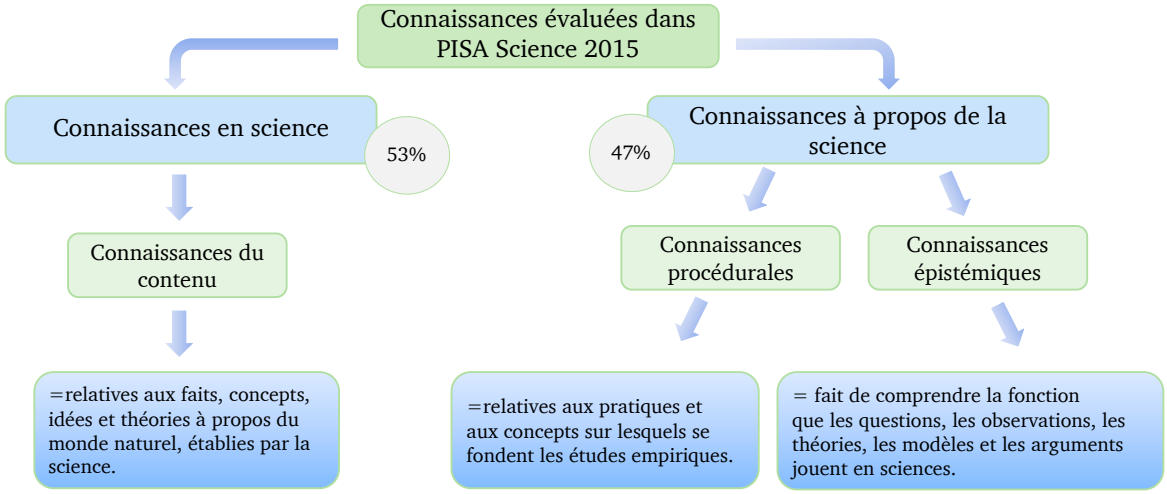


Figure 3. Les connaissances évaluées dans le cadre de PISA Science 2015 (OCDE, 2016e).

4.3 Contextes

Comme nous l'avons dit, les situations proposées dans les items PISA sont toutes plus ou moins proches de la vie quotidienne des élèves, dans lesquelles ils doivent pouvoir appliquer les compétences développées citées plus haut. Les contextes de PISA Science 2015 considérés comme personnels regroupent des situations proches des élèves, de leur famille ou de leurs pairs, ceux qui se rapportent plutôt à la communauté désignent les contextes locaux/nationaux et ceux qui s'appliquent au monde qui entoure les élèves sont les contextes mondiaux (OCDE, 2016e) (cf. tableau 2).

Les contextes concernent différents champs d'application comme les frontières de la science et de la technologie, la qualité de l'environnement, les ressources naturelles, les risques, la santé et les maladies (OCDE, 2016e).

Tableau 2. Type de contextes évalués dans PISA Science 2015.

Personnel	Local/national	Mondial
Situation qui se rapporte :	*Situation qui se rapporte :*	*Situation qui se rapporte :*
aux élèves, à leur famille et à leurs pairs	*à leur communauté*	*au monde*

Les contextes sont sensiblement les mêmes entre 2006 et 2015 avec toutefois une évolution de la terminologie, dans laquelle les élèves occupent une place plus centrale qu'en 2006 avec des situations plus proches d'eux. En effet, en 2015, il n'est notamment plus question de situation qui concerne « la collectivité » mais « leur communauté ».

Les 3 dimensions citées ci-dessus (compétences, connaissances et contextes) sont ainsi reliées entre elles comme le montre la figure 4.

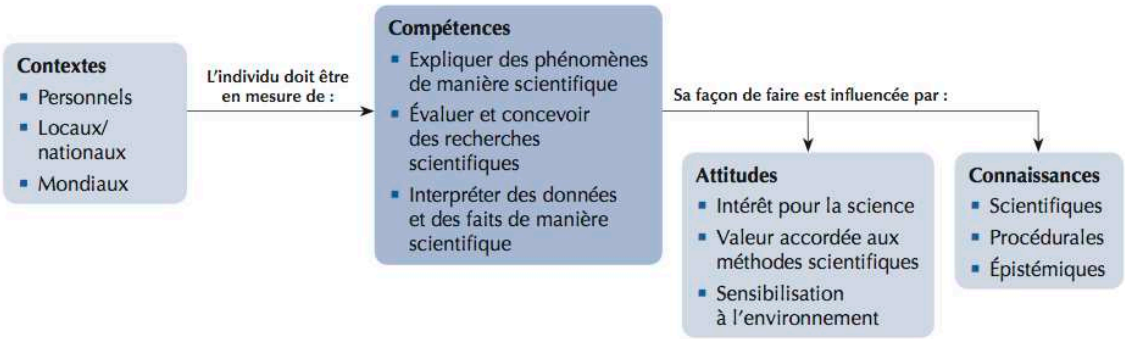


Figure 4. Relations entretenues entre les dimensions de la culture scientifique évaluées par PISA.

4.4 Mesure du Statut Économique Social et Culturel (SESC)

Le Statut Économique Social et Culturel (SESC) des élèves est déterminé à partir d'un indice composite qui prend en compte à la fois des informations concernant d'une part les parents à partir de leur profession[7] et leur niveau d'éducation[8] et d'autre part le foyer des élèves dans lequel sont considérées les possessions matérielles et culturelles de leur famille[9] (Keskpaik & Rocher, 2011).

5 Structure du questionnaire PISA

En 2015, PISA Science comprenait 183 items. Nous présentons la structure du questionnaire PISA Science 2015 dont toute la passation a été réalisée sur ordinateur ; nouveauté par rapport aux éditions précédentes qui étaient passées au format papier-crayon (OCDE, 2016c). Ainsi, les différents items qui composent le questionnaire sont regroupés selon le sujet commun qu'ils traitent par unité, chacune portant sur une situation inspirée de la vie réelle (OCDE, 2016e).

Chaque item se divise, de manière similaire la plupart du temps, en quatre sections (cf. figures 5 et 6) qui sont les suivantes :

1/ Une consigne qui rappelle aux élèves de se référer aux sections situées à droite de l'écran.

2/ Un format de réponse qui peut être à choix multiple simple (cf. figure 5), complexe ou au format ouvert c'est-à-dire nécessitant la construction d'une réponse écrite (cf. figure 6).

3/ Une partie introductive (plus ou moins longue) qui situe l'item dans son contexte.

4/ Une illustration de type photo/dessin comme dans les items 656Q01 et 656Q02 (cf. figures 5 et 6) et qui peut aussi être de type graphique, schéma, tableau ou rassembler de multiples illustrations. Une absence totale d'illustration est aussi possible (21% des items dans PISA Science 2015).

[7] Indice socio-économique international de statut professionnel (ISEI) ou autrement dit, le statut professionnel le plus élevé des parents (HISEI).

[8] Le niveau de formation le plus élevé des parents mesuré en années d'études (PARED).

[9] Les ressources dont disposent les élèves à la maison (HOMEPOS) composé du nombre de livres possédé par la famille de l'élève et de trois autres indicateurs qui sont : le biens « matériels » tels que la connexion Internet ou le nombre de voitures (WEALTH), les ressources éducatives – par exemple, le dictionnaire ou des logiciels éducatifs (HEDRES) et les biens « culturels » comme les œuvres d'art, les recueils de poésie et les livres de littérature classique (CULTPOSS) (Keskpaik & Rocher, 2011).

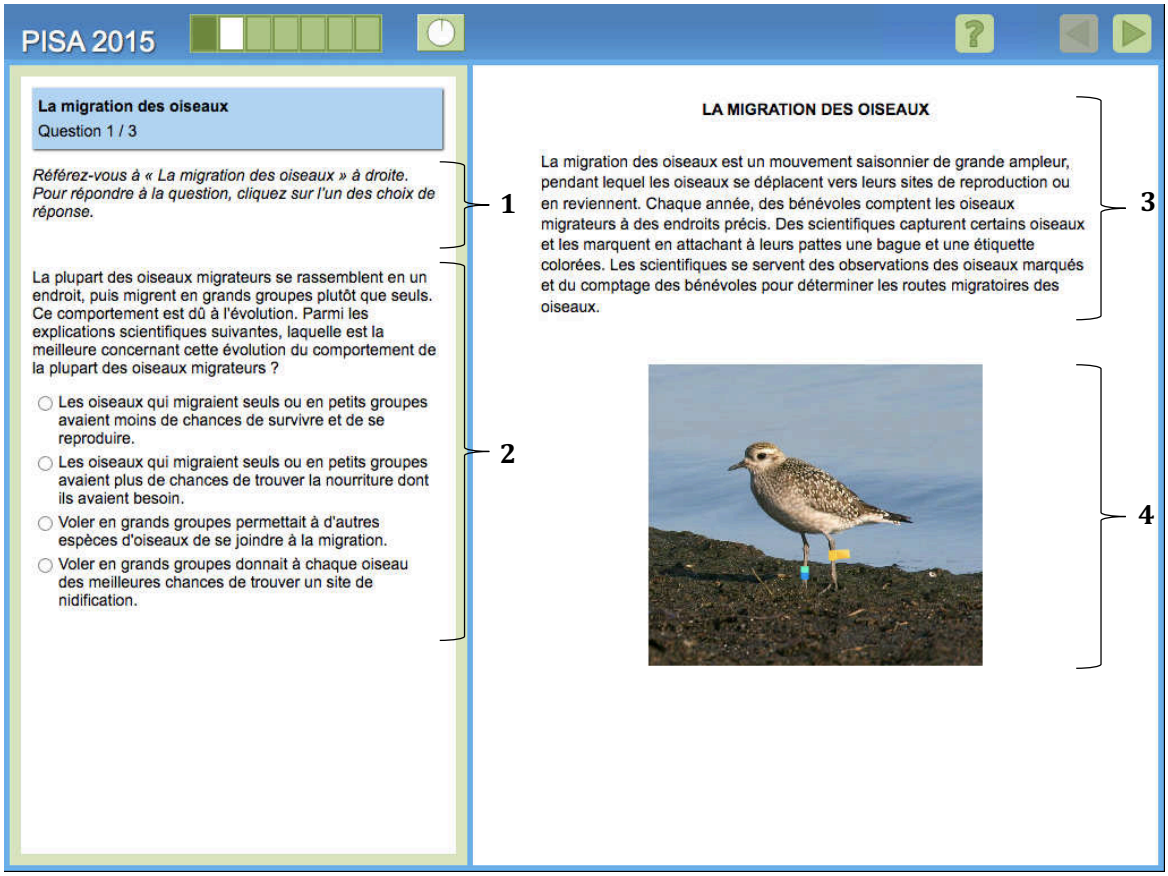


Figure 5. Présentation de l'item 1 (656Q01) de l'unité « migration des oiseaux » (OCDE, 2016c).

Nous observons que l'introduction générale présentée dans les items 1 (cf. figure 5) et 2 (cf. figure 6) de l'unité « migration des oiseaux » contient exactement les mêmes informations.

Nous retrouvons cette répétition d'introduction dans plusieurs unités d'items. De plus, la présence de la consigne encourage les élèves à prêter attention à ces informations ce qui peut inciter les élèves à relire les informations fournies d'un item à l'autre alors qu'elles ne sont pas toujours nécessaires pour répondre à la question.

Par exemple, nous pouvons remarquer que la **première partie** des informations présentées dans l'**introduction** générale de l'unité « migration des oiseaux » indiquant que :

« La migration des oiseaux est un mouvement saisonnier de grande ampleur pendant lequel les oiseaux se déplacent vers leurs sites de reproduction ou en reviennent » concerne davantage l'**item 1** (cf. figure 5).

La **seconde partie de l'introduction** qui explique que : *« Chaque année, des bénévoles comptent les oiseaux migrateurs à des endroits précis. Des scientifiques capturent certains oiseaux et les marquent en attachant à leurs pattes une bague et une étiquette colorées. Les scientifiques se servent des observations des oiseaux marqués et du comptage des bénévoles pour déterminer les routes migratoires des oiseaux »* se rapportent plutôt l'**item 2** (cf. figure 6).

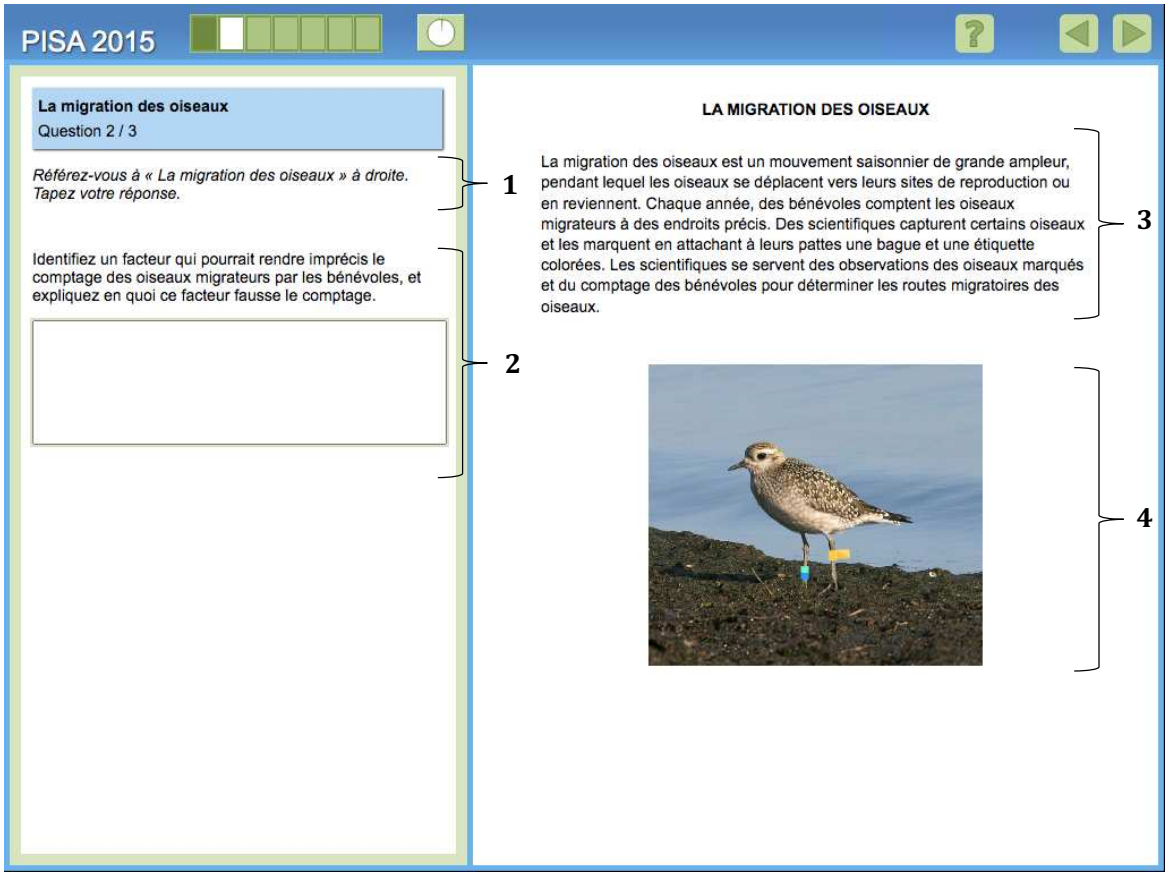


Figure 6. Présentation de l'item 2 (656Q02) de l'unité « migration des oiseaux » (OCDE, 2016c).

5.1 Nouveauté du questionnaire PISA Science 2015

PISA Science 2015 est la première édition de l'évaluation PISA à être entièrement proposée en version informatisée[10]. La passation du questionnaire sur ordinateur présente plusieurs avantages en comparaison au format papier-crayon. Elle peut notamment permettre d'inclure des simulations (OCDE, 2016e) et la version informatisée du questionnaire PISA peut aussi dans certains cas précis, garder une « trace » des étapes de réalisation de la tâche via les fichiers journaux[11] qui rassemblent l'ensemble des actions effectuées par élèves au cours de la réalisation de la tâche et donnent une indication également sur le temps de résolution (Teig et al., 2020).
Ces informations permettent de dépasser la simple réponse binaire « juste ou faux » et de mieux comprendre par quels processus les élèves sont parvenus jusqu'à leur réponse (Greiff et al., 2015).

[10] La version informatisée avait déjà commencé à être mise en place dans PISA Science 2012 mais pas de façon généralisée comme en 2015.
[11] « fichiers-journaux (fichiers dans lesquels l'ordinateur enregistre l'historique des activités de l'élève) » (OECD, 2016, p. 156).

Dans notre recherche, comme nous développons au chapitre 7, grâce aux verbalisations des élèves et à leurs comportements non verbaux, nous avons accès à des informations similaires à celles des fichiers journaux mais d'une autre manière et à partir d'un échantillon plus restreint d'élèves en comparaison à celui de PISA Science 2015.

5.2 Déroulement de l'épreuve PISA

L'épreuve PISA se déroule en deux temps. Les élèves ont d'abord 2 heures, entrecoupées d'une courte pause, pour répondre aux items PISA sur les 3 domaines qui sont évalués dans le questionnaire. Une nouvelle pause est proposée aux élèves, un peu plus longue, avant qu'ils répondent au questionnaire évaluant le statut économique, social et culturel (SESC) (45 minutes environ). Ce dernier contient des questions sur eux-mêmes, leur milieu familial, leur établissement d'enseignement et leurs expériences d'apprentissage. Les parents et les établissements sont aussi invités à répondre à un questionnaire.

5.3 Système des « carnets tournants »

Les élèves ne résolvent pas l'ensemble des 183 items PISA. Chacun d'entre eux répond à un certain nombre de questions grâce à un système de « carnets tournants » (Felouzis & Charmillot, 2012a). Comme le décrivent Azzolini et al. (2019), chaque carnet ou livret, attribué au hasard aux élèves, dure deux heures et se compose de quatre blocs d'évaluation d'une demi-heure, dans chacun desquels se trouvent les unités PISA regroupées par domaine (culture scientifique, compréhension de l'écrit, culture mathématique), c'est-à-dire qu'un seul domaine à la fois est évalué par bloc. Deux blocs sont traités par session d'une heure permettant ainsi d'octroyer une pause aux élèves entre les deux sessions (cf. figure 7).

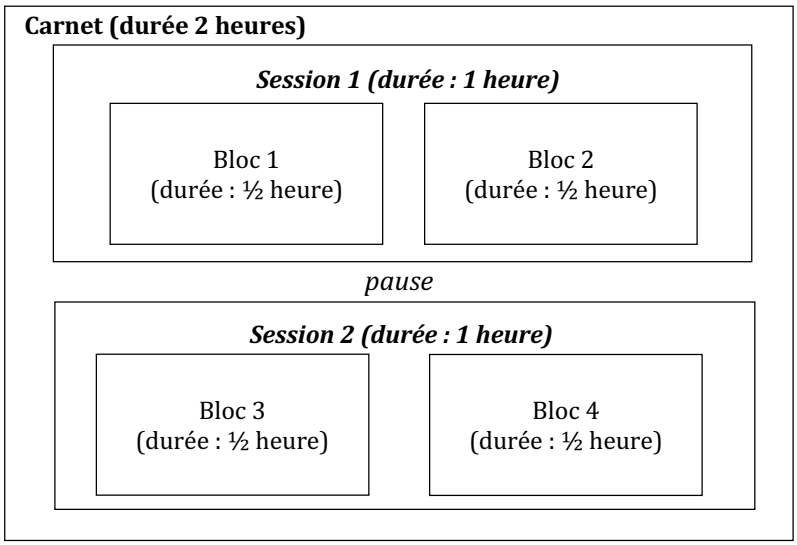


Figure 7. Organisation d'un livret d'une durée de deux heures (Azzolini et al., 2019).

L'utilisation des livrets implique que tous les élèves ne répondent pas aux mêmes items et donc qu'un certain nombre de données du questionnaire PISA dans son ensemble ne peuvent être récupérées pour chaque élève de l'échantillon (Lafontaine & Raîche, 2011) et ceci est corrigé au moyen des *« valeurs plausibles »*[12] correspondant à une distribution plausible de compétences des élèves qui impliquent plusieurs valeurs possibles plutôt qu'une seule (Felouzis & Charmillot, 2012a). Le recours à ces différentes méthodes permet de limiter les biais (Vrignaud, 2006).

6 Résultats obtenus par la France à PISA Science 2015

6.1 Performances en sciences

En 2015, les résultats des élèves français se situent dans la moyenne des pays de l'OCDE et les performances moyennes en sciences restent stables entre 2006[13] et 2018 (cf. figure 8). D'ailleurs, nous constatons que les élèves obtiennent le même résultat (495) en 2006 et 2015 lorsque la culture scientifique est le domaine majeur avant qu'une très légère baisse s'observe en 2018 (493).

[12] Les *« valeurs plausibles »* seront définies plus précisément dans le chapitre présentant le cadre méthodologique de l'étude quantitative (chapitre 4).
[13] date à laquelle les sciences sont évaluées comme domaine majeur pour la première fois.

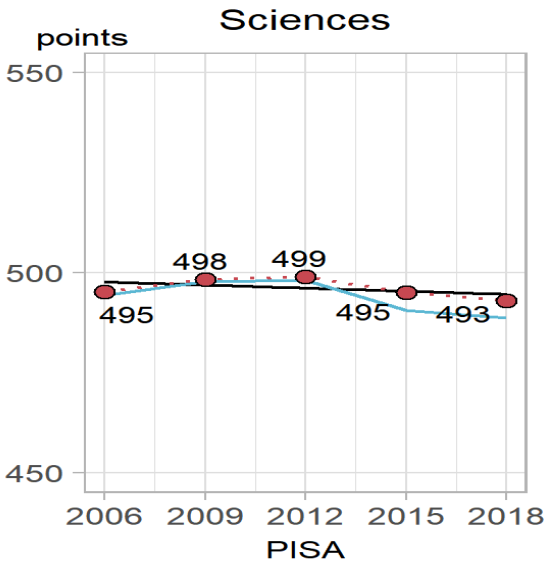


Figure 8. Tendance des performances moyennes au PISA Science entre 2006 et 2018 (OCDE, 2019).

6.2 Performances en sciences selon l'échelle de compétences

Le score obtenu à PISA par chaque élève est ensuite comparé à celui des autres élèves pour être situé sur une échelle de compétence en sciences (cf. figure 9). Ainsi, plus le score de l'élève est élevé, plus il a la capacité de résoudre d'items allant des plus faciles aux plus difficiles. Cette échelle permet une description plus détaillée des profils d'élèves selon le niveau auquel ils se situent sur l'échelle (OCDE, 2016e).

La figure 9 montre les 7 niveaux de l'échelle de culture scientifique qui reflète un certain niveau de compétence, du plus bas (niveau 1b) au plus haut (niveau 6), dont chacun requiert un certain nombre de connaissances et de compétences.
Comme nous l'avons déjà mentionné précédemment, l'échelle de compétence de PISA Science 2015, possède un nouvel échelon, le niveau 1b (OCDE, 2016e).

Niveau	Score minimum	Caractéristiques des tâches
6	708	Au niveau 6, les élèves peuvent s'appuyer sur leur compréhension de concepts scientifiques interdépendants dans les systèmes physiques, les systèmes vivants et les systèmes de la Terre et de l'Univers, et utiliser leurs connaissances du contenu, procédurales et épistémiques pour expliquer des phénomènes, des événements ou des processus de manière scientifique, ou faire des prévisions. Lorsqu'ils interprètent des données et des faits, ils sont capables de faire la distinction entre les informations pertinentes et les informations non pertinentes, et d'utiliser des connaissances qu'ils ont acquises ailleurs qu'aux cours de sciences. Ils peuvent faire la distinction entre des arguments basés sur des théories et des faits scientifiques, et ceux basés sur d'autres considérations. Les élèves situés au niveau 6 sont capables d'évaluer des simulations, des études de terrain et des expériences concurrentielles et de justifier leurs choix.
5	633	Au niveau 5, les élèves sont capables d'utiliser des idées ou des concepts scientifiques abstraits pour expliquer des phénomènes, événements et processus complexes et non familiers qui impliquent de nombreux liens de causalité. Ils sont capables d'appliquer des connaissances épistémiques sophistiquées pour évaluer la conception d'expériences concurrentielles, de justifier leurs choix et d'utiliser des connaissances théoriques pour interpréter des informations et faire des prévisions. Les élèves qui se situent au niveau 5 sont capables d'évaluer des moyens d'explorer des questions de manière scientifique et d'identifier les limites de l'interprétation de séries de données, dont les sources et les effets de l'incertitude sur les données scientifiques.
4	559	Au niveau 4, les élèves peuvent utiliser des connaissances scientifiques complexes ou abstraites, qu'elles leur soient fournies ou qu'ils les aient déjà acquises, pour expliquer des phénomènes, événements ou processus complexes ou peu familiers. Ils peuvent mener des expériences impliquant au moins deux variables indépendantes dans un contexte précis. Ils sont capables de justifier la conception d'une expérience en s'appuyant sur des connaissances procédurales et épistémiques. Les élèves qui se situent au niveau 4 peuvent interpréter des données extraites d'un ensemble moyennement complexe ou portant sur un contexte qui leur est peu familier, tirer des conclusions appropriées qui vont au-delà des données et justifier leurs choix.
3	484	Au niveau 3, les élèves peuvent s'appuyer sur des connaissances du contenu d'une complexité modérée pour identifier des phénomènes familiers ou les expliquer. Dans des situations moins familières ou plus complexes, ils peuvent les expliquer avec des indices ou de l'aide. Ils peuvent s'appuyer sur des connaissances procédurales ou épistémiques pour mener une expérience simple dans un contexte précis. Les élèves qui se situent au niveau 3 sont capables de faire la distinction entre les questions scientifiques et les questions non scientifiques, et d'identifier les éléments à l'appui d'une thèse scientifique.
2	410	Au niveau 2, les élèves sont capables de s'appuyer sur des connaissances du contenu courantes et des connaissances procédurales élémentaires pour identifier des explications scientifiques, interpréter des données et déterminer la question au cœur d'une expérience scientifique. Ils peuvent utiliser des connaissances scientifiques courantes ou élémentaires pour identifier une conclusion valide à partir d'un ensemble simple de données. Les élèves qui se situent au niveau 2 possèdent des connaissances épistémiques élémentaires qui leur permettent d'identifier les questions qui se prêtent à des études scientifiques.
1a	335	Au niveau 1a, les élèves sont capables d'utiliser des connaissances du contenu et procédurales courantes ou élémentaires pour reconnaître ou identifier ce qui explique un phénomène scientifique simple. Avec de l'aide, ils peuvent entreprendre des expériences scientifiques n'impliquant pas plus de deux variables. Ils sont capables d'identifier des relations simples de causalité ou de corrélation, et d'interpréter des données visuelles ou graphiques si la charge cognitive est peu élevée. Les élèves qui se situent au niveau 1a peuvent choisir la meilleure explication dans des contextes personnels, locaux ou mondiaux.
1b	261	Au niveau 1b, les élèves peuvent utiliser des connaissances scientifiques courantes ou élémentaires pour reconnaître des aspects de phénomènes familiers ou simples. Ils sont capables d'identifier des tendances, de reconnaître des termes scientifiques simples et de suivre des instructions explicites pour appliquer une procédure scientifique.

Figure 9. Échelle de compétence en sciences à 6 niveaux du PISA Science 2015 (OCDE, 2016b, p. 65).

À partir du niveau 2 de l'échelle, présentée ci-dessus, les élèves commencent à *« maîtriser des compétences qui leur permettent de faire face à des situations de la vie courante en rapport avec les sciences et la technologie »* (Bernigole et al., 2019). En dessous de ce niveau de compétence, les élèves sont considérés par PISA comme étant en grande difficulté. Entre 2006 et 2018, la proportion des élèves en dessous du niveau 2 n'a que peu évolué et se situe autour de 21% (cf. figure 10).

En 2015, la proportion d'élèves au niveau 1b en France est de 5,8 % contre 4,9 % pour la moyenne des pays de l'OCDE et celle des élèves sous le niveau 1b de 0,9 % contre 0,6 % pour les pays de l'OCDE (cf. annexe 1).

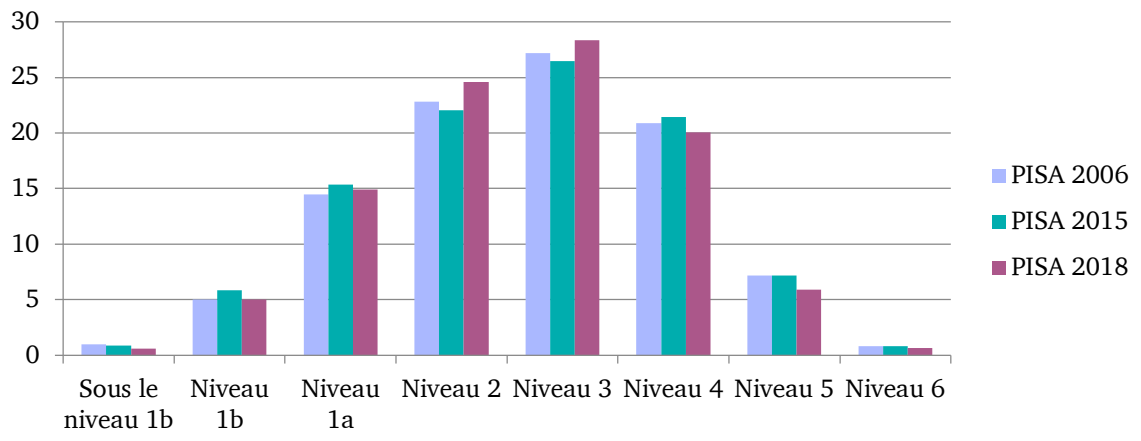
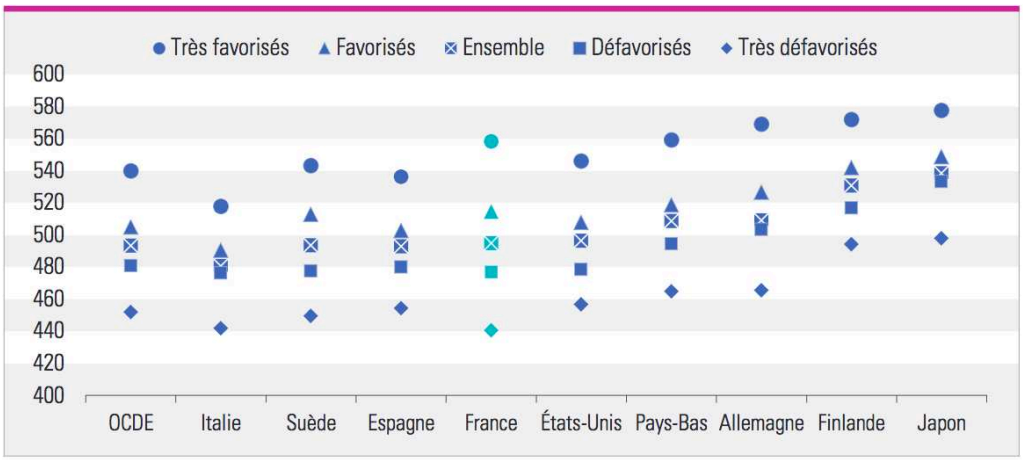


Figure 10. Répartition des élèves (en pourcentages) selon le niveau de compétence au PISA Science 2006 et 2015 en France (Bernigole et al., 2019).

6.3 Performances en sciences selon le SESC des élèves

En France, le milieu socio-économique explique plus de 20 % de la performance obtenue par les élèves de 15 ans (contre 13 % pour la moyenne des pays de l'OCDE), une proportion donc bien au-dessus de la plupart des pays membres de l'OCDE à l'exception de la Hongrie et du Luxembourg qui se situent au même niveau que la France (OCDE, 2016b). Ainsi, les élèves de SESC défavorisé ont presque quatre fois plus de risques que les autres élèves de se trouver en grande difficulté en sciences (cf. annexes 2) (OCDE, 2016c).

Comme le montre la figure 11, l'écart de performances entre les élèves de SESC favorisé (représentés par un rond) et les élèves de SESC défavorisé (représentés par un losange) est très important en France en comparaison, par exemple, à l'Allemagne.



Lecture : en France, en 2015, le score moyen des élèves très défavorisés est de 441 points.
Note : les élèves sont divisés en quatre groupes d'effectifs égaux selon l'indice SESC. Ainsi, le groupe « très défavorisés » inclut 25 % d'élèves ayant l'indice SESC le plus faible et le groupe « très favorisés » comporte les 25 % d'élèves ayant l'indice SESC le plus élevé.
Sources : MENESR-DEPP / OCDE-PISA.

Figure 11. Relation entre la performance et le statut économique social et culturel (SESC) de élèves au PISA Science 2015 (Bret et al., 2016a).

Ce chapitre nous a permis de préciser le cadre d'évaluation PISA sur lequel s'appuie, en partie, cette recherche de thèse. À partir des résultats obtenus par les élèves PISA Science 2015, nous allons proposer nos propres analyses. Pour appréhender au mieux les difficultés rencontrées par les élèves, il est nécessaire de comprendre comment les processus de compréhension et ceux nécessaires à la réalisation d'une tâche de sciences interagissent dans une certaine dynamique, c'est donc ce que nous développons dans le prochain chapitre.

Chapitre 2.
Dynamique des processus de compréhension et de réalisation de tâches de sciences
Liens avec le niveau de performance et/ou le statut économique, social et culturel (SESC) des élèves

Ayant présenté le cadre d'évaluation de PISA Science 2015, nous nous intéressons à présent à la dynamique des processus de compréhension de texte et de réalisation de tâches scientifiques. Ce chapitre se centre sur ces processus, en se basant sur leur interdépendance (Bergqvist & Österholm, 2010).

Comme le soulignent Norris & Phillips (2003), l'importance des aspects relatifs à la lecture (c'est-à-dire comprendre, interpréter, etc.) et à l'écriture sont peu souvent pris en considération dans la définition de la culture scientifique. Pour les auteurs, la lecture n'est pas une simple concaténation des significations des mots. Elle dépend des connaissances de base du lecteur donc des significations provenant de l'extérieur du texte. Selon eux : *« the connection between knowledgeability and ability to read and write is tight. »* (Le lien entre la connaissance et la capacité de lire et d'écrire est étroit [traduction libre]) (p.224). Sans surprise, les compétences en compréhension de l'écrit des élèves sont corrélées aux compétences évaluées dans la culture scientifique (Cromley, 2009; Zhu, 2022). Néanmoins, nous n'isolons pas le langage de la pensée scientifique. Comme Norris & Phillips (2003), nous partageons l'idée que le langage est intrinsèque aux processus cognitifs mis en jeu dans la compréhension et la réalisation de la tâche de sciences.

Pour Saß et al. (2017) la réalisation de tâches de sciences consiste d'abord en la construction d'une représentation mentale cohérente du problème – qui d'après van Dijk & Kintsch (1983) garantit la réussite du processus de compréhension – puis la mise en œuvre des connaissances scientifiques.

Les processus de réalisation de tâches de sciences seraient effectivement en lien avec la représentation mentale interne que se font les élèves de la situation qui, si elle est bien construite, serait gage de réussite (Cummins et al., 1988). C'est pourquoi, Bergqvist & Österholm (2010) proposent de prendre en compte à la fois la **représentation mentale du problème** et ce que cela implique sur les **comportements des élèves au cours de la réalisation de tâches de sciences**, en termes de choix de réponse et de mises en œuvre de stratégies de réponse. De cette façon, le modèle proposé par ces auteurs fonctionne de manière cyclique, c'est-à-dire que les représentations mentales et les comportements s'influencent réciproquement (cf. figure 12).

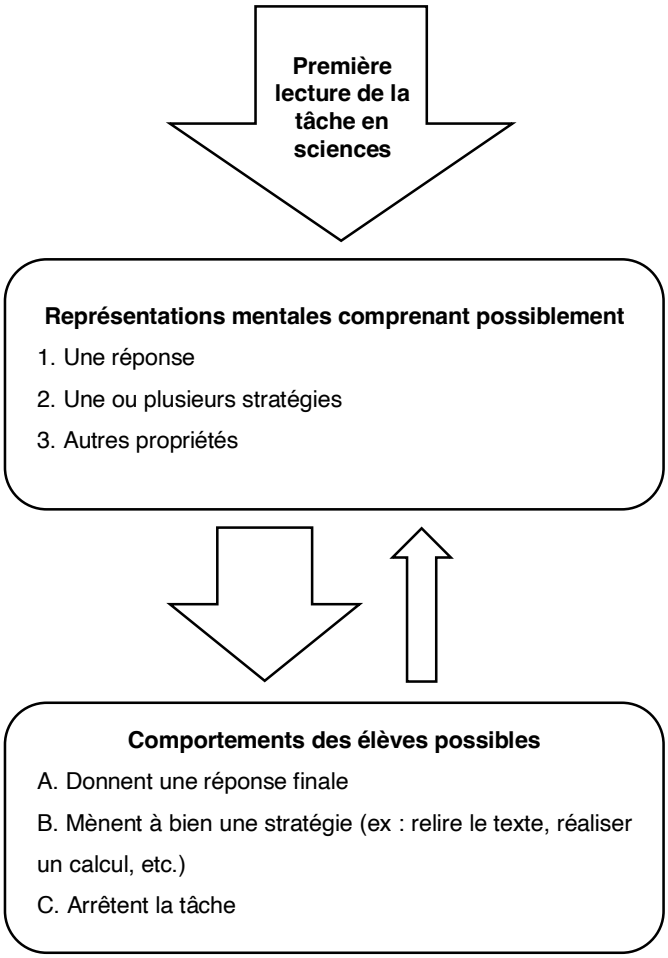


Figure 12. Modèle de compréhension et de réalisation d'une tâche en sciences (d'après le modèle de Bergqvist & Österholm, 2010).

À la suite d'une première lecture partielle ou globale du texte, les élèves construisent une représentation mentale qui peut contenir, via l'activation des connaissances antérieures, soit une réponse directe à la question posée (1 sur la figure 12) soit l'activation d'une ou plusieurs stratégies (spécifiques aux sciences ou plus larges) avant de produire une réponse (2 sur la figure 12). D'autres propriétés de la représentation mentale (3 sur la figure 12), différentes de celles présentées ci-dessus, peuvent guider les comportements, notamment quand la représentation mentale est très fragmentée.

Parmi les trois comportements possibles (A, B ou C sur la figure 12), celui qui peut entraîner le plus de modifications sur la représentation mentale initiale est la mise en œuvre d'une stratégie (B) puisque les actions menées au cours de la tâche en sciences exercent une influence directe sur la compréhension. Néanmoins, toutes les stratégies ne vont pas avoir le même effet sur la représentation mentale ; si la réalisation d'un calcul peut s'ajouter à la représentation déjà existante, relire le texte peut modifier la représentation préalablement construite ayant alors pour effet de relancer un nouveau cycle avec d'autres possibilités de stratégies et de réponses que lors du précédent cycle. Comme le précisent Bergqvist & Österholm (2010), l'activation des connaissances antérieures peut entraîner possiblement des raisonnements créatifs tels que définis par Lithner (2008), en opposition à ceux de type imitatifs.

Ce modèle rend donc tout à fait compte de l'imbrication des aspects liés à la compréhension et de ceux propres à la réalisation d'une tâche en sciences.

La partie empirique de cette thèse prend appui sur ce modèle puisqu'elle porte sur l'observation et l'analyse des comportements verbaux et non verbaux des élèves à partir desquels nous inférons leurs stratégies et leurs représentations mentales ; ces dernières étant en interaction constante.

La compréhension de texte joue un rôle fondamental dans la réalisation de la tâche. On peut noter que les tâches évaluant la culture scientifique comme dans PISA, se distinguent des exercices ou des problèmes où il y a des aspects de traitement formel et calculatoire à réaliser, comme par exemple dans TIMSS (Bodin et al., 2016, p. 34)

Certaines études se sont concentrées sur les différences de compréhension et de résolution de problèmes selon différents niveaux d'expertises. Le niveau d'expertise est différemment considéré dans ces études (allant du chercheur à l'élève) (e.g. Chi et al., 1981 ; Hong et al., 2006 ; Muir et al., 2008). Par exemple, il ressort que les élèves peu performants (novices) montrent une variété de stratégies très limitée, ne mettant quasiment pas en œuvre de processus métacognitifs, en comparaison aux élèves très performants (experts).

Compte tenu des spécificités des tâches évaluant la culture scientifique dans PISA, nous avons fait le choix de ne pas nous centrer sur la résolution de problème de science portant sur des aspects de traitement formel et calculatoire. Le terme « résolution » est utilisé dans cette thèse, dans la mesure où les cas de tâche que nous étudions sont associés au problème qu'il s'agit de résoudre.

Ainsi, ce chapitre s'articule en deux parties : la première porte sur la compréhension de texte et la deuxième sur l'influence des caractéristiques linguistiques sur la compréhension et la réalisation de tâches par les élèves selon leur niveau de performance et leur SESC.

1 Compréhension de texte par les élèves

L'étude de la compréhension de texte a évolué au cours du temps et Blanc & Brouillet (2005) font état de 3 générations de théories et modèles sur le sujet. Ainsi, si la première génération se focalise sur le « *produit* », la deuxième génération s'intéresse davantage aux « *processus* » de la compréhension aboutissant alors à la troisième génération qui définit la compréhension selon une *« approche intégrative »* qui implique l'interaction à la fois du *« produit »* et des *« processus ».* L'enjeu des modèles de 3ème génération est donc de mieux saisir les fluctuations, observables en temps réel, qui se manifestent lors de l'activation des éléments textuels et inférentiels influençant de manière dynamique la construction d'une représentation de la situation qui se veut la plus cohérente possible.

Bianco (2016) rappelle, à juste titre, que la plupart des adolescents savent lire mais que cette faculté ne suffit pas pour comprendre un texte. Être en capacité de lire un texte ne signifie pas donc forcément accéder au sens et donc en comprendre le contenu à la fois explicite, et plus important encore, implicite. La lecture est donc, d'une certaine manière, à différencier du produit de la compréhension de texte (Rouet & Potocki, 2018). En effet, la compréhension d'un texte suppose évidemment, dans un premier temps, une activité de lecture, c'est-à-dire le traitement des mots écrits (leur décodage, etc.) mais implique, dans un second temps, un travail supplémentaire pour donner du sens au contenu du texte (Fayol, 2003). Simonneaux (2000) a d'ailleurs identifié que certains élèves font parfois usage de concepts scientifiques de façon inappropriée ce qui montre qu'ils n'en n'ont pas une compréhension suffisante. Ainsi, comme le résument en une phrase Morais et al. (2003) : *« on peut savoir lire un mot sans en connaître la signification ».*

La compréhension de texte en sciences dépend aussi de l'exécution successive de plusieurs processus (Goldman & Bisanz, 2002; van den Broek et al., 2002) parmi lesquels les processus métacognitifs ; il s'agit des connaissances que les élèves possèdent sur leurs propres processus de lecture leur permettant ainsi d'activer les stratégies de lecture adéquates et de procéder à des réajustements en cas d'incompréhension (Giasson, 2008). De surcroît, les capacités métacognitives sont essentielles pour prendre des décisions pertinentes de recherche dans le texte (Vidal-Abarca et al., 2010).

1.1 Évolution du modèle de compréhension de Kintsch & van Dijk (1978)

Le modèle de compréhension de Kintsch (1988, 1998) reste encore aujourd'hui une référence largement reprise dans de nombreuses recherches (McNamara & Magliano, 2009).

Le premier modèle de Kintsch & van Dijk (1978) décrit les opérations mentales sous-jacentes à la compréhension de texte et met en exergue la complexité des processus impliqués dans cette activité et surtout fait état de leur interaction (Marin & Legros, 2008). La compréhension d'un texte s'effectue par « répétition de cycles » (Bianco, 2010), le lecteur doit procéder à la construction d'une « base de texte » qui devient cohérente au fur et à mesure de la production d'inférences. Toutefois, **ce premier modèle est limité car il ne prend pas en compte les caractéristiques inhérentes au lecteur comme sa langue ou les variables culturelles** (Marin & Legros, 2008). Ainsi, pour combler en partie ce manque, van Dijk & Kintsch (1983) proposent d'améliorer la première version du modèle pour distinguer plusieurs niveaux de représentation (Bianco, 2010). Trois niveaux de représentation peuvent émerger au cours de la compréhension d'un texte : la « structure de surface », la « base de texte »[14] et le « modèle de situation » (cf. figure 13). Les deux premiers niveaux sont directement dérivés du texte tandis que le 3ème niveau se détache davantage du texte car il faut que le lecteur utilise ses propres connaissances (Blanc & Brouillet, 2003). En effet, le modèle de situation (van Dijk & Kintsch, 1983) ou modèle mental (Johnson-Laird, 1983) va au-delà de la base de texte en intégrant l'utilisation des connaissances s'appuyant notamment sur le monde en général et l'expérience du lecteur. Ce qui veut dire que le lecteur doit être en capacité de se représenter la situation évoquée dans le texte pour atteindre *« une compréhension approfondie d'un texte et l'acquisition de nouvelles connaissances lors de la lecture »* (Bianco, 2010).

[14] Cette « base de texte » implique de construire la signification d'un texte en passant d'un niveau local (la microstructure) à un niveau plus global (la macrostructure) qui équivaut à *« une série de propositions ordonnées de façon hiérarchique représentant la structure globale du texte provenant en partie de la microstructure »* (Bernard, 2017).

Autrement dit, la compréhension d'un texte repose sur l'élaboration d'un modèle de situation qui consiste à construire une représentation mentale cohérente de la situation (Bianco, 2014).

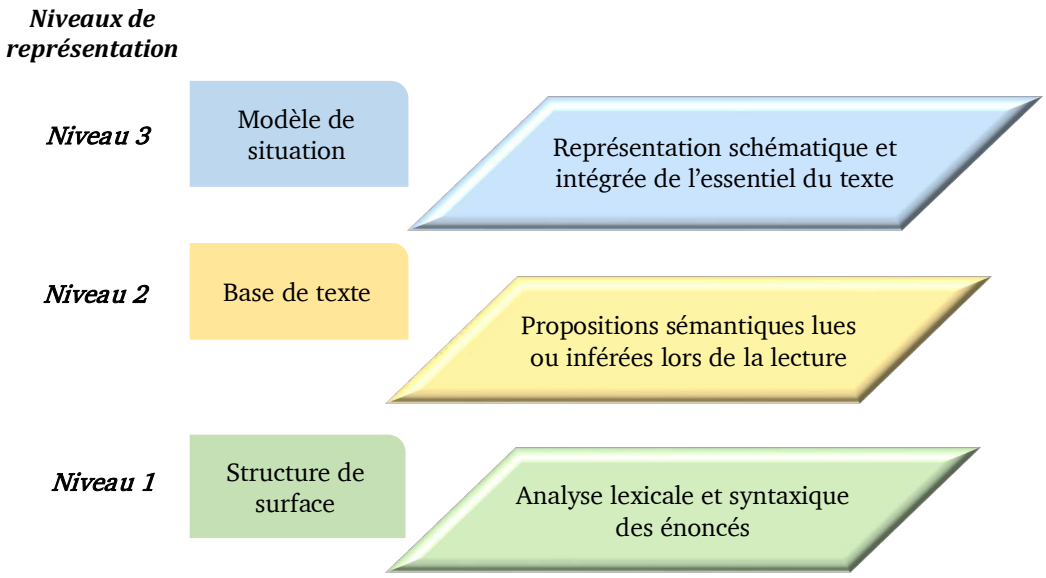


Figure 13. Les trois niveaux de représentation issus du modèle de compréhension de van Dijk & Kintsch (1983).

Le modèle de Construction-Intégration (Kintsch, 1988, 1998) réduit les niveaux de représentations passant de trois à deux : la « base de texte » et le « modèle de situation ». *« Le poids de chacun de* ***ces niveaux de représentation est fonction du lecteur, de ses spécificités et, plus précisément de ses caractéristiques culturelles et linguistiques*** *qui peuvent favoriser l'activation de nœuds en rapport avec les connaissances générales et spécifiques du lecteur »* (Marin & Legros, 2008). L'aboutissement du processus de compréhension est l'élaboration d'une représentation mentale « unitaire » qui se construit par les apports conjoints des informations renseignées par le texte et des connaissances préalables possédées par le lecteur et dont il devra sélectionner les plus pertinentes (Bernard, 2017; Marin & Legros, 2008). Ce sont donc, en grande partie, les connaissances du lecteur qui garantissent le passage de la base de texte au modèle de situation (Marin & Legros, 2008) puisque le contenu explicite du texte ne suffit pas pour construire une représentation mentale cohérente de la situation décrite dans le texte (Kintsch, 1988, 1998). Dans le modèle de construction-intégration, la compréhension s'effectue toujours de manière cyclique comme c'est le cas depuis le premier modèle.

Ainsi, au cours de la phase de construction de la base de texte, des propositions sémantiques sont activées, sans distinction dans leur pertinence, en parallèle des connaissances qui leur sont rattachées et la phase d'intégration permet d'établir la cohérence, en inhibant les propositions non pertinentes tout en renforçant les plus pertinentes (Bianco, 2010). « *La compréhension est donc conçue comme un processus très flexible et très sensible au contexte » (Marin & Legros, 2008).*

1.2 Spécificités du langage écrit scientifique

Lemke (1990) évoque un langage scientifique comprenant certaines spécificités linguistiques caractérisant la forme écrite plutôt qu'orale et que Fang (2005) qualifie de « grammaire spécialisée » car s'éloignant du langage dit « ordinaire » utilisé dans la vie quotidienne. En effet, les spécificités du langage scientifique peuvent représenter de vrais défis en termes de compréhension pour certains élèves qui ont plus facilement recours à un langage familier n'impliquant pas les mêmes règles.

> *« The style of scientific language is created partly by gram- mar, partly by choice of words, partly by its use of idioms and metaphors, and largely by its avoidance of many stylistic devices that are freely used in other kinds of language[15] » (Lemke, 1990, p. 130).*

Les travaux de Fang (2005, 2006, 2014), à partir de manuels de sciences, ont permis de dégager plusieurs caractéristiques propres aux textes scientifiques académiques (cf. tableau 3) qu' Unsworth, (2001) appelle à davantage travailler de manière explicite avec les élèves en classe de sciences.

Tableau 3. Description de quelques spécificités du langage scientifique à l'écrit recensées par Fang (2005) et qui se distinguent du discours spontané utilisé au quotidien.

Caractéristiques	Description
Haute densité d'information	- Nombre plus important de mots de contenus par unité syntaxique - Phrases nominales plus longues et complexes
Vocabulaire technique	- Une utilisation plus accrue de termes et expressions techniques

[15] « Le style du langage scientifique est créé en partie par la grammaire, en partie par le choix des mots, en partie par le recours à des idiomes et des métaphores et en grande partie par le fait qu'il évite de nombreux procédés stylistiques qui sont librement utilisés dans d'autres types de langage » [traduction libre] (Lemke, 1990, p. 130).

	- Les termes de sens commun peuvent devenir techniques si une signification spécialisée ou métaphorique leur est attribuée - Plus de recours à des verbes de processus relationnels (pour définir, classer, comparer, etc.)
Voix passive	Un usage plus fréquent de la voix passive pour donner plus d'objectivité aux informations. Toutefois *« Un des effets de ceci est que les gens ont tendance à disparaître de la science en tant qu'acteurs ou agents. » (Lemke, 1990).*
Relations implicites	La faible présence de connecteurs logiques dans les textes scientifiques implique que les élèves réalisent davantage d'inférences entre le texte et leurs connaissances (Roman et al., 2016)

Une difficulté relève aussi du caractère « composite et non linéaire (discontinu) » des textes (Bautier et al., 2012) qui a émergé avec l'évolution des supports de travail (Viriot-Goeldel & Delarue-Breton, 2014), sans que ce soit spécifique aux textes scientifiques : « La lecture d'un document composite implique de maîtriser aussi les codes propres à chaque composante sémiotique (image, graphique, texte, schéma…) ainsi que les codes permettant de mettre en rapport les différents documents les uns avec les autres – indications verbales (les légendes) ou non verbales (contiguïté dans l'espace de la page, flèches, encadrés) des rapports entre ces composantes » (Bautier et al., 2012, p. 65). La multiplicité des registres sémiotiques dans les textes scientifiques (McTigue & Flowers, 2011, Lemke, 1998) les rendent d'autant plus à même de présenter une discontinuité dans les informations.

1.3 Déplacement entre les registres langagiers

Cervetti et al. (2018) insistent sur les pratiques discursives spécifiques aux sciences : « *What most clearly distinguishes reading in science from reading in other disciplines are the* ***peculiar characteristics of the discourse*** *we use to "do" science »* (p. 81) (ce qui distingue le plus clairement la lecture scientifique de celle des autres disciplines, **ce sont les caractéristiques particulières du discours** que nous utilisons pour « faire » de la science [traduction libre]).

Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre précédent, les textes proposés dans les tâches PISA présentent la particularité d'être inclus dans un contexte proche de la vie quotidienne des élèves. Ainsi, la combinaison d'un contexte scientifique et quotidien exige des élèves qu'ils soient en capacité de « naviguer » entre différentes formes de discours (Serder & Jakobsson, 2016a).

C'est ce que Nygård Larsson & Jakobsson (2020) qualifient plus précisément de ***« discursive mobility »*** (voir Nygård Larsson, 2011) qu'ils décrivent comme *« The transformation of knowledge and language as a movement between and within different discourses. Discursive mobility involves* ***movements between everyday and scientific discourses****, as well as concrete, abstract, specific, and general meanings within these discourses » (p. 814)* (la transformation du savoir et du langage comme un mouvement entre et au sein de différents discours. La **mobilité discursive** implique des **mouvements entre les discours quotidiens et scientifiques**, ainsi que des significations concrètes, abstraites, spécifiques et générales au sein de ces discours [traduction libre]).

Yore, (2008) décrit un déplacement entre plusieurs registres langagiers : celui utilisé plus spontanément dans un contexte familial, celui plus soutenu et privilégié par l'école puis celui des sciences dont le caractère est spécialisé.

> *« Les élèves en difficulté se situent alors fréquemment dans une posture de non-différenciation entre le "moi" de leur expérience quotidienne et celui de leur expérience scolaire » (Bautier & Rochex, 1997).*

Bautier & Rayou (2013) ont identifié plusieurs registres (culturel, cognitif, symbolique), en plus de celui purement scolaire, qui doivent être convoqués par les élèves, de manière différente en fonction de la tâche à réaliser. La compréhension de texte suppose le déplacement entre les quatre registres. Toutefois, certains élèves ont plus de difficultés que d'autres non seulement pour identifier ces différents registres, le plus souvent implicites dans une tâche, et à les convoquer convenablement selon les types de tâche (Bautier & Rayou, 2013).
Ainsi, ces différents registres peuvent déboucher sur des malentendus, notamment lorsque l'élève ne parvient pas à identifier que les « savoirs constituent des cultures différentes au sein de l'école et dans la société » (Bautier & Rayou, 2013).

2 Influence des caractéristiques linguistiques sur la compréhension et la réalisation de tâches par les élèves selon leur niveau de performance et SESC.

Comme l'explicite Lemke (1990), « la science est un processus social » car elle renvoie à une communauté qui communique selon un système langagier spécifique par de nombreux aspects et partage un certain nombre de règles et normes. Notamment, des implicites persistent autour du fonctionnement du langage et des pratiques attendues en science, qui peuvent créer une barrière de plus en plus infranchissable pour certains élèves selon leur « milieu » d'origine par exemple. Ce qui nous amène à étudier l'influence des caractéristiques linguistiques sur la compréhension des élèves selon le niveau de performance et leur SESC.

2.1 Influence des caractéristiques linguistiques selon le niveau de performance des élèves

En 2016, Persson décide de mener une étude secondaire à partir des résultats obtenus par l'échantillon d'élèves Suédois à TIMSS 2011 en sciences (8th grade, 4ème en France). Le but de l'étude est de comprendre l'impact des caractéristiques linguistiques sur les résultats des élèves selon leur niveau de performance, c'est pourquoi ils sont divisés en deux groupes selon leur performance au test :

- Le groupe d'élèves dont le niveau de performance est bas (1er quartile) correspond à ceux qui avaient obtenu un taux de bonnes réponses inférieur à 36 %,
- Le groupe d'élèves dont le niveau de performance est élevé (4ème quartile) correspond à ceux dont le pourcentage de réussite était supérieur à 62,96 % de bonnes réponses.

Les caractéristiques linguistiques identifiées dans les études antérieures permettent de définir quatre dimensions de sens : l'emballage, la précision, la personnification et la présentation (cf. tableau 4) auxquelles s'est notamment ajoutée la prise en compte du nombre de mots.

Tableau 4. Caractéristiques linguistiques prises en compte par Persson (2016) pour définir ses quatre dimensions de sens et le type d'indicateur qu'elles représentent.

Dimension de sens	Type d'indicateur	Caractéristique linguistique (par mots dans l'item)
Emballage	**Densité** de l'information	Noms et mots longs
Précision	**Niveau de précision** dans la langue écrite	Adjectifs, adverbes ; noms descriptifs ; participes
Personnification	**Relations personnelles** au sein du texte puis entre ce dernier et le lecteur	1ère, 2ème, 3ème personne ; pronoms personnels ; noms propres
Présentation	**Complexité** de la façon dont l'information est présentée au lecteur.	Passifs ; propositions subordonnées

Il se trouve que les caractéristiques linguistiques des items scientifiques distinguent différemment les élèves selon leur niveau de performance. En effet, parmi les 197 items analysés (tous sujets confondus[16]), la précision d'un item (déterminée en fonction de la diversité des adjectifs, adverbes, noms descriptifs, etc.) est corrélée positivement aux résultats des élèves très performants tandis que la personnification de l'item (renvoyant aux aspects personnels de la situation) et le nombre de mots sont corrélés négativement aux résultats des élèves peu performants.

[16] Biologie, physique/chimie, sciences de la terre.

Par contre, la présentation, c'est-à-dire l'utilisation de propositions subordonnées et de passifs, influence négativement les résultats des deux groupes (Persson, 2016). Autrement dit, parmi les dimensions de sens explorées dans cette étude, certaines d'entre elles représentent parfois un support d'aide aux élèves de haut niveau de performance au cours de la réalisation d'une tâche en sciences alors qu'elles constituent toujours un obstacle aux élèves de bas niveau de performance pour résoudre la tâche scientifique.

L'étude de Voyer & Goulet (2013) permet de compléter ces résultats en montrant que selon leur habileté en lecture, les performances d'élèves de 11-12 ans ne sont pas sensibles aux mêmes reformulations d'énoncés de problèmes en mathématiques. Il semble effectivement que l'ajout d'éléments situationnels – permettant une contextualisation riche et une possible mise en lien avec les connaissances de la vie quotidienne – bénéficient davantage aux élèves de haut niveau en lecture alors que les élèves d'un plus bas niveau en lecture, tirent plutôt profit d'éléments explicatifs – facilitant la mise en évidence des relations entre les données numériques du problème – que situationnels (cf. figure 14).

Pour dépasser ces difficultés auxquelles sont confrontés certains élèves face à un énoncé écrit très enrichi sur le plan situationnel, Vicente et al. (2007) suggéraient le recours à des éléments illustratifs plutôt que textuels pour contextualiser plus efficacement un problème en mathématiques.

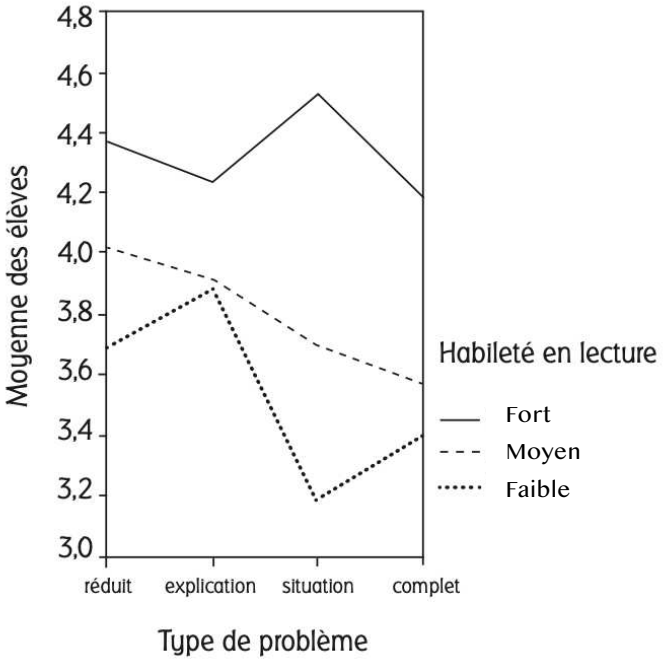


Figure 14. Performance moyenne des élèves selon leur habileté en lecture et le type d'énoncé de problème (représentation graphique issue de la recherche de Voyer & Goulet, 2013).

D'autres travaux de recherche ont étudié la mise en place de stratégies selon le niveau de performance des élèves. La technique d'eye-tracking[17] permet de suivre l'exploration visuelle des élèves en temps réel lors de la résolution d'une tâche. Par exemple, Krstić et al. (2018) montrent que les élèves ne parcourent pas visuellement la tâche de la même manière selon leur score au test de compréhension en lecture de PISA. Les élèves dont le score est élevé se contentent de prêter attention aux zones de textes et de graphiques dans lesquelles se trouvent les informations nécessaires pour répondre alors que, les élèves ayant obtenu un score plus faible ont davantage tendance à balayer du regard le texte et le graphique à la recherche de l'information. Il semble donc que ces élèves, à la différence de ceux plus performants, ne poursuivent pas vraiment d'objectifs précis, déterminés au préalable.

L'étude de Dermitzaki et al. (2008) sur la compréhension écrite montrent que les élèves, selon leur niveau de compréhension du texte n'adoptaient pas les mêmes comportements stratégiques. Ces chercheurs indiquent que les différences les plus notables se situent au niveau, tout d'abord, des processus métacognitifs tels que la planification (stratégie qui *« aide les lecteurs à définir leurs objectifs de lecture et de compréhension d'un texte »*), la prise de conscience des erreurs ou encore l'ajustement des objectifs au cours de la tâche puis, de la capacité à distinguer les informations pertinentes de celles qui ne le sont pas.

Cerdán et al. (2011) se sont aussi intéressés à cette dernière stratégie (sélection des informations pertinentes) et ont tenté d'analyser la manière dont les élèves utilisaient une stratégie spécifique dite de matching de mots[18] en fonction de leur niveau de compréhension. Pour cela, ils ont sélectionné 12 questions du test PISA de compréhension écrite dont ils avaient préalablement vérifié qu'aucun mot ne se répétait entre la question de l'item et le texte introductif. En parallèle, ils ont proposé 12 autres questions dans lesquelles ils ont fait apparaître des mots-clés dans des zones distrayantes du texte (c'est-à-dire des zones non liées à la réponse attendue) et qui apparaissaient aussi dans le libellé de la question. Leurs résultats montrent que, pour répondre, les élèves dits « faibles compreneurs » sélectionnent davantage les informations dans les zones distrayantes du texte, celles au sein desquelles se trouvaient les mots-clés (répétés dans la question). Les « faibles compreneurs » ont donc tendance à prêter davantage attention aux informations non pertinentes dans l'item ce qui rejoint les résultats de Dermitzaki et al. (2008).

[17] L'oculométrie (dont le terme anglais eye-tracking (suivi oculaire) est beaucoup utilisé) est une méthode de recherche qui permet d'enregistrer les mouvements oculaires d'un individu au cours d'une tâche.
[18]Cette stratégie équivaut à faire correspondre une des réponses proposées avec un des mots donnés dans la question.

Les observations par eye tracking de Tsai et al. (2012) précisent que si les élèves de haut niveau de performance en résolution de problème en sciences déplacent leur attention visuelle des éléments non pertinents à ceux pertinents, c'est le comportement inverse pour ceux de bas niveau de performance. De plus, il a été observé que ces derniers reviennent plus fréquemment à l'énoncé du problème.

2.2 Influence des caractéristiques linguistiques selon le SESC des élèves

Abedi & Lord (2001) ont procédé à des modifications de plusieurs caractéristiques linguistiques sur des items de mathématiques issus de la NAEP (« National assessment of educational progress »[19]). Par exemple, la forme verbale active a été privilégiée par rapport à l'habituelle forme passive utilisée en sciences, un vocabulaire plus familier a aussi remplacé le vocabulaire technique et scientifique, les groupes nominaux ont été raccourcis etc. D'après leurs résultats, les élèves de 13-14 ans de 8ème année (équivalent de la 4ème en France) ayant le plus bénéficié de ces modifications sont ceux de SES défavorisé. Toutefois, plus récemment, ces résultats n'ont pu être retrouvés par Haag et al. (2014) ce qui, d'après les auteurs, pourrait s'expliquer par la différence de mesure du SES ; l'étude de Abedi & Lord (2001) se référant à la participation des élèves aux programmes de repas gratuits[20] et l'étude de Haag et al. (2014) utilisant la profession des parents.

Delarue-Breton & Bautier (2015) ont confronté des élèves de primaire, provenant d'écoles de niveau socio-économique et culturel (SESC) contrasté, à différents textes composites[21] dont l'un spécifique aux sciences. Leurs résultats indiquent très clairement une appropriation distincte selon le niveau socio-économique et culturel des élèves. Il apparaît une absence de difficulté de compréhension pour les élèves de haut SESC qui ne semblent pas avoir été affectés par le caractère discontinu du texte scientifique proposé. Au contraire, les élèves de bas SESC segmentent très nettement les éléments du texte et ne parviennent pas à les traiter comme un ensemble cohérent ; le texte composite étant ainsi pour eux « source de confusions multiples » (Viriot-Goeldel &

[19] En français : « Programme d'évaluation des progrès dans le système éducatif américain ».

[20] Le programme de repas gratuits (ou « Free and Reduced-Price Lunch (FRPL) » surtout utilisé dans les recherches nord-américaines) est une mesure de moins en moins reconnue par les chercheurs pour rendre compte du SES des élèves (Cookson, 2020).

[21] « Contrairement au texte linéaire qui suppose du lecteur qu'il s'appuie sur l'organisation en paragraphes, les connecteurs logiques, les chaines anaphoriques – éventuellement le jeu des titres et des sous-titres, voire les tables de matières et les index – pour en construire une représentation mentale cohérente, la lecture d'un document composite implique de maitriser aussi les codes propres à chaque composante sémiotique » (Bautier et al., 2012).

Delarue-Breton, 2014). L'accumulation de difficultés diverses face à ces textes peut alors entraver l'accès à la construction du sens (Delarue-Breton & Bautier, 2015).
D'autres travaux de recherche ont étudié la mise en place de stratégies selon le niveau de performance des élèves.

Bien qu'elles ne permettent pas d'appréhender directement les difficultés des élèves en classe, l'apport des neurosciences n'est pas à négliger pour en comprendre la nature via l'étude des processus d'apprentissage (Gaussel & Reverdy, 2013). De cette façon, les potentiels évoqués cognitifs (PEC) qui correspondent à des modifications de l'activité électrique visibles sur un électroencéphalogramme (EEG) peuvent être un moyen de mieux appréhender le fonctionnement cognitif (Silvert, 2013). Par exemple, D'Angiulli et al. (2008) ont proposé une tâche d'attention sélective auditive à des pré-adolescents (13 ans) de SES différents (Statut économique et social haut vs bas) dans laquelle il fallait prêter attention à deux stimuli auditifs tout en ignorant les deux autres. Leurs résultats montrent que, malgré des performances équivalentes en termes de précision et de temps de réaction, ceux de bas SES portaient autant d'attention aux informations pertinentes et non-pertinentes. Il semblerait donc qu'ils aient plus de difficulté à filtrer les informations (attention sélective) leur demandant ainsi un effort cognitif supplémentaire, au niveau du contrôle exécutif, pour ignorer les informations non-pertinentes, en comparaison à ceux de haut SES.

Très récemment, l'étude de Classick et al. (2021) a effectué des analyses complémentaires à PISA 2018[22] dans trois pays du Royaume-Uni afin d'identifier ce qui pouvait différencier la compréhension des élèves de SESC défavorisé qui réussissent de ceux de même SESC qui réussissent moins. Ces auteurs ont croisé les informations recueillies à propos des élèves, à partir des questionnaires contextuels et leurs performances obtenues à PISA 2018. Ils montrent ainsi que, pour comprendre un texte, les élèves de SESC défavorisé de plus haut niveau de performance utilisent davantage de stratégies métacognitives que leurs homologues de plus bas niveau.

Dans le cas d'élèves plus jeunes, l'étude menée par Lee et al. (2016) révèle que des différences dans l'utilisation des stratégies mathématiques, entre les élèves selon leur statut économique et social (SES), apparaissent très tôt dans la scolarité (maternelle-élémentaire). Ces auteurs ont effectivement constaté que les élèves de haut SES utilisent des stratégies plus avancées que ceux de SES plus bas et ce, plus particulièrement au niveau du grade 2 (ou CE1).

Comme nous avons pu le mentionner en introduction de cette thèse, peu de recherches portent à la fois sur le SESC des élèves et leur niveau de performance en sciences. Pourtant, comme l'indiquent tous les travaux présentés dans ce chapitre, il semble que l'une et l'autre de ces variables exercent une influence non négligeable sur la réussite des élèves.

[22] Dont le domaine majeur était la compréhension de l'écrit.

Pour approfondir le rôle des caractéristiques d'une tâche en sciences dans l'écart de réussite selon le SESC et/ou le niveau de performance, nous proposons d'élaborer, dans le chapitre suivant, un modèle théorique de difficulté aux questions relevant de la culture scientifique. Cet état de l'art que nous proposons va nous permettre de mieux appréhender à quel niveau se situent les difficultés des élèves selon leur SESC et/ou leur niveau de performance. Les études portant sur l'influence du SESC des élèves sur leur compréhension et réalisation de tâches sont bien moins répandues que celles portant sur l'influence du niveau de performance des élèves. La combinaison de ces facteurs n'est quasiment jamais étudiée.

Chapitre 3.
Modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique des élèves

« Les enfants qui réussissent sont donc, pour la plupart, ceux dont les parents ont un bon métier, prennent du temps pour parler avec eux, leur donnent très tôt les bonnes habitudes du "métier d'élève". Cela ne signifie pas qu'il n'existe aucun enfant issu de milieu défavorisé qui réussisse à l'école, fort heureusement ! Il n'y a pas de fatalité absolue et il faut encourager chacune et chacun à travailler de son mieux. Mais cela n'excuse ni la société, ni l'école, qui devraient être plus justes […] en ***comprenant la nature des difficultés scolaires de ces enfants*** *et en mettant en place les* ***méthodes qui pourraient les aider à mieux s'intégrer à l'école****. Il y a encore beaucoup à faire pour tout cela ».*

(Meirieu et al., 2015, p. 73-74)

Les études secondaires à PISA qui portent sur les sciences sont nombreuses à l'international (e.g. Du & Wong, 2019; Eriksson et al., 2021; Ho, 2010; Huang et al., 2016; Ruiz-Primo & Li, 2016; Scherer, 2020; Tang et al., 2019) mais peu d'entre elles explorent le SESC et/ou le niveau de performance des élèves et lorsque cela est le cas, ce n'est pas dans la même optique que celle de nos travaux. De plus, comme l'évoquent Bodin & Grapin (2018) celles-ci se font rares dans le domaine de la didactique des sciences, en partie car les items non libérés sont peu accessibles aux chercheurs laissant pour principal support de travail les items libérés par PISA, disponibles en faible nombre (Ruiz-Primo & Li, 2016). C'est pourquoi dans ce chapitre, nous proposons un modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique, élaboré notamment dans le prolongement des quelques études antérieures en didactique et reposant sur des données PISA (e.g. Le Hebel et al., 2014, 2016, 2017) ; ce modèle a fait l'objet d'une publication récente dans la revue Éducation et Didactique (Duclos et al., 2021).

La partie 4 « méthodologie et résultats », faisant suite à ce chapitre, permet d'abord de tester statistiquement ce modèle de difficulté à partir de l'échantillon représentatif des élèves français à PISA Science 2015, puis plus qualitativement auprès de vingt-sept élèves de différents lycées de la région lyonnaise auxquels nous demandons de résoudre vingt-cinq items sélectionnés parmi ceux de PISA Science 2015.

1 Analyse a priori des items PISA Science 2015

Pour construire un tel modèle, nous nous appuyons sur les travaux présentés précédemment. Nous nous servons également de travaux antérieurs relatifs à la compréhension de la façon dont les élèves construisent leur réponse aux questions relevant de la culture scientifique (items PISA science 2006) et aux difficultés qu'ils rencontrent (Le Hebel et al., 2014, 2016). Ces travaux correspondent à des études de cas d'élèves filmés lors de la construction de leurs réponses.
L'ensemble de ces travaux nous a permis d'établir trois grandes catégories de caractéristiques potentiellement sources de différents types de difficultés rencontrées par les élèves lors de l'élaboration d'une réponse à une question (cf. figure 15).
L'étude complète nécessite de procéder de manière itérative :

- En construisant un modèle hypothétique comportant des caractéristiques de questions pouvant *a priori* présenter des difficultés pour les élèves dont certaines spécifiques selon les différentes populations d'élèves (c'est-à-dire selon leurs statuts socio-économique et culturel et leurs niveaux de performance).
- En testant ce modèle statistiquement sur l'échantillon français de PISA 2015, ceci permettant de mesurer l'influence d'une caractéristique ou de la conjonction de plusieurs caractéristiques sur l'échec ou la réussite de la question par l'élève.

Dans les études antérieures, nous sommes partis du constat empirique de la variété des difficultés rencontrées par les élèves lorsqu'ils résolvent des questions relevant de la culture scientifique (items PISA science 2006), et ceci nous a conduits à ne pas nous limiter, dans ce travail de recherche, aux difficultés liées spécifiquement au savoir lorsqu'ils construisent leurs réponses (Le Hebel et al., 2014 ; 2016). Ainsi, les types de travaux auxquels nous faisons appel sont de différentes natures :
- Des résultats empiriques provenant par exemple de grandes enquêtes internationales comme TIMSS ou PISA, donnant déjà des indications sur la difficulté de certaines modalités de caractéristiques, comme le format de l'item (les items avec un format réponse ouverte sont plus difficiles pour les élèves que les items avec un format choix multiple). Nous avons également utilisé cette approche empirique pour la caractéristique de la présence de la réponse dans l'item.
- Du cadre théorique de l'évaluation (dans notre cas celui de PISA 2015) : ce cadre explicite que l'évaluation porte sur les compétences à mettre en œuvre dans différents contextes, celles-ci étant influencées par les connaissances (scientifiques, procédurales et épistémiques).

- Des résultats de recherche dans le domaine des sciences du langage sur des questions de compréhension de l'écrit ou du lien texte-représentations ou encore sur la question des communautés discursives. Ces travaux nous ont conduits à préciser des caractéristiques aussi bien intrinsèques à la tâche (longueur du texte, type d'illustration, etc.) que liées aux raisonnements et stratégies de réponse (par exemple la projection).
- Des résultats de recherches dans les domaines de la cognition, de la psychologie de l'éducation et/ou de la didactique des sciences, menées principalement à partir d'études de cas, nous ont amenés à construire des caractéristiques liées aux raisonnements et stratégies.
- Des résultats de recherches dans les domaines de la sociologie de l'éducation et en didactique des sciences et des mathématiques, portant sur la prégnance de l'expérience quotidienne pour les élèves en particulier ceux ayant un SESC faible et/ou peu performants.

Après avoir dressé un tableau des modèles prédictifs de difficultés d'une question déjà existants, nous présentons l'élaboration de notre propre modèle prédictif des difficultés des questions, dans lequel nous définissons les différentes caractéristiques des items puis nous illustrons ce modèle avec l'exemple d'un item PISA science 2015[23]. Précisons d'emblée que lorsque nous utilisons le terme général « modèle de difficulté de question », nous entendons le modèle de difficulté de l'item comprenant l'introduction et la question de l'item. Enfin nous discutons de la construction de notre modèle, les attentes de résultats qu'il pourrait induire, et l'implication de ce type d'études pour l'enseignement et la conception d'évaluations en sciences.

2 Modèle prédictif de difficultés d'une question

Précisons que la difficulté d'une question est mesurée *a posteriori*, en fonction du taux de réussite des élèves à une question. Plus une question est réussie, plus elle est facile ou encore si le pourcentage de bonnes réponses est bas, la question est considérée comme difficile pour les élèves.

Ces dernières décennies, de nombreuses recherches se sont intéressées à l'identification des facteurs de difficulté d'une question et plus précisément à l'élaboration de modèles prédictifs de difficultés de questions (voir synthèse dans Dhillon, 2011). Il apparaît que les différentes recherches se situent dans des cadres théoriques, issus de la psychologie, des sciences de l'éducation, de la didactique et de la sociologie. Ceci conduit à approcher ces difficultés de diverses manières : d'une part, à partir de cas individuels avec une analyse de l'évaluation passant par la compréhension de ce qu'il se passe lorsque l'élève essaie de répondre à une question et d'autre part, à partir de populations d'élèves et de résultats statistiques de leurs réponses à des items.

[23] Considérant le petit nombre d'items PISA libérés, notre choix pour en sélectionner un était assez limité.

Jusqu'à présent, une grande partie des recherches effectuées sur ces modèles ont porté sur des sujets bien précis comme des problèmes d'analogie (e.g. Mulholland et al., 1980 ; Sternberg, 1977) ou des problèmes algébriques (e.g. Tout et al., 2020 ; Keehner et al., 2016 ; Katz et al., 2002) et se sont limitées aux composantes cognitives nécessaires à la résolution. Ainsi les modèles élaborés prenaient en compte différents niveaux de difficulté au sein d'ensembles très homogènes de types d'items. Dans ces études, il est apparu que la difficulté des questions n'était pas seulement prévisible par le nombre et la complexité de chacune des composantes cognitives nécessaires à la résolution mais aussi par les exigences combinées et simultanées qu'elles imposent aux candidats sur le plan cognitif.

D'autres recherches portant par exemple sur des questions de compréhension de lecture (e.g. Pollitt & Ahmed, 1999) ont tenté d'élaborer des modèles plus génériques de la difficulté des questions, avec l'idée de représenter les processus principaux psychologiques impliqués dans la production de réponses aux questions écrites. Plus spécifiquement, trois types de difficultés, ont été distingués (e.g. Pollitt et al., 1985 ; Ahmed et Pollitt, 1999): celui lié au « concept », s'intéressant à la complexité conceptuelle inhérente au savoir et déterminée par la mesure dans laquelle les concepts impliqués dans une question sont abstraits ou concrets ; celui lié au « processus » concernant la difficulté des opérations cognitives ; celui lié à la " question " faisant référence aux propriétés linguistiques et structurelles de la question.

Dans le même ordre d'idée, Crisp & Grayson (2013) ont proposé une catégorisation tripartite des difficultés de questions dans une évaluation en sciences physiques, comprenant « les attributs de la question », « les processus impliqués dans la question », et « les connaissances et compréhension de la physique ». De même, dans leur analyse secondaire des résultats PISA science 2000, Prenzel et al. (2002) ont proposé trois catégories de sources possibles de difficulté : les caractéristiques formelles de la question (par exemple le format, les illustrations, etc.), les exigences cognitives pour la résolution de l'item (par exemple les différents processus qui ont lieu durant la tâche comme faire des liens logiques ou encore le traitement du texte) et les caractéristiques liées aux connaissances.

Ainsi les recherches qui proposent des modèles de difficulté de questions, en allant au-delà du cognitif strict, ont des points communs. Leurs modèles comportent trois catégories. Il y a unanimité sur la catégorie relative aux caractéristiques intrinsèques à la question, même si les caractéristiques la composant ne sont pas tout à fait identiques. Une autre est relative aux processus cognitifs (traitement du texte, liens logiques). La troisième est relative aux connaissances. Dans notre étude nous reprenons ces trois catégories pour construire notre propre modèle (cf. figure 15). Précisons que ce modèle vise à être utilisé aussi bien dans une perspective d'analyses statistiques reliant les caractéristiques des questions à des profils d'élèves, que dans une pratique évaluative par des enseignant·e·s ou des concepteurs de tests.

Des recherches secondaires à PISA se sont concentrées sur l'identification des sources de difficultés chez les élèves de manière quantitative (e.g. Dyrvold, 2020; Le Hebel et al., 2017; Pettersen & Braeken, 2019; Turner et al., 2013) en prenant en compte pour certaines la dimension du SESC des élèves (e.g. (Yildirim & Ceylan, 2020). D'autres études secondaires de PISA, ont cherché, du point de vue qualitatif, à observer la manière dont certaines caractéristiques des questions pouvaient entraîner des variations de performances chez les élèves (e.g. Le Hebel et al., 2014, 2016; Salgado & Stacey, 2014).

Néanmoins, malgré un certain nombre de recherches portant sur les sources de difficulté des questions, il reste encore difficile d'arriver à un consensus sur l'ensemble des caractéristiques de questions posant difficulté aux élèves (Dong, 2020).

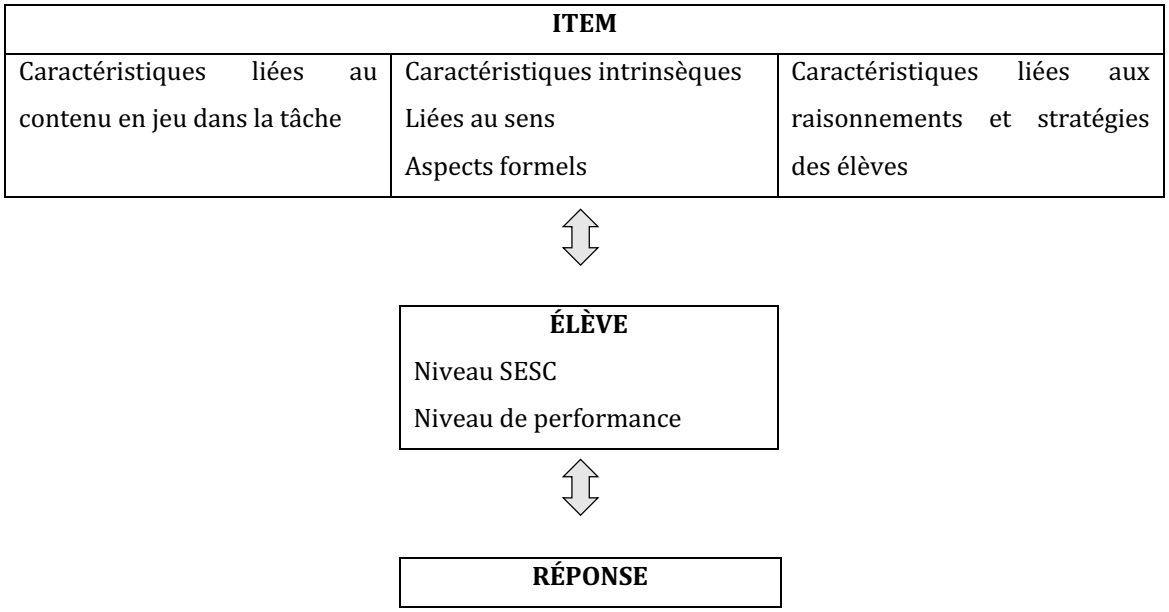


Figure 15. Schéma pour construire un modèle de difficulté de la question : Interaction entre l'élève et l'item selon les 3 catégories de caractéristiques de l'item dans le processus de réponse.

3 Construction des catégories de caractéristiques

Nous présentons l'élaboration des caractéristiques potentiellement sources de différents types de difficultés rencontrées par les élèves pour chacune des trois grandes catégories : les caractéristiques liées au contenu en jeu dans l'item, les caractéristiques intrinsèques de l'item (aspects formels ; aspects liés aux sens) et les caractéristiques liées aux raisonnements et stratégies des élèves.

Pour fonder ces caractéristiques, nous nous sommes appuyés, selon leur type, sur des travaux et des analyses très différents et c'est ce qui, selon nous, constitue la richesse de ce travail.

L'intégration des caractéristiques à notre modèle de difficulté de question s'est ainsi effectuée en fonction des recherches antérieures. Nous avons dû faire un choix parmi toutes les caractéristiques qui peuvent potentiellement poser problèmes aux élèves lors de la résolution d'une tâche en sciences. Par exemple, nous avons intégré la longueur du texte à notre modèle mais d'autres caractéristiques linguistiques, parmi celles que nous avons mentionnées dans le cadre théorique, auraient pu aussi être testées. Toutefois, il était nécessaire de sélectionner un nombre raisonnable de caractéristiques au risque de perdre en significativité lors du test statistique du modèle.

Notre modèle *a priori* est appliqué à l'ensemble des 183 items de PISA Science 2015. Il se divise donc selon trois catégories (cf. figure 15). Toutes les caractéristiques et sous-caractéristiques de notre modèle de difficulté des questions en sciences sont détaillées dans cette section et sont présentées dans leur ensemble au sein du tableau 9. Pour une meilleure compréhension des caractéristiques qui composent la dernière catégorie « stratégies et raisonnements », nous exemplifions chacune d'entre elles.

3.1 Caractéristiques liées aux contenus en jeu dans la tâche

Pour les caractéristiques liées aux contenus en jeu dans la tâche, nous nous sommes essentiellement basés sur le codage proposé dans le cadre d'évaluation PISA Science 2015 (OCDE, 2016e). Dans ce cas, nous précisons les scores obtenus en France, à partir des différentes modalités des caractéristiques, afin de montrer que certaines modalités peuvent être discriminantes sur l'ensemble de l'échantillon français.

La catégorie de caractéristiques « liées aux contenus en jeu dans la tâche » regroupe donc quatre caractéristiques principales (cf. tableau 5) : le type de connaissances, les systèmes, le type de compétences et les champs d'application. Nous proposons aussi une sous-caractéristique qui croise les connaissances de contenu avec les systèmes.

Tableau 5. Caractéristiques et sous-caractéristiques liées aux contenus en jeu dans la tâche.

Catégorie	Caractéristique *Sous-caractéristique*
Caractéristiques liées aux contenus en jeu dans la tâche	1 Type de connaissances* 2 Systèmes * *1 Croisement connaissances de contenu et systèmes* 3 Type de compétences * 4 Champs d'application*

Note. *Codé par PISA Science 2015.

3.1.1 Types de connaissances

Selon le cadre d'évaluation de PISA, les élèves doivent posséder un « bagage » de connaissances *en* sciences ainsi que des connaissances *à propos* de la science pour répondre aux différentes questions. Les connaissances *en* sciences aussi appelées « connaissances scientifiques » (nous les nommerons « connaissances de contenu ») sont relatives aux faits, aux concepts et théories établies par la communauté scientifique (OCDE, 2016). Les connaissances *à propos* des sciences (OCDE, 2007) sont scindées en deux sous-catégories dans PISA Science 2015: les connaissances procédurales relatives aux concepts sur lesquels se fondent les études empiriques et les connaissances épistémiques qui renvoient notamment au fait de comprendre le bien-fondé des pratiques caractérisant la démarche scientifique (OCDE, 2016) (cf. tableau 9).
Les résultats PISA Science 2015 montrent que selon les pays, les scores des items testant les connaissances de contenu sont légèrement inférieurs ou supérieurs aux scores des items testant les connaissances procédurales et épistémiques[24] (OCDE, 2016, p104).

3.1.2 Systèmes

« Les items constituant les épreuves PISA de sciences administrées en 2015 portent sur des sujets empruntés aux disciplines scientifiques majeures que sont la physique, la chimie, la biologie et les sciences de la Terre et de l'Univers » (OCDE, 2016, p105). Ces trois disciplines sont nommées « systèmes » dans PISA 2015.
Les résultats PISA Science 2015 montrent que selon les pays, les scores des items correspondant aux trois systèmes sont peu différents, et le sens des écarts varie [25].

Sous-caractéristique : croisement des connaissances de contenu et des systèmes

[24] Pour la France - Connaissances de contenu : 489 points ; connaissances procédurales et épistémiques : 499 points.
[25] Pour la France – Systèmes Physiques : 492 points, Systèmes Vivants : 496 points ; Systèmes de la Terre et de l'Univers : 496 points.

Cette sous-caractéristique résulte du croisement d'une seule des caractéristiques « type de connaissances » (connaissance de contenu) avec les « systèmes » (systèmes physique, vivant, de la Terre et de l'Univers). Ce croisement n'est pas possible avec l'ensemble des connaissances de notre modèle car il impliquerait un nombre trop important de variables ne permettant pas ensuite une comparaison statistiquement fiable. De plus, le nombre d'items pour les connaissances épistémiques et procédurales est plus faible par rapport au nombre d'items en lien avec les connaissances de contenu[26].

3.1.3 Type de compétences

Cette caractéristique renvoie aux trois compétences[27] scientifiques évaluées dans PISA Science 2015 qui sont les suivantes :

1/ Expliquer des phénomènes de manière scientifique

2/ Évaluer et concevoir des investigations scientifiques

3/ Interpréter des données et des faits de manière scientifique

Les résultats de PISA Science 2015 indiquent que les élèves français ont plus de difficulté avec la première compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique » par rapport aux

[26] Connaissances de contenu : 97 items ; Connaissances procédurales : 60 items ; Connaissances épistémiques : 26 items.

[27] Rappelons que chacune de ces trois compétences majeures comprend cinq sous-compétences :

-Évaluer et concevoir des recherches scientifiques :

• Identifier la question étudiée dans des recherches scientifiques données.
• Identifier des questions qui se prêtent à des recherches scientifiques.
• Proposer une façon d'étudier une question de manière scientifique.
• Évaluer les moyens d'étudier une question de manière scientifique.
• Décrire et évaluer la façon dont les scientifiques garantissent que leurs données sont fiables et que leurs explications sont objectives et généralisables.

-Expliquer des phénomènes de manière scientifique :

• Se remémorer les connaissances scientifiques appropriées et les appliquer.
• Identifier, utiliser et générer des représentations et des modelés explicatifs.
• Faire et justifier des prévisions appropriées.
• Proposer des hypothèses explicatives.
• Expliquer les implications potentielles de connaissances scientifiques pour la société

-Interpréter des données et des faits de manière scientifique :

• Transposer des données d'une représentation dans une autre.
• Analyser et interpréter des données, et en tirer des conclusions appropriées.
• Identifier des hypothèses, des faits et des raisonnements dans des textes scientifiques.
• Faire la distinction entre des arguments basés sur des théories et des faits scientifiques et ceux basés sur d'autres considérations.
• Évaluer des faits et des arguments scientifiques de sources différentes (quotidiens, Internet, revues, etc.).

deux autres[28] (sachant que 93% des items relevant de cette compétence impliquent des connaissances de contenu) (cf. annexe 3).

3.1.4 Champs d'application

Pour rappel, les champs d'application de la science de PISA Science 2015 sont : les frontières de la science et de la technologie, la qualité de l'environnement, les ressources naturelles, les risques, la santé et les maladies. Les résultats de PISA Science 2015 indiquent des taux de réussite des élèves français variables suivant les champs d'application des items (le taux de réussite moyen le plus fort se situant dans le champ d'application « risques » et le plus faible dans le champ d'application « santé et maladies »[29]).

3.2 Caractéristiques intrinsèques de l'item- Aspects formels

Les aspects formels de la catégorie de caractéristiques « intrinsèques de l'item » regroupent quatre caractéristiques principales (cf. tableau 6) : le format de l'item, la longueur du texte, le type d'illustration et la simulation. Ainsi cette catégorie relève d'une vue succincte d'ordre sémiotique et lexical de l'item ; elle n'aborde pas le contenu et sa signification.

Tableau 6. Caractéristiques et sous-caractéristiques liées aux aspects formels de la tâche.

Catégorie	Caractéristique
Caractéristiques intrinsèques de l'item- Aspects formels	1 Format de l'item* 2 Longueur du texte 3 Type d'Illustration 4 Simulation

Note. *Codé par PISA Science 2015.

3.2.1 Format

PISA Science 2015 propose aux élèves de répondre aux questions de 3 façons différentes. Il peut être demandé aux élèves de choisir une réponse parmi d'autres, c'est ce qu'on appelle un choix multiple, celui-ci peut être simple (une seule réponse possible) ou complexe (plusieurs

[28] Pour la France - Expliquer des phénomènes de manière scientifique : 488 points ; Évaluer et concevoir des investigations scientifiques : 498 points ; Interpréter des données et des faits de manière scientifique : 501 points.
[29] Taux de réussite moyen aux items PISA science 2015 selon le champ d'application :
Risques : 0,5509, Qualité de l'environnement : 0,5186, Ressources naturelles : 0,4884, Frontières Sciences et techniques : 0,4781, Santé et maladies : 0,4779.

réponses possibles ou plusieurs propositions auxquelles il faut répondre oui/non ou vrai/faux). La question peut aussi donner lieu à une explication de la part de l'élève qui devra alors produire une réponse construite, c'est ce que l'on nomme un format de réponse « ouvert ». Cette mixité des formats de réponse aux questions est assez courante dans les enquêtes internationales (Rauch & Hartig, 2010).

Les Questions à Choix Multiples (QCM) dans PISA[30] (e.g. Rémond, 2006; Le Hebel et al., 2017) ou TIMSS (Liou & Bulut, 2020) sont en général, mieux réussies dans les évaluations par les élèves, en particulier dans les pays francophones.

Cela peut s'expliquer notamment par le fait que différentes réponses soient mises à leur disposition, leur laissant la possibilité de deviner la réponse. De plus il semblerait que ce genre de format les rassure sur leur capacité à répondre à la question (Simkin & Kuechler, 2005).

Le format réponse ouverte peut sembler plus difficile aux élèves, car ils doivent organiser une réponse et cela leur demande des exigences cognitives plus élevées (Ahmed et Pollitt, 1999). Par exemple, dans une étude secondaire effectuée sur le test national KS2 en Angleterre (El Masri et al., 2017), le format réponse ouverte apparaît comme le prédicteur le plus élevé de la difficulté de l'item dans ce test.

Pour illustrer la différence entre les deux formats de question, Grapin & Sayac (2017) ont comparé les réponses d'élèves de CM2 (grade 5) à deux tests de transformations d'écriture de nombres aux formats différents (QCM vs Réponse ouverte) mais équivalents du point de vue de la tâche mathématique. L'étude des réponses montrent que les élèves ne mobilisent pas les mêmes connaissances d'un format à l'autre. Un changement, du point du vue cognitif, semble aussi se produire, entre le format ouvert qui amène à la production d'une représentation d'un nombre et le QCM qui entraîne plutôt la reconnaissance d'une représentation d'un nombre.

3.2.2 Longueur du texte

Une des méthodes utilisées pour estimer la longueur du texte dans une tâche est de comptabiliser le nombre total de mots dans celle-ci (e.g. White, 2012). Ainsi plus la tâche contient de mots plus le contenu à traiter est dense. Bergqvist et al. (2018) supposent qu'il pourrait être plus difficile de traiter l'ensemble du contenu si la tâche est longue plutôt que courte.

En effet une tâche avec un long texte à lire peut, d'emblée, être perçue par les élèves comme difficile et les démotiver dans leur engagement à la résoudre (Milenković et al., 2015).

[30] Taux de réussite moyen aux items PISA science 2015 en fonction de leur format :
Choix multiple simple : 0,5874
Choix multiple complexe : 0,5047
Réponse ouverte : 0,4104.

Une analyse secondaire de PISA 2006 a montré que, pour les élèves en difficulté, un texte long cumulé à une non-familiarité du contexte peut être particulièrement désavantageux car ils identifieront plus difficilement quelles informations sont les plus pertinentes dans le texte (Le Hebel et al., 2017). De plus, sur des tâches de compréhension de l'écrit issues de PISA 2000, les versions françaises sont plus longues que les versions anglaises et s'avèrent ainsi plus difficiles pour les élèves (Grisay, 2003, cité dans Bergqvist et al, 2018, p. 45). Pourtant les études empiriques peuvent différer dans leurs conclusions sur l'effet significatif de la longueur du texte sur la difficulté de la tâche. Ainsi Bergqvist et al. (2018) n'ont finalement pas démontré d'effet significatif de la longueur du texte sur la difficulté d'une tâche en mathématiques et il en va de même en science (Prenzel et al., 2002). Selon les résultats de Stiller et al. (2016), c'est plus spécifiquement la longueur des options de réponse qui augmente la difficulté de la tâche. De manière plus générale, des études secondaires à TIMSS 2011 montrent que les élèves de bas niveau de performance sont désavantagés quand une exigence en lecture est élevée (estimée au moyen notamment du nombre de mots) en mathématiques (Mullis et al, 2013) comme en sciences (Persson, 2016).

Plus récemment, Cruz Neri et al. (2021) ont identifié un impact significatif du nombre de mots et de la compréhension en lecture sur les résultats des élèves en sciences. Ils ajoutent que le nombre élevé de mots dans le texte favoriserait la réussite en sciences des élèves d'un haut niveau de compréhension en lecture mais n'aurait aucun effet sur les performances des élèves d'un niveau plus bas en compréhension. Ce qui rejoint, en partie, les résultats obtenus par Persson (2016) montrant que la précision d'un item bénéficie seulement aux élèves très performants en sciences tandis que le nombre de mots fait chuter la performance des élèves de bas niveau en sciences (chapitre 2). Il semblerait donc que cette caractéristique « longueur du texte », que nous mesurons dans notre modèle par la comptabilisation du nombre total de mots dans la tâche (mots du texte et mots présents dans les illustrations), puisse parfois entraîner des variations de performances, c'est pourquoi elle nous paraît importante à étudier dans ce modèle prédictif des difficultés de la question. Pour mieux caractériser la longueur du texte, nous proposons un découpage des items en quartiles selon le nombre de mots recensés dans chaque item[31] (quartiles 1 : items de 44 à 136 mots ; quartile 2 : items de 137 à 195 mots ; quartile 3 : items de 196 à 244 mots ; quartile 4 : items de 247 à 417 mots) (cf. tableau 9).

3.2.3 Type d'illustrations

[31] Par exemple, dans notre répartition de nombre de mots, le premier quartile correspond au nombre de mots en-dessous duquel se situent 25% des items.

La diversité des représentations est essentielle dans la communication scientifique et dans son enseignement (e.g. Airey & Linder, 2009). Par exemple la construction du sens dans les textes scientifiques passe par les mots mais aussi par une diversité de représentations comme les graphiques, tableaux, diagrammes, cartes, dessins, photographies (McTigue & Flowers, 2011, Lemke, 1998). Il en va de même pour les évaluations en science, dont PISA, qui sont constituées de texte et d'illustrations variées (El Masri et al., 2017). Il nous semble alors important de comprendre la manière dont les élèves exploitent les illustrations dans les items PISA pour mieux envisager quelles illustrations pourraient ou non engendrer de la difficulté. Les illustrations sont souvent utilisées, dans les manuels notamment, dans le but de motiver davantage les élèves et de les aider à mieux comprendre (Drouin, 1987). Seulement, le traitement d'une illustration du type « image » est relativement rapide (environ 300 millisecondes) et cela peut donner l'illusion aux élèves qu'ils ont parfaitement compris alors qu'ils ont traité superficiellement ou inadéquatement les illustrations d'une tâche (Peeck, 1993).

Reid & Beveridge (1986) ont d'ailleurs remarqué qu'il y avait des différences d'effet des illustrations en fonction des capacités scientifiques des élèves, elles peuvent ainsi les aider ou plutôt les distraire selon qu'ils ont des capacités élevées ou faibles. Ainsi, pour les élèves qui ont des difficultés à comprendre le texte, le fait qu'il y ait des images intégrées à celui-ci n'augmenterait pas forcément leur performance (Reid & Beveridge, 1986). Pour ces auteurs, le fait que certaines recherches aient démontré un effet positif des images sur la performance des élèves pourrait être dû, en partie, à la non prise en compte des capacités des élèves en sciences.

Dans le chapitre 2, nous avons montré qu'à l'aide de l'eye-tracking, il était possible de déterminer la façon dont les élèves recherchaient des informations dans le texte et le graphique selon leur score au test de compréhension PISA (Krstić et al., 2018). Hannus & Hyönä (1999) ont utilisé la même technique d'eye tracking afin de mieux comprendre la manière dont les élèves portaient leur attention sur les illustrations lors de l'apprentissage de passages d'un manuel de biologie, composés de textes et d'illustrations de type « photographies » ou « dessin ». En complément, ils ont mesuré l'intelligence fluide, ou capacité à raisonner avec de nouvelles informations (Rey-Mermet et al., 2019), à l'aide des matrices de Raven, pour estimer les capacités intellectuelles des élèves. Après avoir distingué les segments d'informations pertinents de ceux non pertinents dans les textes et illustrations des documents proposés aux élèves, les auteurs ont conclu qu'en fonction de leurs capacités intellectuelles, les élèves ne prêtent pas attention aux mêmes informations. Les élèves ayant obtenu de meilleurs résultats au test d'intelligence fluide ont tendance à être plus attentifs aux segments catégorisés comme pertinents par les chercheurs, que ce soit dans le texte ou les illustrations.

Ces deux études montrent que certains élèves ont plus de difficultés à traiter efficacement les illustrations dans l'item et que cela peut jouer sur leurs performances car les illustrations sont

parfois centrales dans la tâche. Il semble donc intéressant de mieux comprendre l'impact des illustrations dans une situation d'évaluation des sciences, c'est pourquoi nous intégrons cette caractéristique « illustration » à notre modèle de difficulté à l'item (cf. tableau 9).

3.2.3.1 Répartition des illustrations selon la compétence requise dans les items

Nous observons que les illustrations ne se répartissent pas de façon homogène selon la compétence requise dans les items (cf. annexe 4). En effet, ceux qui sollicitent la compétence « Interpréter des données et des faits de manière scientifique » contiennent proportionnellement plus d'illustrations de type graphique, schéma, tableau et des illustrations multiples que de type photo/dessin, comparés à ceux de type « Évaluer et concevoir des investigations scientifiques » et « Expliquer des phénomènes de manière scientifique » (cf. figure 16). La répartition du type d'illustrations dans cette figure a été pensée en considérant que les illustrations de type graphique, schéma, tableau et multiples n'ont pas les mêmes fonctions que celles de type photo/dessin.

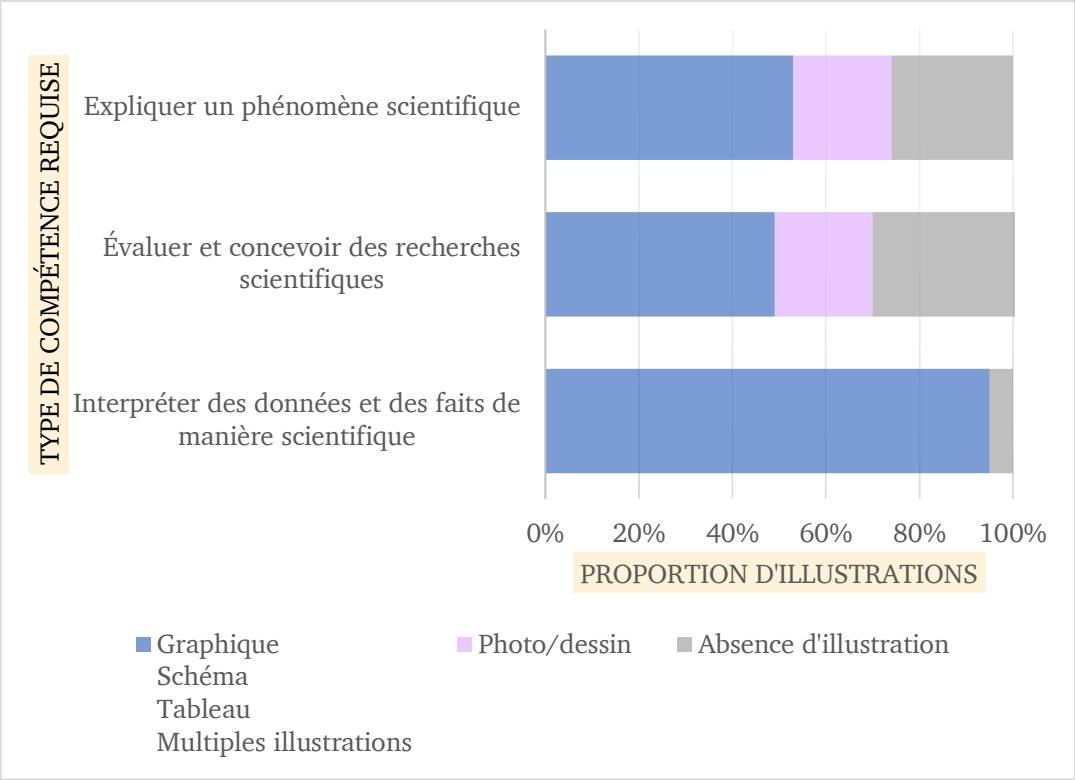


Figure 16. Répartition du type d'illustrations (graphique, schéma, tableau et multiples illustrations versus photo/dessin) dans les items selon la compétence requise.

Pour cette caractéristique « illustration », nous développons un cadre d'analyse spécifique dans la partie résultats (chapitre 9).

3.2.4 Simulation

Pour rappel, la grande nouveauté de PISA Science 2015 réside dans le fait que la passation du test a été réalisée sur ordinateur. Cela a ainsi permis d'intégrer des simulations au test et ainsi se rapprocher de l'idée d'investigation scientifique. Dans ces simulations, c'est à l'élève de modifier plusieurs paramètres de la situation puis d'enclencher le système afin de simuler ce qui va se passer (Robinson & Schraw, 2008). Un résultat est donc produit sous l'effet de l'action de l'élève. Ainsworth (2008) a cherché à analyser l'influence que les animations pouvaient avoir sur l'apprentissage. Elle conclut que la majorité des élèves semble davantage motivée à résoudre la tâche du fait de la présence d'animations. Cependant, ces dernières peuvent entraîner une « illusion de compréhension » lorsque les élèves les traitent de manière passive en observant juste la dynamique proposée (Lowe, 2003, cité dans, Ainsworth, 2008, p. 14).

Il nous semblait donc important d'intégrer cette caractéristique à notre analyse *a priori* afin de mieux juger de son impact sur la difficulté de l'item, d'autant plus que les taux de réussite moyens des items PISA science 2015 faisant appel à la simulation sont légèrement plus faibles par rapport aux items sans simulation[32].

3.3 Caractéristiques intrinsèques de l'item- Aspects liés au sens

Les aspects liés au sens de la catégorie de caractéristiques « intrinsèques de l'item » regroupent quatre caractéristiques principales (cf. tableau 7) : les contextes, la réponse dans l'item, la dépendance aux ressources, le lien question-illustration. Nous avons trois sous-caractéristiques, deux issues du croisement entre la dépendance et les contextes et la dernière déclinant la présence d'un lien question-illustration selon sa nature (explicite ou implicite). Cette catégorie est donc relative aux caractéristiques de l'item qui entrent en jeu pour la compréhension de la situation présentée en lien avec la question posée.

[32] Taux de réussite moyen aux items PISA science 2015 pour les items faisant appel à la simulation : 0,4867
Taux de réussite moyen aux items PISA science 2015 pour les items sans simulation : 0,4972.

Tableau 7. Caractéristiques et sous-caractéristiques relatives aux aspects liés au sens.

Catégorie	Caractéristique *Sous-caractéristique*
Caractéristiques intrinsèques de l'item-Aspects liés au sens	1 Contextes ** 2 Réponse dans l'item 3 Dépendance-Indépendance aux ressources *1 Croisement dépendance aux ressources et contextes* *2 Croisement dépendance aux ressources et contextes selon leur forme (simple ou double)* 4 Lien question-illustration *3 Lien explicite/implicite* *Déclinaison de la présence d'un lien question-illustration selon sa nature (explicite ou implicite)*

Note. **Recodage effectué par rapport à celui initialement proposé par PISA Science 2015.

3.3.1 Contextes

Les items PISA Science 2015 sont tous insérés dans un contexte plus ou moins proche de la vie des élèves. Ils font référence à la vie personnelle ou sociale du citoyen puisque l'objectif de PISA est d'évaluer les connaissances scientifiques des élèves de 15 ans, mais également la manière dont ils les mettent en œuvre dans des situations de la vie courante, en référence à la définition de la culture scientifique.

Comme le précise Wijaya, van den Heuvel-Panhuizen, et Doorman, (2015) les items PISA sont d'une part, présentés dans une situation donnée pouvant se rapporter à un contexte réel ou imaginaire et d'autre part, variés en termes de données contextuelles puisqu'ils peuvent contenir des informations relatives à des aspects personnels, scientifiques et publics. PISA Science 2015 distingue trois catégories de contexte : « personnel », « local-national » ou plutôt « mondial » (OCDE, 2016).

La contextualisation des tâches en science consiste à les présenter dans un contexte où la situation exposée fait référence à la vie personnelle ou sociale des élèves. Les effets de l'enseignement contextualisé en chimie ont notamment été étudiés par Ulusoy et Onen (2014) qui ont observé une augmentation des performances des élèves, sur des questions de chimie liées aux expériences quotidiennes. Selon les auteurs, ces meilleures performances découlent d'une motivation plus accrue vis-à-vis de l'apprentissage en contexte de la chimie.

Il semblerait que cette hausse de motivation provoquée chez les élèves par les tâches en contexte quotidien soit due au caractère authentique des situations évoquées dans la mesure où celui-ci se rapproche de la réalité du rôle endossé par les scientifiques (Roth & Roychoudhury, 1993).

Toutefois, Le Hebel et al. (2017) semblent indiquer que l'effet du contexte (positif ou négatif) dépend finalement de la représentation que l'élève s'en fait.

Pour rappel, deux niveaux de représentation sont distingués dans le modèle de (Kintsch, 1988, 1998) : la base de texte (idées principales) et le modèle de situation.

Il se trouve que pour bien comprendre la situation décrite dans un énoncé, il faut que les élèves arrivent à accéder à un modèle pertinent de situation (van Dijk et Kintsch, 1983). Ce dernier niveau inclut une connexion avec les connaissances et expériences antérieures. Autrement dit, l'interprétation du contexte par l'élève dépend de ses propres expériences (Boaler, 1993) et de ses connaissances antérieures (Verschaffel et al, 2000, cité dans Vicente & Manchado, 2016).

L'élève peut donc accéder aux idées principales du texte (base du texte) sans pour autant les utiliser de façon appropriée lors de la résolution de problème (Vidal-Abarca et Sanjose, 1998) s'il ne les connecte pas aux expériences personnelles adéquates et aux connaissances requises. C'est de cette façon que l'élève peut activer des représentations qui n'ont aucun rapport avec ce qui est attendu de lui au cours de la résolution du problème (Pollitt et Ahmed, 1999), en particulier chez les élèves les moins performants (Wijaya, van den Heuvel-Panhuizen, Doorman, et Robitzsch, 2014; Le Hebel et al., 2017). Ces derniers sont davantage distraits par le flux d'informations à leur disposition dans le contexte proposé et montrent des difficultés à sélectionner les informations pertinentes pour la résolution de la tâche contrairement aux élèves performants (Le Hebel et al., 2017).

Par ailleurs, Hannus & Hyönä (1999) ont montré que les élèves à capacités intellectuelles basses (mesurées à l'aide des matrices de Raven) ont tendance à prêter moins attention aux informations pertinentes du texte de la tâche scientifique contrairement aux élèves présentant de hautes capacités.

En plus de devoir sélectionner les informations pertinentes de celles qui ne le sont pas, il s'agit aussi parfois pour l'élève, sur certains items, de faire une distinction entre les éléments scientifiques pertinents du contexte et les aspects relevant davantage du quotidien afin de traiter la tâche comme un problème scientifique (Serder et Jakobsson, 2016). Distinguer les informations nécessaires pour répondre à la question peut avoir pour conséquence une potentielle augmentation de la charge cognitive (Milenković et al., 2015; El Masri et al. (2017).

Cela suggère donc qu'on ne peut pas conclure d'un effet uniforme du contexte sur la difficulté des tâches (Boaler, 1993). En effet, même si le contexte semble pouvoir motiver les élèves, il peut aussi poser problème à certains d'entre eux (Dong, 2020) ; c'est pourquoi il est intéressant d'intégrer cette caractéristique à notre étude afin d'envisager plus précisément l'effet de la

contextualisation de la tâche sur les performances des élèves. Ainsi, la classification des items PISA selon trois types de contextes différents ne nous paraissait pas assez précise[33].
C'est pour cette raison que nous l'avons enrichie en proposant, non pas trois mais cinq types de contexte possibles (avec pour certains une combinaison de deux contextes distincts) : Global[34] ; Sociétal ; Global-personnel, Sociétal-Global ; Sociétal-Personnel (cf. tableau 9).

3.3.2 Réponse dans l'item

Certains items PISA Science 2015 contiennent la réponse soit sous forme textuelle par le biais d'une phrase soit sous forme visuelle via différents symboles présents dans les illustrations qui peuvent indiquer aux élèves où se trouve la réponse. Il faut également noter que les items pour lesquels la réponse est présente au sein des ressources (textes, illustrations) sont majoritairement proposés selon un format à choix multiples. Néanmoins, un seul item au format de réponse ouverte est concerné par cette caractéristique de « réponse dans l'item ».

Certaines recherches comme celle de Cerdán et al. (2009) montrent que les processus de compréhension ne vont pas être sollicités avec la même efficience selon que les questions proposées soient de niveau : haut (réponse non explicitée dans le texte) ou bas (réponse explicitée dans le texte et qui peut être recopiée pour répondre à la question). En effet, comme les auteurs le prédisaient, les étudiant·e·s universitaires[35] de l'étude parviennent mieux à répondre à des questions sur des sujets en sciences lorsqu'elles sont de bas niveau. Néanmoins, celles-ci ne favorisent pas leur compréhension profonde de la tâche étant donné la simplicité des processus activés. À l'inverse, les questions de haut niveau permettent aux élèves d'accéder à une compréhension plus approfondie de la situation étant donné la complexité des processus mentaux engagés.

Les résultats PISA science 2015 montrent des taux de réussite moyens plus élevés pour les items contenant la réponse (0,6864) que pour les items ne la contenant pas (0,4828).

---

[33] Classification proposée par PISA Science 2015 pour les contextes : contextes personnels ; contextes locaux/nationaux ; contextes mondiaux.
[34] Taux de réussite moyen aux items PISA science 2015 pour les items relevant d'un contexte :
- global : 0,5408
- sociétal : 0,5197
- global-personnel : 0,4934
- sociétal-global : 0,4906
- sociétal-personnel : 0,4763.

[35] Ces étudiant·e·s suivent un cursus de psychologie et de psychologie de l'éducation.

On peut faire l'hypothèse qu'un item qui contiendrait la réponse sera moins coûteux à traiter pour les élèves au moment de donner la réponse.
Néanmoins cela interroge sur la pertinence de la représentation mentale mise en jeu dans la situation ou de la question lors de la résolution de la tâche.

3.3.3 Dépendance-indépendance aux ressources

Les ressources renvoient à la notion utilisée par Ahmed et Pollitt (1999) pour désigner les éléments rattachés à la question comme le texte et les différentes illustrations qui l'accompagnent. Selon eux, l'utilisation des ressources intervient au même moment que la recherche des connaissances sur le sujet, juste avant de réaliser une correspondance entre la représentation de la question et la connaissance du sujet.

Bien que tous les items PISA Science 2015 soient inclus dans un contexte riche en ressources disponibles avec texte(s) et illustration(s), il n'est parfois pas nécessaire de faire appel à ces ressources pour construire une réponse correcte à l'item, en particulier pour les items qui requièrent une application de connaissances. En effet, pour les items relevant de la sous-compétence « se remémorer les connaissances scientifiques appropriées et les appliquer » (incluse dans la compétence majeure « Expliquer des phénomènes de manière scientifique »), les élèves doivent avoir davantage recours à leurs ressources dites internes c'est-à-dire aux connaissances dans le domaine scientifique acquises jusqu'à présent.

Ainsi, nous avons distingué les items dont le traitement des ressources est indispensable pour l'élaboration d'une réponse (items dépendants aux ressources) de ceux dont les ressources ne sont pas nécessaires pour répondre correctement (items indépendants aux ressources), ces derniers faisant appel pour la plupart à des connaissances de contenu (84%).

De plus, pour les items « indépendants aux ressources » nous supposons que le contexte est davantage mis au second plan par les élèves, contrairement aux « items dépendants » aux ressources. Cela nous a donc amenés à compléter notre catégorisation avec deux sous-caractéristiques :

Sous-caractéristique : Croisement de la dépendance aux ressources avec les contextes

Cette sous-caractéristique résulte du croisement de la caractéristique « dépendance-indépendance aux ressources » et de celle des « contextes » (Global, Sociétal, Global-personnel, Sociétal-Global, Sociétal-Personnel). Nous souhaitons comparer l'impact du type de contexte présent dans les items « dépendants aux ressources » sur les performances des élèves par rapport à ceux dont le contexte est au « second plan » (items indépendants aux ressources).

Sous-caractéristique : Croisement de la dépendance aux ressources et des contextes selon leur forme : simple ou double

Cette sous-caractéristique résulte du croisement de la caractéristique « dépendance-indépendance aux ressources » et de celle des « contextes » selon leur forme « simple ou double ». Dans les cinq types de contexte Global, Sociétal, Global-personnel, Sociétal-Global, Sociétal-Personnel, les deux premiers sont considérés comme simples tandis que les trois autres comme doubles. Nous souhaitons comparer le contexte simple ou double des items « dépendants aux ressources » à ceux dont le contexte est au « second plan » (items indépendants aux ressources).

3.3.4 Présence d'un lien entre la question et l'illustration

Plus des 3/4 des 183 items PISA Science 2015 contiennent une illustration (e.g. graphique, photo-dessin, schéma, tableau, multiples illustrations). Cependant le lien entre la question et l'illustration n'est pas toujours existant.

En effet, certaines illustrations, considérées comme représentatives, font seulement écho à une partie du texte (Choplin et al., 2001; Carney & Levin, 2002). Par exemple dans PISA science, les illustrations contenues dans les items peuvent renvoyer, mais pas de manière systématique, à des éléments évoqués dans le texte introductif de l'unité[36] PISA et/ou de la question de l'item. Autrement dit, dans PISA Science 2015, l'illustration n'est pas systématiquement utile pour donner une réponse à la question.

Le lien entre la question et l'illustration n'est pas à confondre avec la catégorie précédente « dépendance de la question aux ressources disponibles ». En effet, dans notre codage des items « dépendants aux ressources », nous considérons le texte et l'illustration comme un tout alors que dans le « lien question-illustration » nous les considérons comme deux entités différentes. Autrement dit, le codage de cette caractéristique est basé seulement sur l'utilité ou non de l'illustration pour répondre à la question.

La caractéristique « lien question-illustration » nous permet ainsi de prendre en compte le rôle joué plus spécifiquement par l'illustration (indépendamment du texte) dans le processus de réponse à la question.

[36] Rappelons que les items PISA science sont organisés en unités. Chaque unité comprend un texte introductif plus ou moins long, pouvant contenir ou pas une ou plusieurs illustrations, suivi de plusieurs items (de deux à cinq) dans lesquels sont posés les questions.

Sous-caractéristique : Déclinaison de la présence d'un lien question-illustration selon la nature du lien (explicite ou implicite)

Néanmoins, malgré la présence d'un lien entre la question et l'illustration, celui-ci peut être parfois explicitement donné au cours d'une instruction écrite dans l'item ou bien devoir être déduit par l'élève (implicitement). Nous supposons que des indices donnés dans le texte en rapport avec les illustrations permettent de guider les élèves sur la façon d'associer les deux sources d'informations et leur indiquent également le moment propice au traitement des illustrations (Slough et al., 2010).

Il nous semble donc important de spécifier l'effet de cette différence d'explicitation des consignes sur la profondeur du traitement réalisé par les élèves sur les illustrations et son influence sur leurs performances. Nous avons donc complété notre catégorisation avec la sous-caractéristique « Lien question-illustration explicite ou implicite ». Elle résulte de la déclinaison de la caractéristique « Lien question-illustration » (lien existant) selon sa forme « explicite ou implicite ».

3.4 Caractéristiques liées aux raisonnements et stratégies de réponse des élèves

Un comportement adapté face à la tâche peut être entravé à cause des caractéristiques formelles de l'item, qui peuvent le rendre plus ou moins difficile, mais également à cause de la procédure adoptée durant la résolution de la tâche par l'élève. Ce choix dépend de sa façon de traiter l'information, ses représentations de la question et de la situation, puis des processus et des stratégies qu'il convoque (Vianin, 2009).
En fonction de la procédure que l'élève met en place, celle-ci peut l'amener vers la direction souhaitée tandis que parfois elle peut le diriger vers un autre but de la question.

Les caractéristiques liées aux raisonnements et stratégies de réponses des élèves regroupent quatre caractéristiques principales (cf. tableau 8) : la complexité cognitive, le matching, la projection et le niveau de référence à la vie quotidienne. Certaines de ces caractéristiques principales ont été complétées par des sous-caractéristiques. Nous avons décliné la présence de matching selon son effet (aidant ou invalidant) et la présence de projection selon le type et la forme (directe ou indirecte).

Ces caractéristiques sont très différentes du point de vue de la spécificité des raisonnements ou stratégies de réponses. Alors que la complexité cognitive comme nous le présentons ci-dessous incorpore l'ensemble de la construction de la réponse, les autres sont spécifiques d'une stratégie (le matching) ou d'un lien avec le contexte ou la question (projection et niveau de référence à la

vie quotidienne). Le choix de ces caractéristiques, qui ne sont pas spécifiques des sciences, mais générales, est orienté par notre but de discriminer des caractéristiques de questions selon le niveau socio-économique et culturel et la performance.

Nous avons choisi d'exemplifier plus largement ces caractéristiques liées aux raisonnements et stratégies de réponse des élèves car elles sont moins couramment étudiées dans la littérature comme source potentielle de difficulté de questions de sciences. Il nous semblait donc primordial de les illustrer davantage grâce à des questions issues de sources diverses (évaluations internationales, manuels scolaires, etc.)

Par le biais de ces différentes sources d'exemples, nous souhaitons également montrer que notre modèle peut être appliqué dans différents contextes, par exemple, pour un exercice issu d'un manuel scolaire, ou pour différents supports d'évaluations, etc.

Tableau 8. Caractéristiques et sous-caractéristiques liées aux raisonnements et stratégies de réponses des élèves.

Catégorie	Caractéristique *Sous-caractéristique*
Caractéristiques liées aux raisonnements et stratégies de réponse des élèves	1 Complexité cognitive (DOK)** 2 Matching *1 Matching aidant/invalidant* *Déclinaison de la présence de matching dans l'item selon son effet (aidant ou invalidant)* 3 Projection *2 Type de projection* *Déclinaison de la projection présente dans l'item selon le type de projection* *3 Projection directe/indirecte* *Déclinaison de la projection présente dans l'item selon sa forme (directe ou indirecte)* 4 Niveau de référence à la vie quotidienne

Note. **Recodage effectué par rapport à celui initialement proposé par PISA Science 2015.

3.4.1 Complexité cognitive

On peut dire que la complexité cognitive est estimée *a priori* dans PISA science 2015 et plusieurs taxonomies ou échelles ont déjà été proposées (e.g. Bloom, 1956 et sa version revisitée par Anderson, & Krathwohl, 2001 ; Marzano & Kendall, 2007 ; Ford & Wargo, 2012).

Ahmed & Pollitt (1999), par exemple, ont développé une échelle à 4 dimensions afin de mesurer les exigences cognitives d'une tâche : complexité, abstraction, ressources et stratégie (échelle CRAS). La complexité cognitive de la tâche s'estime alors par rapport au nombre d'opérations cognitives à effectuer lors de sa résolution.

Webb (1997, 2007) propose une échelle de complexité cognitive à 4 niveaux appelée Depth of Knowledge (DOK) afin d'analyser les exigences cognitives attendues dans le cadre d'évaluations. Les deux premiers niveaux de l'échelle sont relativement peu coûteux en termes d'exigences cognitives : on passe d'un simple rappel d'un élément de connaissance ou de procédure simple (niveau 1) à la compréhension en profondeur d'un seul concept (niveau 2). Pour les deux autres niveaux, les exigences cognitives requises sont plus poussées puisque le niveau 3 (réflexion stratégique) nécessite une compréhension approfondie, avec la planification, l'utilisation de preuves et un raisonnement cognitif plus exigeant. Au niveau 4 (réflexion approfondie), les élèves sont censés établir des liens, relier des idées dans le contenu ou entre domaines de contenu connexes et doivent choisir ou concevoir une approche parmi de nombreuses alternatives à la façon dont la situation peut être résolue.

Dans leur analyse secondaire des items PISA science 2006, Le Hebel et al. (2017) ont montré qu'un item PISA science de DOK élevé est souvent associé à un fort niveau de difficulté pour les élèves (score de réussite faible), alors qu'un item de DOK faible ou moyen peut avoir des niveaux de difficulté variés. En d'autres termes, les items difficiles (auxquels les élèves ont obtenu des scores faibles) ne relèvent pas forcément d'une complexité cognitive élevée, à l'inverse un niveau de complexité élevé implique leur difficulté.

Pour notre recherche, nous nous sommes basés uniquement sur l'échelle « Depth of Knowledge » (DOK) élaborée par Webb (2007). Nous avons privilégié cette échelle par rapport aux autres car elle a été spécifiquement créée pour estimer la complexité cognitive des items lorsqu'ils sont proposés aux élèves dans des situations d'évaluation des sciences. Elle nous paraît donc adéquate dans le cadre de PISA qui est justement un test évaluatif.

De plus, cette échelle permet de rendre compte de la profondeur des réflexions dont les élèves doivent faire preuve durant la tâche de résolution. Cette indication est primordiale pour nous permettre d'envisager le raisonnement dans lequel l'élève va devoir s'engager afin de réaliser la tâche.

Dans leur analyse secondaire des items PISA science 2006, Le Hebel et al. (2017) ayant montré que statistiquement le DOK (Depth of Knowledge) exerçait une influence sur le niveau de difficulté de l'item, nous décidons d'intégrer cette caractéristique à notre modèle de difficulté à l'item afin d'apporter des données supplémentaires quant à son impact sur les performances selon les différents groupes d'élèves de l'échantillon français 2015.

Un des items libérés PISA Science 2015 nommé « Étude des versants d'une vallée » (question 2/2) (cf. annexe 5) est un exemple approprié d'illustration d'une complexité cognitive élevée.

Cet item présente tout d'abord un schéma représentant deux versants d'une vallée sur lesquels sont placés des capteurs de rayonnement solaire, d'humidité du sol et de précipitations. Un tableau rassemble les moyennes des mesures relevées sur les différents capteurs et leurs incertitudes. Deux élèves ne sont pas d'accord sur la raison pour laquelle il y a une différence d'humidité du sol entre les deux versants. Le premier l'explique en indiquant une différence de rayonnement solaire entre les deux versants, et le deuxième justifie sa réponse par l'absence de différence en termes de précipitations. À partir des données disponibles, l'élève doit choisir celui qui a raison.

Pour répondre à cet item, l'élève doit prendre en compte un certain nombre de données de format divers ; un schéma puis un tableau. L'élève doit entreprendre une lecture des données du tableau impliquant une comparaison de résultats de nature différente et des incertitudes associées. Ainsi, cet item nécessite de prendre en compte plusieurs variables et d'établir des liens entre elles.

Tous ces éléments renvoient au niveau 4 de l'échelle de DOK de Webb (2007) selon notre codage, correspondant également au dernier niveau de complexité cognitive de la catégorisation proposée par PISA.

3.4.2 Stratégie de Matching ou « correspondance de mots »

Lorsque les élèves ne comprennent pas une question ou ne connaissent pas la réponse, ils peuvent avoir recours à diverses stratégies pour, malgré tout, tenter de donner une réponse (Dempster & Reddy, 2007). En particulier, les élèves ont recours à une stratégie qui consiste à rechercher des termes communs dans la question et dans les réponses proposées (Dempster, 2006), cela leur permet de sélectionner une des réponses proposées dans le choix multiple en optant pour celle qui évoque un terme également contenu dans la question (Dempster, 2007).

Sous-caractéristique : Déclinaison de la présence de matching selon son effet : aidant ou invalidant

Cette stratégie nommée « matching » ou correspondance de mots s'observe effectivement plutôt dans les items à choix multiples et peut s'avérer soit aidante dans le sens où elle permettra à l'élève de sélectionner la bonne réponse, soit invalidante lorsqu'elle amène l'élève à choisir une réponse erronée (Le Hebel et al., 2016). Nous avons donc créé la sous-caractéristique « matching aidant ou invalidant ». Elle résulte d'une déclinaison de la caractéristique « Stratégie du matching » (présence de cette stratégie) selon son effet « aidant ou invalidant ».

Il semblerait que le caractère invalidant de cette stratégie soit en lien avec le niveau de compréhension des élèves comme nous l'avons montré dans le chapitre 2.

Pour rappel, les élèves d'un niveau plus bas de compréhension auraient tendance à prêter davantage attention aux indices trompeurs dans l'item et à utiliser moins de stratégies cognitives et métacognitives profondes (Cerdán et al., 2011b; Dermitzaki et al., 2008). Cela indique leur plus grande disposition à utiliser une stratégie de matching non adéquate. Dans le cadre d'études de cas d'élèves filmés lors de la construction de leurs réponses à des items PISA science, Le Hebel et al. (2016) ont identifié l'utilisation de cette stratégie chez les élèves en difficulté.

La stratégie de matching de mots[37] peut correspondre en plusieurs points à celle de la stratégie de recherche de mots clés, identifiée lors de la résolution de problème de mots[38] en mathématiques. Malgré la rapidité d'exécution d'une telle stratégie, encouragée parfois par les enseignant·e·s (Karp et al., 2019), la garantie d'une réponse correcte par cette stratégie de mots-clés est bien trop variable (Powell et al., 2022) comme l'avaient déjà identifié des recherches antérieures (e.g. Clement & Bernhard, 2005). De ce fait, ces auteurs incitent les enseignant·e·s à faire preuve de plus d'étayage auprès des élèves en privilégiant notamment l'utilisation de stratégies métacognitives pour favoriser leur compréhension profonde des problèmes de mots.

Le matching est donc intégré à notre modèle de difficulté de la question (cf. tableau 9). Cela peut apporter une difficulté supplémentaire à l'item puisque certains mots présents à la fois dans l'énoncé de l'item et dans les choix de réponse peuvent activer la mise en place de cette stratégie chez les élèves.

De plus, elle semble être utilisée de manière différente en fonction des élèves et peut donc avoir des répercussions différentes d'un groupe à l'autre sur leurs performances.

La dernière évaluation de TIMSS en 2019, qui consiste à contrôler les connaissances d'élèves de 4ème (grade 8) en sciences de la vie et de la Terre, contient un item pouvant présenter un matching invalidant. Cet item (cf. annexe 6) porte sur le cycle de l'eau dans l'écosystème d'une forêt et est composé d'un schéma représentant la rive d'un lac bordée par une forêt sur laquelle tombe de la pluie en provenance d'un ciel nuageux. On trouve également des flèches à la cime des arbres pointées vers le haut et d'autres vers le bas en dessous du ciel nuageux. Il est alors demandé aux élèves de répondre à la question suivante : « Quel processus du cycle de l'eau est présenté par les flèches qui pointent vers le haut ? ».

[37] La stratégie de matching de mots consiste à faire correspondre un mot, le plus souvent dans l'énoncé de la question, avec le même mot présent dans l'une des réponses et de choisir cette réponse par le simple fait de la présence de ce mot.

[38] Verschaffel et al. (2000) définissent les problèmes de mots comme *« des descriptions textuelles de situations supposées être compréhensibles pour le lecteur, dans lesquelles des questions mathématiques peuvent être contextualisées »* (p. ix).

L'énoncé de l'item explique qu'« une certaine quantité **d'eau** de pluie est **absorbée** par les arbres à partir du sol » et la première réponse du choix multiple commence par « **l'absorption de l'eau** par les racines des arbres ». On observe que 25,5% des élèves ont choisi cette réponse A. Nous faisons l'hypothèse qu'une certaine partie des élèves s'est laissée influencer par cette correspondance de mots entre la question et la réponse, les conduisant à une réponse incorrecte (matching invalidant), la bonne réponse étant le choix C « l'évaporation de l'eau des feuilles des arbres dans l'air ».

3.4.3 Projection (présence ou non dans l'item)

Notre analyse des énoncés met en évidence que la situation dans plusieurs items est rédigée de telle sorte qu'elle peut inciter les élèves à se projeter dans une communauté plus ou moins proche d'eux-mêmes pour comprendre la situation présentée dans l'item et élaborer leur réponse. Nous supposons que la réponse est plus atteignable si l'élève réalise la projection suscitée par le contexte de l'item.

La projection peut être différente d'un item à l'autre, c'est pourquoi nous avons proposé deux sous-caractéristiques qui permettent de préciser de quel type est la projection (communauté proche de l'élève, communauté de savoir-faire, c'est à dire projection vers des professions ne représentant pas une autorité scientifique, communauté de savoirs, c'est à dire projection vers des professions représentant une autorité scientifique ou projection double et sa forme (directe ou indirecte).

Ces deux sous-caractéristiques « type de projection » et « projection directe/indirecte » résultent d'une déclinaison de la caractéristique « projection » (présence d'une projection dans l'item) selon le type précis de projection et sa forme.

Sous-caractéristique : Déclinaison de la présence de projection dans l'item selon le type projection

Certains items suggèrent à l'élève de se projeter vers une communauté de savoirs (professions représentant une autorité scientifique) ou bien une communauté de savoir-faire (professions ne représentant pas une autorité scientifique) ou encore une communauté proche de lui-même comme réaliser une projection en tant qu'élève dans une situation donnée. Parfois deux communautés (projection double) peuvent apparaître dans un même contexte et ce sera à l'élève de réaliser la projection attendue pour répondre à la question tout en inhibant l'autre.

Quand on s'intéresse à l'idée de communauté, on note que chacune développe son propre « contrat de communication » (Charaudeau, 1993, cité dans, Rebière, 2013, p.8).

On peut donc émettre l'hypothèse qu'il sera plus facile pour l'élève de comprendre le « contrat de communication » d'une communauté dont il est proche que d'une communauté plus éloignée.
Par exemple, nous l'avons montré précédemment, la communauté scientifique communique via un langage particulier et partagé au sein de celle-ci (Lemke, 1990). Il peut donc être plus difficile pour l'élève d'accéder à ce langage puisque ce n'est pas son langage habituel. Cela requiert pour l'élève de modifier sa position énonciative (Rebière, 2013). En effet, même si l'élève étudie cette discipline à l'école, cela ne consiste pas seulement pour lui, à acquérir des connaissances, il s'agit également d'apprendre à agir-penser-parler d'une manière analogue aux spécialistes de la discipline.

L'élève devra donc dépasser son statut d'élève et ne plus penser selon son propre point de vue mais arriver à une réflexion partagée selon les principes et connaissances véhiculés par la communauté (Rebière, 2013).
Cependant le caractère technique de disciplines comme les sciences expérimentales peut laisser penser qu'elles seraient bien plus complexes que d'autres disciplines. Cela peut semer le doute chez certains élèves et les amener à se demander si cette discipline leur est accessible.

L'expertise des scientifiques leur donne une apparence surhumaine aux yeux de certains. En effet, la science tend à s'éloigner du sens commun pour faire preuve d'une objectivité toujours plus rigoureuse. Tout cela peut créer chez les élèves une perte de confiance en leurs jugements et opinions « ordinaires » (Lemke, 1990). Il pourra donc être plus difficile pour certains de dépasser leur statut d'élève pour se projeter vers une autre communauté et avoir une réflexion en conséquence car l'expertise des scientifiques, synonyme d'objectivité, peut créer une distance avec les élèves qui peut les bloquer (Lemke, 1990).

Sous-caractéristique : Déclinaison de la présence de projection dans l'item selon sa forme (directe ou indirecte)

Un autre élément à noter est que les communautés vers lesquelles l'élève devra se projeter dans des items PISA peuvent être mentionnées explicitement au cours de la question ou bien être évoquées au sein du contexte sans pour autant être convoquées à nouveau durant la question. Dans ce cas, la projection est donnée de manière indirecte dans l'item et représente donc une information implicite. Nous avons donc complété notre catégorisation avec la sous-caractéristique « Projection directe ou indirecte ». Elle résulte de la déclinaison de la caractéristique « Projection » (présence dans l'item) selon sa forme « directe ou indirecte ».

Nous avons choisi d'inclure cette caractéristique « projection » à notre modèle de difficulté à l'item (cf. tableau 9) car, elle est peu étudiée dans la littérature et représente donc une caractéristique innovante. De plus, nous faisons l'hypothèse qu'elle peut être une source de difficulté variable suivant le SESC des élèves.

Les deux items de l'unité libérée de PISA Science 2006 nommée « Cultures génétiquement modifiées » (cf. annexe 7) illustrent bien le cas d'une projection directe vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique. L'introduction de l'unité présente les détails d'une étude scientifique sur les OGM. Le premier item porte sur les facteurs que les scientifiques ont volontairement fait varier dans leur étude. Il s'agit alors pour l'élève de répondre à la question suivante : « Dans l'étude scientifique mentionnée dans l'article, quels sont les facteurs qu'on a volontairement fait varier ? » et de choisir pour deux facteurs proposés si oui ou non c'est le cas. Le deuxième item se base sur une phrase de l'introduction qui dit « on a semé du maïs dans 200 champs à travers le pays » et consiste à demander aux élèves la raison pour laquelle les scientifiques ont utilisé plusieurs sites dans leur étude.

Les deux items incitent donc explicitement l'élève à se projeter vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique, c'est-à-dire se mettre à la place des scientifiques de l'étude pour réfléchir selon une démarche scientifique et comprendre la méthodologie expérimentale.

Nous avons également constaté que cette incitation à se projeter vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique se retrouve dans les manuels scolaires comme l'illustre l'exercice « comprendre le rôle de la pectine chez les plantes » (cf. annexe 8) issu d'un manuel scolaire collaboratif de SVT pour les élèves de seconde. En effet, l'énoncé de cet item révèle que « les chercheurs ont identifié deux mutants, etc. » ce qui encourage les élèves à se mettre à la place des chercheurs qui ont obtenu ces résultats. Toutefois la projection est indirecte car elle n'est pas explicitement réactivée dans la question.

Comme dans le cas de la caractéristique « illustration », nous développons un cadre d'analyse spécifique pour cette caractéristique « projection » dans le chapitre 9.

3.4.4 Référence à la vie quotidienne

Pour rappel, les items PISA sont tous intégrés à des situations de la vie quotidienne ou citoyenne et nous observons que le niveau de référence au quotidien peut varier d'un item à l'autre. Nous proposons donc un codage de ces références au quotidien sur 3 niveaux : faible, modéré, fort. Ce codage est inspiré de la catégorisation de Piel & Schuchart (2014) réalisée à partir des items de l'étude internationale TIMSS. Nous avons alors adapté cette grille aux items PISA.

Comme nous l'avons déjà mentionné, les travaux de Bautier & Rochex (1997) indiquent que les élèves en difficulté n'arrivent pas souvent à discriminer le « moi » de leur expérience quotidienne et celui de l'expérience que l'école leur apporte. Ainsi, il peut être particulièrement

difficile pour ces élèves d'envisager la réponse que l'on attend d'eux, lorsque l'on mêle dans des tâches, le registre de l'opinion fondée sur l'expérience quotidienne à celui des savoirs propres à l'expérience scolaire, comme cela peut être le cas dans les tâches PISA présentées en contexte.

D'ailleurs d'après Boaler (1993) ce qui rend complexe les problèmes en mathématiques intégrés à des contextes de « monde réel » est le fait qu'ils puissent faire écho à la subjectivité et l'expérience des élèves. Toutefois, Vicente & Manchado (2016) montrent que la résolution d'un problème difficile est plus simple s'il est « authentique » (qui décrit une situation ressemblant à la vie quotidienne des élèves) plutôt que s'il est standard, et ce d'autant plus lorsque les élèves ont un haut niveau en mathématiques. Ces élèves bénéficient davantage de l'aide qui peut leur être apportée par les informations de la situation pour résoudre le problème.

Cooper & Dunne (2000) et Lubienski (2000) ont montré, par l'étude du comportement des élèves de classe ouvrière (ou de faible statut socio-économique) face à des items réalistes en mathématiques, que ces derniers activaient davantage des connaissances relevant de leur expérience quotidienne au détriment des connaissances mathématiques, les éloignant ainsi plus fréquemment de la réponse attendue. Bien que ces résultats aient été réitérés par Piel & Schuchart (2014), ils n'ont pas été retrouvés par Schuchart et al. (2015). D'autres recherches complémentaires semblent nécessaires pour clarifier la relation entre l'appartenance à un groupe SESC et la réussite aux items selon leur niveau de référence à la vie quotidienne.

Bien plus récemment, l'analyse des pratiques pédagogiques déclarées par des élèves suédois[39] au questionnaire TIMSS mathématiques sur quatre vagues consécutives (2003, 2007, 2011 et 2015), semble révéler que les pratiques pédagogiques orientées vers la vie quotidienne prédisent négativement la réussite des élèves (sans toutefois de comparaison réalisée selon leur SESC) Eriksson et al. (2019). Autrement dit, les élèves suédois qui ont indiqué recevoir un enseignement mathématique davantage tourné vers leur vie quotidienne ont obtenu des résultats plus faibles à TIMSS. Ceci pose donc question quant à la manière d'intégrer la contextualisation du savoir scientifique au sein de la classe.

Ainsi, nous faisons l'hypothèse que cette référence au quotidien dans les items PISA science 2015 peut être source de difficulté pour certains élèves, en particulier selon leur environnement socio-économique et culturel, les conduisant vers l'élaboration d'une réponse incorrecte.

[39] Les pratiques pédagogiques étaient évaluées, auprès des élèves, au moyen des items suivants : « Nous écoutons le professeur faire une présentation de style cours magistral » ; « Nous relions ce que nous apprenons en mathématiques à notre vie quotidienne. » ; « Nous mémorisons les formules et les procédures ». Ces items renvoient, dans l'ordre, aux pratiques pédagogiques suivantes : « Écouter l'enseignant » ; « Relier les mathématiques à la vie quotidienne » ; « Mémoriser des formules » (Eriksson et al., 2019).

Le troisième item de l'unité libérée PISA Science 2015 nommée « Météorites et cratères » (cf. annexe 9) est un exemple de référence à la vie quotidienne de niveau élevé. Cet item est composé d'une image de météorite et d'un schéma représentant trois cratères de diamètre différent. Dans cet item, il est simplement demandé à l'élève de classer les cratères selon la taille du météoroïde qui les a formés, du plus grand au plus petit. Même si l'observation de cratères de météoroïdes est éloignée de la vie quotidienne des élèves, nous pouvons considérer que la notion de formation d'un trou provoquée par un objet familier (e.g. billes, balles) qui tombe, par exemple dans le sable, est une situation quotidienne que les élèves ont déjà pu vivre durant leur enfance.
L'estimation de la taille d'un objet grâce à la trace laissée à la suite de son impact au sol est donc une situation qui a déjà pu être expérimentée par les élèves, c'est pourquoi nous avons classé cet item comme faisant hautement référence à la vie quotidienne.

4 Synthèse de l'interaction entre les différentes caractéristiques de l'item et l'élève dans le processus de réponse

Ainsi, comme nous avons pu le décrire tout au long de ce chapitre, notre modèle de difficulté est construit comme suit :

- La première catégorie est celle des « contenus en jeu » et répertorie quatre caractéristiques.
- La deuxième concernant les « caractéristiques intrinsèques de l'item » se subdivise en deux sous-catégories : « les aspects formels » et « les aspects liés au sens » comportant l'une et l'autre quatre caractéristiques.
- La troisième et dernière catégorie « stratégies et raisonnements » se compose aussi de quatre caractéristiques. Cela fait un total de 16 caractéristiques principales.

Cela nous a conduits aussi à proposer des sous-caractéristiques pour affiner le pouvoir explicatif de certaines des caractéristiques principales. Ces sous-caractéristiques résultent soit du croisement de deux caractéristiques principales soit de la déclinaison d'une caractéristique principale.

Le tableau 9 présente et donne une description de l'ensemble des caractéristiques prises en compte dans notre modèle de difficulté de questions.

La figure 17 représente l'interaction entre les 23 caractéristiques de l'item catégorisées par trois des auteurs de l'article, sur l'ensemble des 183 items Science PISA 2015, et l'élève dans le processus de réponse. L'analyse *a priori* compte 16 caractéristiques principales (dont 7 étaient préétablies par le cadre d'évaluation de PISA Science 2015) et 7 sous-caractéristiques correspondant aux déclinaisons de certaines caractéristiques principales.

Tableau 9. Ensemble des caractéristiques et sous-caractéristiques intégrées à notre modèle de difficulté de questions pour les items PISA science 2015.

Catégorie	Caractéristique *Sous-caractéristique*	Description
Caractéristiques liées aux contenus en jeu dans la tâche	Type de connaissances*	Connaissances associées à la culture scientifique, qui sont en même temps liées et distinctes ; il s'agit des connaissances de contenu, épistémiques et procédurales (terminologie de l'enquête PISA Science 2015).
	Systèmes*	Domaine scientifique majeur évalué dans les questions : Systèmes physiques, systèmes vivants et systèmes de la Terre et de l'Univers.
	Croisement connaissances de contenu et systèmes	Comparaison des connaissances épistémique et procédurale aux systèmes des connaissances de contenu.
	Type de compétences *	Indicateur PISA correspondant à la capacité des élèves de 15 ans d'utiliser leurs connaissances scientifiques pour identifier des problématiques, acquérir de nouvelles connaissances etc. Trois types de compétences sont évaluées : Évaluer des phénomènes de manière scientifique ; Évaluer et concevoir des investigations scientifiques ; Interpréter des données et des faits de manière scientifique.
	Champs d'application*	Champ d'application des questions (Frontières de la science et de la technologie/ Qualité de l'environnement/ Ressources naturelles/ Risques/ Santé et maladies).
Caractéristiques intrinsèques de l'item- Aspects formels	Format de l'item*	Type de réponse aux questions : Choix multiple simple ou complexe et réponse ouverte construite.
	Longueur du texte	Nombre de mots contenus dans chaque tâche (quartile 1 : 44 à 136 mots, quartile 2 : 137 à 195 mots, quartile 3 : 196 à 244 mots et quartile 4 : 247 à 417 mots).

	Type d'Illustration	6 catégories : Sans illustration, graphique, photo/dessin, schéma, tableau et multiples illustrations.
	Simulation	Présence ou non d'une simulation
Caractéristiques intrinsèques de l'item- Aspects liés au sens	Contextes **	Aspects situationnels de la question (global, global-personnel, sociétal, sociétal-global, sociétal-personnel)
	Réponse dans l'item	Présence ou non de la réponse dans l'item dans le texte et/ou l'illustration
	Dépendance-Indépendance aux ressources	Nécessité ou non de faire appel aux ressources contenues dans l'item pour construire une réponse correcte
	Croisement dépendance aux ressources et contextes	Prise en considération des contextes (caractéristique contexte) seulement pour les items dépendants des ressources disponibles
	Croisement dépendance aux ressources et contextes selon leur forme (simple ou double)	Présence d'un seul contexte ou deux contextes dans les items dépendant des ressources disponibles
	Lien question-illustration	Présence ou non d'un lien question-illustration qui renvoie au fait que la réponse à la question dépend des informations contenues dans l'illustration présente dans l'item. À l'inverse l'absence de lien question-illustration correspond au fait que soit aucune illustration n'est présente dans l'item soit que l'illustration représentée dans l'item est peu utile pour le choix de réponse.
	Lien explicite/implicite *Déclinaison de la présence d'un lien question-illustration selon sa nature (explicite ou implicite)*	Référence explicite dans la consigne ou la question à la nécessité d'utiliser l'illustration pour répondre à la question ou cette nécessité peut ne pas être mentionnée alors que l'illustration est utile pour répondre à la question (implicite).
Caractéristiques liées aux	Complexité cognitive (DOK)**	Échelle de complexité cognitive à 4 niveaux : niveau 1 (remémoration), niveau 2 (utilisation de compétences et/ou de connaissances conceptuelles), niveau 3 (réflexion stratégique) et niveau 4 (réflexion étendue)
	Matching	Présence ou non d'une stratégie possible de « matching » (correspondance de mots dans la construction de la réponse) entre l'introduction de l'unité/item, la question et les choix de réponses

raisonnements et stratégies de réponse des élèves	*Matching de mots aidant/invalidant* *Déclinaison de la présence de matching dans l'item selon son effet (aidant ou invalidant)*	Dans le cas où l'item peut potentiellement conduire à une stratégie de « matching », efficacité de la stratégie si elle aide à trouver la bonne réponse (matching aidant) ou bien invalidante si elle incite plutôt l'élève à se diriger vers une réponse erronée (matching invalidant)
	Projection *Type de projection* *Déclinaison de la projection présente dans l'item selon le type de projection* *Projection directe/indirecte* *Déclinaison de la projection présente dans l'item selon sa forme (directe ou indirecte)*	Évocation d'une projection dans l'item ou non Présente dans le contexte de la question, elle incite des élèves à se projeter et à concevoir le point de vue d'une communauté plus ou moins proche de leur propre vie (communauté proche, de savoir-faire, de savoirs -professions représentant une autorité scientifique- ou projection double) Dans le cas d'une évocation d'une projection dans l'item, soit la projection à réaliser est explicitement mentionnée (directe), la projection est implicite dans la question (indirecte)
	Niveau de référence à la vie quotidienne	Échelle pour rendre compte du niveau d'intensité des références au quotidien dans l'item. Plus la référence au quotidien est forte plus l'item offre à l'élève la possibilité d'une part, de se référer à des objets familiers ou à ses expériences personnelles et d'autre part, de se projeter dans la situation de l'item, au travers de sa sensibilité propre.

Note. *Codé par PISA Science 2015 **Recodage effectué par rapport à celui initialement proposé par PISA Science 2015

ITEM		
Caractéristiques liées au contenu en jeu dans la tâche	Caractéristiques intrinsèques de l'item	Caractéristiques liées aux raisonnements et stratégies des élèves
1/ Type de connaissances 2/ Systèmes - *Croisement connaissances de contenu et systèmes* 3/ Type de compétences 4/ Champs d'application	Aspects formels 5/ Format 6/ Longueur du texte 7/ Type d'illustration 8/ Simulation Aspects liés au sens 9/ Contextes 10/ Réponse dans l'item 11/ Dépendance-indépendance aux ressources -*Croisement dépendance aux ressources et contextes* - *Croisement dépendance aux ressources et contextes selon leur forme (simple ou double)* 12/ Lien question-illustration - *Lien explicite/implicite* *Déclinaison de la présence d'un lien question-illustration selon la nature du lien (explicite ou implicite)*	13/ Complexité cognitive (DOK) 14/ Matching - *Matching aidant/invalidant* *Déclinaison de présence de matching selon son effet (aidant ou invalidant)* 15/ Projection -*Type de projection* *Déclinaison de la projection présente dans l'item selon le type de projection* - *Projection directe/indirecte* *Déclinaison de la projection présente dans l'item selon sa forme (directe ou indirecte)* 16/ Niveau de référence à la vie quotidienne

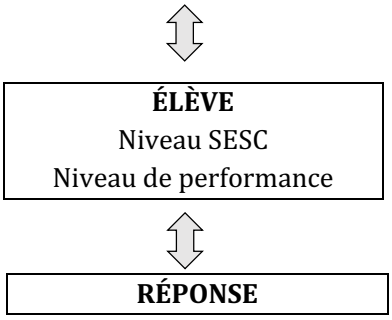


Figure 17. Modèle de difficulté de la question détaillé : Interaction entre les différentes caractéristiques de l'item et l'élève dans le processus de réponse.

5 Mise en application de la catégorisation proposée à partir d'un item PISA science 2015 libéré

Nous proposons à présent d'illustrer notre catégorisation, établie dans l'analyse *a priori*, avec un item PISA Science 2015 libéré. Il s'agit du 2ème item de l'unité intitulée « ferme aquatique durable » (cf. figure 18). Nous allons détailler pour cet item chaque choix établi pour les 16 caractéristiques et 7 sous-caractéristiques (tableau 10).

Ferme aquatique durable
Question 2 / 3

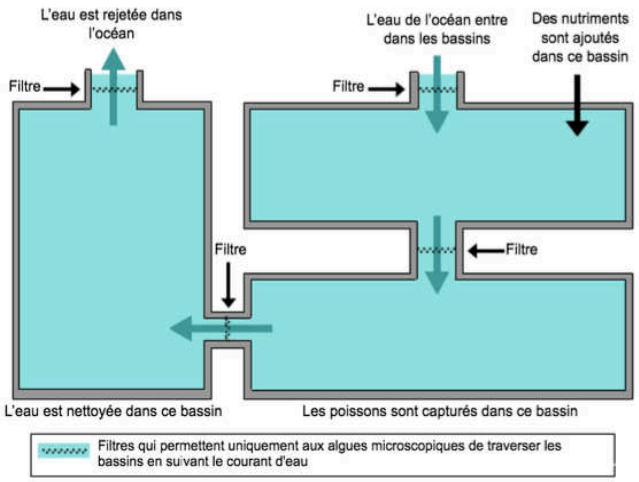
Utilisez les informations ci-dessous. Cliquez sur la réponse de votre choix.

Le schéma montre le plan d'une ferme aquatique expérimentale avec trois grands bassins. De l'eau salée filtrée est pompée dans l'océan avant de passer de bassin en bassin puis d'être finalement rejetée dans l'océan. L'objectif principal de cette ferme est d'élever des soles communes qui seront capturées selon des méthodes de pêche durable.

- Sole commune : le poisson de cet élevage. Sa nourriture préférée est la néréide.

Les organismes suivants sont également utilisés dans cette ferme :

- Algues microscopiques : organismes microscopiques qui ont besoin uniquement de lumière et de nutriments pour se développer.
- Néréides : invertébrés qui se développent très rapidement en se nourrissant d'algues microscopiques.
- Coquillages : organismes qui se nourrissent d'algues microscopiques et de petits organismes présents dans l'eau.
- Herbes des marais : herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau.



Les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments. Pour réduire ce problème, lequel des éléments suivants devra être ajouté en plus grande quantité dans la ferme aquatique ?

- ❍ Nutriments
- ❍ Néréides
- ❍ Coquillages
- ❍ Herbes des marais

Figure 18. Exemple d'un item PISA Science 2015 libéré "ferme aquatique durable" (OCDE, 2016).

Cet item libéré débute par une page d'introduction générale qui présente la raison pour laquelle la création d'une ferme aquatique durable est nécessaire et les défis que pose celle-ci. L'introduction se termine par une phrase potentiellement importante pour répondre à l'item ci-dessus : « Les déchets et l'excès de nutriments (la nourriture dont les algues et les plantes ont besoin pour leur croissance) sont éliminés de l'eau avant qu'elle ne retourne dans l'océan ».

Cet item, se caractérise par plusieurs éléments (tableau 10) notamment par les différents contenus mis en jeu au sein de celui-ci.

On peut ainsi voir que la connaissance évaluée est de type « contenu » et fait référence au domaine des « systèmes vivants » avec pour sujet spécifique la qualité de l'environnement. La compétence requise pour cet item est « Interpréter des données et des faits de manière scientifique ».

Concernant les caractéristiques intrinsèques de l'item, en termes d'aspects formels, c'est un item à choix multiple simple puisqu'il requiert la sélection d'une seule réponse mais il comporte un texte à lire relativement long (238 mots, quartile 3) et un schéma à comprendre. On peut voir, en termes d'aspects davantage liés au sens, que l'item présente un lien avec l'illustration car certaines informations renseignées (e.g. la légende « l'eau est nettoyée dans ce bassin » sous le dernier bassin, au sein duquel les herbes de marais sont censées se trouver) dans le schéma peuvent être utiles pour répondre. Toutefois ce lien est implicite puisqu'à aucun moment il n'est précisé qu'il est utile de se référer à l'illustration pour répondre à la question.

La réponse attendue par PISA pour cet item est la réponse 4 « herbes des marais » et on peut voir que la réponse est textuellement donnée dans l'item, car les herbes des marais sont définies comme des « herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau » (cf. figure 18). Cette information utile pour répondre rend cet item dépendant aux ressources disponibles. Le contexte est à la fois sociétal et global car le problème de l'item présente des aspects sociétaux et dans une plus large mesure, environnementaux.

En termes de raisonnements et de stratégies de réponse, cet item présente, selon nous, un DOK de niveau 2[40] bien que la réponse soit intégrée dans l'item, il ne suffit pas de rappeler ou reconnaître une définition pour répondre. Il est d'abord nécessaire pour l'élève de se remémorer ses réponses à l'item précédent (où il s'agissait de placer chaque organisme dans le bon bassin) pour identifier la relation entretenue par les différents organismes et leur rôle dans la ferme aquatique durable. Il faut ensuite comparer les organismes (proposés dans le choix de réponse) pour déterminer celui qui est le plus approprié pour résoudre le problème. Cet item nécessite donc un processus cognitif en plusieurs étapes avant de pouvoir y répondre.

La formulation du problème implique de la part de l'élève de se projeter vers une communauté de savoir c'est-à-dire vers une profession représentant une autorité scientifique ou plus exactement dans cet item en essayant d'adopter la posture de chercheur. On peut observer qu'un matching est possible et que celui-ci peut conduire l'élève vers une réponse erronée.

[40] L'item 2 de « ferme aquatique durable » a été classé en DOK de niveau faible par PISA Science 2015 sur une échelle à trois niveaux (faible-moyen-fort). Nous avons recodé cet item à un niveau 2 de DOK sur l'échelle à quatre niveaux de Webb (2007).

En effet le terme « nutriments » est utilisé dans le libellé de l'item et correspond également au premier choix de réponse proposé. Le niveau de référence à la vie quotidienne est plutôt faible dans cet item en comparaison aux 183 autres items.

L'échantillon d'élèves français de 15 ans à avoir passé l'enquête en 2015 a obtenu un taux de réussite de 72%, ce qui correspond à un niveau de performance relativement élevé. Toutefois, si l'on s'intéresse maintenant aux résultats obtenus à cet l'item en fonction du SESC, on se rend compte que l'écart de performances entre les élèves les plus défavorisés (SESC1) et les plus favorisés (SESC4) est l'un des plus importants de l'échantillon des élèves français avec un écart de 27 points.[41]

On peut ainsi se rendre compte qu'il n'est pas facile de prime abord d'identifier quelles caractéristiques ont pu rendre cet item difficile pour certains élèves, plus que pour d'autres. Un modèle de difficulté de questions prend donc tout son sens pour tenter par exemple de comprendre quel élément ou combinaison d'éléments présents dans l'item a pu augmenter sa difficulté.

Tableau 10. Caractéristiques du 2ème item de l'unité « ferme aquatique durable » (PISA science 2015).

Catégorie	Caractéristique et *sous-caractéristique*	Type de caractéristique et sous-caractéristique Item 2 « Ferme aquatique durable »
Caractéristiques liées aux contenus en jeu dans la tâche	Type de connaissances	De contenu
	Systèmes	Systèmes vivants
	Croisement connaissances de contenu et système	Systèmes vivants des connaissances de contenu
	Type de compétences	Interpréter des données et des faits de manière scientifique
	Champs d'application	Qualité de l'environnement
Caractéristiques intrinsèques de l'item- Aspects formels	Format	Choix multiple simple
	Longueur du texte (nombre de mots)	238 (quartile 3= texte relativement long)
	Type d'illustration	Schéma
	Simulation	Absence de simulation
Caractéristiques intrinsèques de l'item-	Contextes	Sociétal/Global
	Réponse dans l'item	Présence de la réponse dans le texte (cf. figure 18)
	Dépendance ou Indépendance aux ressources	Dépendance aux ressources disponibles

[41] Nous nous sommes concentrés sur les groupes extrêmes de l'échantillon afin d'observer le plus de différences possibles. En effet, les deux groupes contigus contrastent moins et les écarts sont ainsi potentiellement moins significatifs.

Aspects liés au sens	*Croisement dépendance aux ressources et contexte*	Sociétal/Global
	Dépendance aux ressources et contexte selon sa forme (simple ou double)	Double
	Lien question-illustration	Présence d'un lien question-illustration
	Lien explicite ou implicite	*Lien implicite*
Caractéristiques liées aux raisonnements et stratégies de réponse des élèves	Complexité cognitive (DOK)	Niveau 2
	Matching	Matching présent
	Matching aidant ou invalidant	Matching invalidant
	Projection	Présence d'une projection
	Type de Projection	*Projection vers une communauté de savoirs (c'est-à-dire une projection vers une profession représentant une autorité scientifique)*
	Projection directe ou indirecte	*Projection directe*
	Niveau de référence à la vie quotidienne	Référence à la vie quotidienne faible

6 Anticipation des difficultés des élèves par les enseignant·e·s et les concepteurs de test

Dans le domaine de l'évaluation, la compréhension de ce qui rend une question difficile pour les élèves est cruciale autant pour les enseignant·e·s que pour les concepteurs d'évaluations de tests (El Masri, Ferrara, Foltz, et Baird, 2017). Différentes études ont montré que les enseignant·e·s peuvent majoritairement anticiper le succès ou l'échec, en d'autres termes la performance de leurs élèves sur un contenu défini (Maurice, 1996 ; Südkamp et al., 2012; Fakcharoenphol et al., 2015). En revanche, les prédictions des enseignant·e·s sont nettement moins bonnes sur la façon dont les élèves résolvent les questions. Par exemple, l'étude de Le Hebel et al. (2019) porte sur la capacité des enseignant·e·s de sciences (Physique/Chimie ; SVT) et de technologie en France à prédire les difficultés rencontrées par les élèves moyennement à faiblement performants, lors de la résolution de tâches de sciences, en prenant le cas des items PISA science 2006. Les résultats montrent que même si les enseignant·e·s font preuve d'une bonne capacité à prédire les niveaux de difficulté des items pour les élèves moyennement à faiblement performants, ils ne peuvent prédire la façon dont les élèves résolvent les questions et n'identifient pas certains éléments essentiels des difficultés rencontrées par les élèves lors de la résolution de ces items (Le Hebel et al., 2019).

À partir d'un échantillon d'élèves chinois, l'étude de Xu et al. (2020) rapporte des résultats similaires indiquant que les enseignant·e·s ont tendance à sous-estimer les difficultés de leurs élèves, car leurs prédictions ne s'alignent pas vraiment avec la pensée mathématique réelle des élèves durant l'activité de résolution de problèmes.

7 Questions de recherche et hypothèses

Ce modèle de difficulté s'appuie sur des études antérieures de domaines de recherche variés mettant en évidence la multiplicité de l'origine des difficultés possibles des élèves lorsqu'ils construisent leurs réponses à des questions d'évaluation.

Lors de l'élaboration de notre modèle, nous avons défini des caractéristiques des items pouvant présenter des difficultés aux élèves possiblement spécifiques de leur milieu socio-économique et culturel et/ou de leur niveau de performance.

7.1 Questions de recherche

Dans un premier temps, nous cherchons à déterminer **l'influence des caractéristiques** de notre modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique sur l'**écart de réussite** selon le SESC et/ou le niveau de performance des élèves.

Dans un second temps, nous cherchons à cibler plus précisément les caractéristiques de notre modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique qui font **varier la compréhension et la réalisation d'une tâche en sciences** selon le SESC et/ou le niveau de performance des élèves.

Certaines études antérieures ont consisté en l'observation et l'analyse des comportements verbaux et non verbaux de binômes d'élèves de niveaux de performance scolaire différents lorsqu'ils résolvent des items PISA Science 2006 (Le Hebel et al., 2012, 2014, 2016). Ces études ont permis d'inférer les stratégies de réponse des élèves et de constater que celles-ci sont différentes selon leur niveau de performance scolaire. Les élèves performants montrent une variété de capacités qui leur permet de diversifier leurs analyses et leurs stratégies de réponses pour discuter et répondre aux questions aboutissant en général à une réponse juste. À l'inverse, les élèves en difficulté construisent des représentations mentales instables de la situation proposée dans l'item et du but de la question, et un rapport au savoir plus faible. En effet, ils sont souvent limités à des stratégies peu ancrées sur le savoir comme la « recherche de mots similaires dans le texte introductif, la question ou les réponses proposées dans le cas d'un format de question à choix multiple » (matching), ou la « paraphrase dans le cas d'un format de questions à réponse ouverte », voire le « hasard ».

7.2 Hypothèses de recherche

Cela nous conduit à faire l'hypothèse (1) que ce type de résultats devrait se traduire dans l'analyse statistique de notre modèle de difficulté par des caractéristiques discriminantes incluses par exemple dans la catégorie « contenus en jeu dans la tâche » » impliquant, de la part des élèves, une compréhension du savoir différente selon leur niveau de performance.

Une autre hypothèse (2) que nous faisons, en nous basant sur des recherches antérieures, est que les caractéristiques contenues dans la catégorie « stratégie et raisonnement » incluant notamment les caractéristiques « référence à la vie quotidienne » et « projection », probablement très dépendantes du contexte socio-économico-culturel des élèves, seront plus discriminantes selon le SESC des élèves.

Ainsi, nous nous attendons à une conjonction de caractéristiques explicatives de la difficulté d'une tâche de sciences, qui selon nos hypothèses sera différente en termes de nature et de pondération de ces caractéristiques, en fonction du SESC (défavorisé vs favorisé) des élèves et de leur niveau de performance (haut vs bas). Ceci serait notamment lié au fait que certaines caractéristiques soient plus fortement en lien avec le contexte socio-économique et culturel des élèves.

Dans la partie suivante de la thèse, les chapitres dédiés à la présentation des résultats vont nous permettre de vérifier nos hypothèses en deux étapes. Tout d'abord, en testant statistiquement ce modèle de difficulté à partir de l'échantillon représentatif des élèves français à PISA Science 2015, puis plus qualitativement auprès de vingt-sept élèves de différents lycées de la région lyonnaise auxquels nous demandons de résoudre vingt-cinq items sélectionnés parmi ceux de PISA Science 2015.

PARTIE 2. MÉTHODOLOGIE & RÉSULTATS

Sous-partie 2.1. Étude quantitative

Chapitre 4.

Choix méthodologiques spécifiques à l'étude quantitative.

Chapitre 5.

Spécification de l'influence exercée par chacune des caractéristiques principales de notre modèle de difficulté à l'item, sur l'écart de réussite.

Chapitre 6.

Confrontation de l'ensemble des caractéristiques influentes dans les variations des écarts de réussite à travers les différentes comparaisons de groupes.

Sous-partie 2.2. Étude qualitative

Chapitre 7.

Méthodologie spécifique à l'étude qualitative.

Chapitre 8.

Analyse des comportements verbaux et non verbaux des élèves en situation de réalisation de tâches de sciences (items PISA Science 2015).

Chapitre 9.

Analyse des stratégies de réponse des élèves selon une ou des caractéristiques spécifiques à plusieurs items.

Cette 2ème partie intitulée « méthodologie et résultats » est divisée en deux sous-parties. En raison de la particularité de deux méthodes de recueil de données utilisées (quantitative et qualitative), chaque sous-partie débute par un chapitre détaillant nos choix méthodologiques. Ensuite, dans la première sous-partie, nous décrivons les résultats de notre analyse statistique, secondaire à celle de PISA Science 2015, puis dans la deuxième, nous précisons les résultats issus de notre étude qualitative qui font suite à ceux obtenus de manière statistique. Pour finir, nous concluons ces deux sous-parties sur nos résultats principaux.

L'utilisation de **méthodes mixtes**, c'est-à-dire combinant l'utilisation d'une méthode quantitative à une méthode qualitative dans une même étude, se popularise au sein des recherches en sciences humaines (Azorin & Cameron, 2010). Les deux méthodes ont leurs particularités ; si l'analyse quantitative (grande taille d'échantillon) offre l'avantage d'obtenir des résultats généralisables, la méthode qualitative (petite taille d'échantillon) permet quant à elle de produire des données plus détaillées (Baran, 2010 ; Patton, 2002). Ainsi, associer ces deux méthodes *« ajoute de la nuance, crée du sens et de la richesse »* (Pinard et al., 2004, p 74) et donne plus de profondeur aux résultats (Fusch et al., 2018). De surcroît, la combinaison des deux méthodes peut permettre de compenser les limites de chacune d'elles (Kelle, 2006).

Dans notre cas, nous avons eu recours à ces deux méthodes d'une manière bien spécifique dont nous décrivons le déroulement global[42] :

1. Pour l'étude quantitative, nous partons des performances individuelles obtenues par l'échantillon représentatif d'élèves français à PISA Science 2015 pour tester notre modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique des élèves[43] (selon leur SESC et/ou leur niveau de performance).
2. Pour l'étude qualitative, le nombre d'élèves est bien plus restreint et nous a permis de les placer, selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences, en binômes auxquels nous avons proposé une sélection d'items issus des 183 de PISA Science 2015. Nous utilisons aussi plusieurs méthodes de collecte de données (observations des comportements verbaux/non verbaux et entretiens avec enregistrements audio-vidéo pour l'ensemble des données).

Ceci équivaut à de la **triangulation intra-méthode** (Fusch et al., 2018 ; Denzin, 2009), rendue presque obligatoire pour des études qualitatives et qui permet, si ce n'est une validation complète des données, une analyse plus approfondie (Bloor & Wood, 2006).

[42] Un chapitre méthodologique par sous-partie précise davantage le déroulement propre à chaque étude.
[43] Modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique élaboré à partir des 183 items PISA Science 2015.

Ainsi, ces deux études sont donc indépendantes sur certains aspects (échantillon d'élèves et recueil de données distincts, etc.) mais largement dépendantes l'une de l'autre puisque les résultats statistiques nous guident dans l'analyse qualitative qui, à son tour, les affine pour nous permettre des interprétations plus précises (cf. figure 19).

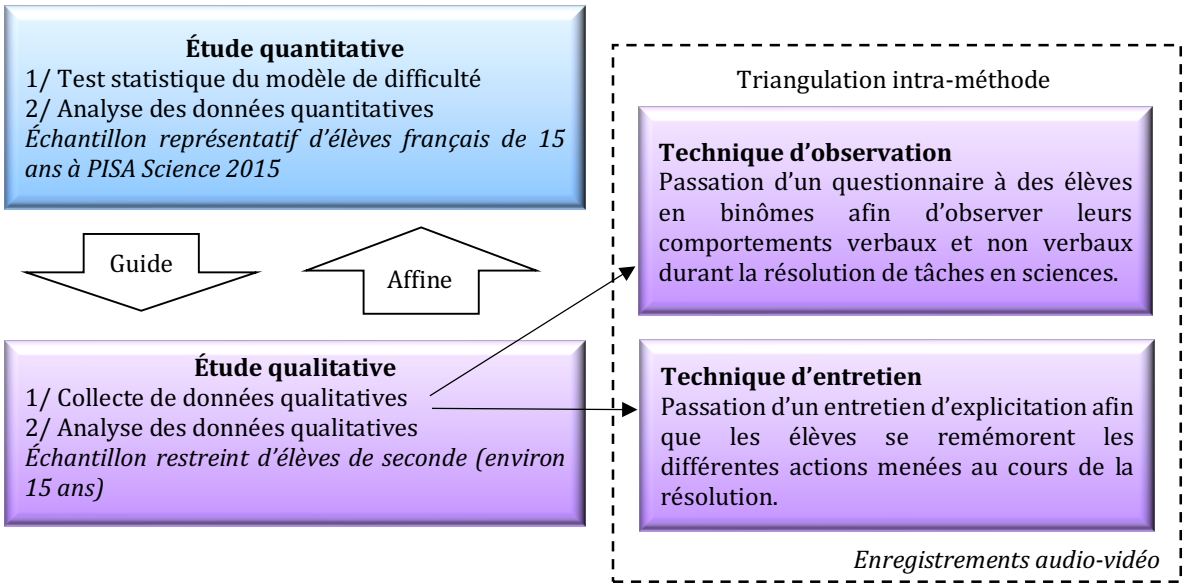


Figure 19. Vue d'ensemble de l'imbrication des deux études (quantitative et qualitative).

La terminologie utilisée pour indiquer le niveau des élèves en sciences n'est pas la même dans l'étude quantitative et qualitative puisque nous exploitons des données différentes. Dans l'analyse statistique, nous nous référons au niveau de performance des élèves, attribué selon les résultats obtenus à PISA Science 2015 alors que dans l'analyse qualitative, nous prenons en compte le niveau scolaire des élèves en sciences, déduit à partir des notes obtenues au cours de l'année scolaire en SVT et physique-chimie puis de leur moyenne générale. Puisque dans cette dernière, nous approfondissons nos résultats issus de l'analyse statistique, nous évoquons tantôt le niveau de performance (en référence aux résultats quantitatifs) et tantôt le niveau scolaire en sciences (en référence aux résultats qualitatifs).

Il en va de même pour le statut socio-économique et culturel qui, dans l'étude quantitative, se base sur l'indice composite SESC employé par PISA alors que dans l'étude qualitative, nous le mesurons au moyen d'un indicateur unique, à savoir la profession des parents. Nous justifions ce choix méthodologique spécifique dans le chapitre prévu à cet effet (cf. chapitre 7).

Sous-partie 2.1. Étude quantitative

Cette sous-partie se consacre exclusivement à notre étude statistique dans laquelle nous testons les différentes caractéristiques que nous avons intégrées à notre modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique des élèves (cf. chapitre 3).

Le but de cette approche quantitative est de chercher à identifier plus spécifiquement quelles caractéristiques ou catégorie de caractéristiques des items PISA Science 2015 (issues de notre analyse *a priori*) peuvent influencer les taux de réussite des différents groupes étudiés et plus particulièrement les écarts de taux de réussite, en fonction du Statut Social Économique et Culturel (SESC) des élèves et de leur niveau de performance à PISA (Score).

Nous débutons cette sous-partie par une présentation de la méthodologie utilisée pour mener cette étude statistique. Nous exposons ensuite nos résultats en deux chapitres. Le premier chapitre consiste à démontrer quelles caractéristiques principales, parmi trois grandes catégories, définies dans notre partie théorique, exercent une influence sur les variations des écarts de réussite et si cela est davantage lié au SESC des élèves et/ou à leur niveau de performance. Dans le deuxième chapitre, nous comparons l'ensemble des caractéristiques en fonction des différents groupes.

Le principal questionnement de cette sous-partie quantitative est le suivant :

Quelle est l'influence des caractéristiques de notre modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique sur l'écart de réussite selon le SESC et/ou le niveau de performance des élèves ?

Chapitre 4.
Choix méthodologiques spécifiques à l'étude quantitative

Compte tenu des spécificités méthodologiques et statistiques de PISA, nous avons travaillé en collaboration avec Valérie Fontanieu, chargée d'études statistiques à l'IFÉ[44], pour réaliser la partie statistique de cette thèse, dont notamment l'exploitation des bases de données PISA.

1 Échantillon

L'enquête internationale PISA de 2015 a été menée en France, auprès d'un échantillon représentatif d'environ 6 100 élèves de 15 ans, scolarisés à la fois dans des collèges et lycées français (Bret et al., 2016 ; OCDE, 2016, p. 306). Notre étude statistique porte précisément sur cet échantillon.

Pour déterminer des niveaux de Statut Social Économique et Culturel des élèves de l'échantillon, comme dans certaines études PISA, nous divisons en 4 groupes cet indice composite de SESC en calculant les quartiles, c'est-à-dire des groupes égaux représentant 25% de l'effectif. Ainsi, le premier groupe SESC (SESC1) correspond aux 25% les plus défavorisés puis le quatrième groupe SESC (SESC4) fait référence aux 25% les plus favorisés de l'échantillon (cf. tableau 11).

Pour déterminer les niveaux de performance (SCORE), nous nous basons sur le score obtenu par les élèves, établi à partir des 183 items PISA Science 2015.

[44] Institut français de l'éducation, intégré à l'École normale supérieure de Lyon.

Cependant, en raison de la méthodologie de recueil adoptée par PISA[45], qui induit des étapes de calcul pour les statistiques portant sur le score des élèves[46], nous obtenons des groupes d'élèves avec un effectif un peu supérieur aux quartiles et c'est pourquoi les groupes SCORE (niveaux de performances) sont moins homogènes que les groupes SESC[47] (cf. tableau 11).

Toutefois, ceci nous a permis d'augmenter l'effectif du premier quartile de score, à savoir le groupe SCORE 1, en élevant la valeur de quartile moyen le délimitant (au lieu d'affecter au premier quartile les valeurs de quartiles moyens inférieures à 1,5, nous avons rehaussé cette valeur à 1,7). Cette augmentation de la valeur, jusqu'à laquelle on peut considérer un élève comme appartenant au premier niveau du score global, permet d'équilibrer les effectifs du premier et du dernier niveau de score global pour les comparer. Cet équilibrage permet aussi une comparaison des groupes de niveaux de performances avec les groupes SESC, plus robuste en termes d'effectifs.

Tableau 11. Répartition des effectifs selon le niveau de performance des élèves (SCORE) et leur groupe de Statut Économique Social et Culturel (SESC).

	Niveau de score					
Niveau SESC/Score	SCORE 1	SCORE 2	SCORE 3	SCORE 4	**Total**	**%**
SESC 1	716	322	257	141	1436	24
SESC 2	472	400	336	271	1479	24
SESC 3	278	347	402	468	1495	24
SESC 4	122	217	434	758	1531	25
M	108	29	21	9	167	3
Total	1696	1315	1450	1647	**6108**	
%	28	22	24	27		**100**

Note. M, données manquantes.

[45] Pour rendre plus robuste les résultats sur la performance de l'élève, PISA préconise l'utilisation de dix « valeurs plausibles » de score pour chacun des élèves (OECD, 2017, p. 148). Ces valeurs sont tirées aléatoirement à l'intérieur d'un intervalle probabilisé de score obtenu pour un élève (Felouzis & Charmillot, 2012 ; Wu, 2005).

[46] PISA part du principe que la performance au test, obtenue par les élèves (qui détermine leur niveau de compétence), peut être conditionnée par des facteurs externes et/ou internes aux élèves comme l'environnement ou leur état psychologique au cours de la passation. Par ailleurs les élèves ne passent pas tous les items, trop nombreux, mais utiles pour l'évaluation de sous-compétences.

[47] Ceci est dû aux calculs complémentaires qui doivent être réalisés à partir de chacune des dix valeurs plausibles, ce qui entraîne une certaine variabilité (Cnesco, 2016a) et induit l'obtention de quartiles moyens à arrondir au quartile le plus proche.

Dans le tableau 11, on observe que les élèves du premier niveau de performance (SCORE1), c'est-à-dire ceux dont la performance au test PISA est l'une des plus basses, sont au nombre de 716 dans le quartile des élèves les plus défavorisés (SESC1), tandis qu'ils sont 122 au sein du quartile des élèves les plus favorisés (SESC4).

Pour les élèves du quatrième niveau de performance (SCORE4), c'est-à-dire ceux dont la performance au test PISA est l'une des plus hautes, la répartition est inversée car on dénombre 141 élèves dans le groupe des élèves les plus défavorisés (SESC1) tandis qu'on en recense 758 dans le groupe des élèves les plus favorisés (SESC4).

La relation entre le niveau de performance et le niveau SESC semble donc assez forte puisque la proportion d'élèves avec un niveau de performance faible est plus importante au sein du SESC défavorisé que dans le SESC favorisé et inversement pour les élèves avec un niveau de performance élevé, qui sont plus nombreux au sein du niveau SESC favorisé que dans celui défavorisé.

2 Construction des groupes

Nous avons établi les différents groupes à partir des niveaux de SESC et de SCORE que nous avons estimés à partir des macros fournies par l'OCDE sur le logiciel SAS.

Nous avons d'abord **neufs groupes** que l'on peut classer en deux blocs :

Général

1/ Population globale (ensemble des élèves)

2/ Les élèves de SESC favorisé (SESC4 ; 4ème quartile du SESC)

3/ Les élèves de SESC défavorisé (SESC1 ; 1er quartile du SESC)

4/ Les élèves au score global le plus élevé (SCORE4)

5/ Les élèves au score global le plus faible (SCORE1)

Spécifique

6/ Les élèves de SESC favorisé au score global le plus élevé (SESC4- SCORE4)

7/ Les élèves de SESC défavorisé au score global le plus élevé (SESC1- SCORE4)

8/ Les élèves de SESC favorisé au score global le plus faible (SESC4- SCORE1)

9/ Les élèves de SESC défavorisé au score global le plus faible (SESC1- SCORE1)

Les groupes du bloc « général » concernent des populations dans leur ensemble, par exemple le groupe SESC1 représente l'ensemble des élèves défavorisés, tout niveau de performance confondu (SCORE 1/2/3/4). En revanche, les groupes du bloc « spécifique » ne concernent que les groupes extrêmes de l'échantillon afin d'observer le plus de différences possibles. En effet, les deux groupes contigus contrastent moins et les écarts sont ainsi potentiellement moins significatifs. Ce choix de sélectionner les individus sur la base des groupes extrêmes, selon les quartiles supérieurs et inférieurs du SESC par exemple, est souvent utilisé en sciences sociales et est appelé « approche des groupes extrêmes (EGA) ». Cette méthode permet d'obtenir une plus grande puissance statistique dans les tests d'hypothèse (Preacher et al., 2005). Par exemple, Piel & Schuchart (2014) ont pris appui sur la typologie « EGP class scheme » et ont utilisé seulement les deux classes situées aux extrémités de la hiérarchie sociale c'est-à-dire celles correspondant aux classes de service[48] et ouvrière[49].

Ensuite, à partir de ces groupes (généraux et spécifiques), nous avons effectué au total **six comparaisons**, que l'on peut aussi classer en deux blocs (cf. tableau 12) :

Général

1/ Comparaison des élèves de SESC favorisé par rapport aux élèves de SESC défavorisé
(SESC 4 vs SESC 1)

2/ Comparaison des élèves au score élevé par rapport aux élèves au score faible
(SCORE 4 vs SCORE 1)

Spécifique

3/ Comparaison des élèves au score élevé selon qu'ils soient de SESC favorisé ou défavorisé
(SCORE 4-SESC 4 vs SCORE4- SESC 1)

4/ Comparaison des élèves au score faible selon qu'ils soient de SESC favorisé ou défavorisé
(SCORE 1-SESC 4 vs SCORE 1-SESC 1)

5/ Comparaison des élèves au score élevé et faible au sein du SESC favorisé
(SESC 4-SCORE 4 vs SESC 4-SCORE 1)

6/ Comparaison des élèves au score élevé et faible au sein du SESC défavorisé
(SESC 1-SCORE 4 vs SESC 1-SCORE 1)

---

[48] *« La classe de service: classes 1 et 2, comprenant les professionnels de niveau supérieur et inférieur, les administrateurs, les fonctionnaires et les techniciens de niveau supérieur) »* (Piel & Schuchart, 2014).

[49] *« La classe ouvrière : classes 5 et 6, y compris les travailleurs manuels qualifiés, semi-qualifiés et non qualifiés, les travailleurs de la production agricole, les techniciens de niveau inférieur et les superviseurs des travailleurs manuels). »* (Piel & Schuchart, 2014).

Tableau 12. Répartition des six comparaisons de groupes selon le bloc général ou spécifique.

Groupes	**Comparaisons**		
Bloc général	**G2** Élèves de SESC favorisé (SESC 4)	⇦ **1** ⇨	**G3** Élèves de SESC défavorisé (SESC 1)
	G4 Élèves au score global le plus élevé (SCORE 4)	⇦ **2** ⇨	**G5** Élèves au score global le plus faible (SCORE1)
Bloc spécifique	**G6** Élèves de SESC favorisé au score global le plus élevé (SESC4-SCORE4)	⇦ **3** ⇨	**G7** Élèves de SESC défavorisé au score global le plus élevé (SESC1-SCORE4)
	G8 Élèves de SESC favorisé au score global le plus faible (SESC4-SCORE1)	⇦ **4** ⇨	**G9** Élèves de SESC défavorisé au score global le plus faible (SESC1-SCORE1)
	G6 Élèves de SESC favorisé au score global le plus élevé (SESC4-SCORE4)	⇦ **5** ⇨	**G8** Élèves de SESC favorisé au score global le plus faible (SESC4-SCORE1)
	G7 Élèves de SESC défavorisé au score global le plus élevé (SESC1-SCORE4)	⇦ **6** ⇨	**G9** Élèves de SESC défavorisé au score global le plus faible (SESC1-SCORE1)

3 Type de modèles statistiques

Ce qui nous intéresse dans cette étude est d'analyser comment la réussite aux items PISA Science 2015 fluctue au sein de chaque groupe décrit précédemment et aussi entre les groupes, en fonction des caractéristiques propres aux items, définies au cours de l'analyse *a priori* (cf. chapitre 3).

Ainsi, nous évaluons l'effet des caractéristiques d'une part, sur la **variabilité des taux de réussite** au sein de chacun des neufs groupes précédemment décrits et d'autre part, sur la **variabilité des écarts de taux de réussite** pour chacune de nos six comparaisons de groupes.

Pour l'ensemble des statistiques, nous avons eu recours à la méthode dite de régression linéaire qui est largement utilisée dans le domaine des sciences sociales. Cette méthode permet de décrire les relations entre une variable quantitative (la variable dépendante) et un facteur d'intérêt (exprimé en variables indépendantes) (Cohen et al., 2014; Foucart, 2006).

Dans le cadre de notre étude, nous utilisons plus exactement des modèles de **régression linéaire multiple** (via le logiciel STATA) dont les variables indépendantes sont les caractéristiques des items PISA (déterminées au cours de l'analyse *a priori*) pour lesquelles nous cherchons à spécifier l'effet sur les taux de réussite qui constituent la variable dépendante de notre modèle.

Les variables indépendantes de notre modèle sont essentiellement nominales. Seule la caractéristique « longueur du texte », obtenue à partir du nombre de mots dans les items, est numérique. Cette dernière caractérise les items selon que le texte à lire est plus ou moins long (cf. chapitre précédent).

Les caractéristiques des items PISA sont intégrées à un modèle statistique principal et des sous-caractéristiques sont insérées à des sous-modèles pour permettre soit une déclinaison de certaines des caractéristiques, soit une combinaison de deux caractéristiques du modèle majeur.

Chaque caractéristique comporte plusieurs modalités. La première modalité (jamais d'effectif insuffisant[50]) est toujours considérée comme la modalité de référence dans le modèle statistique, à laquelle on va systématiquement comparer les autres modalités de la caractéristique.

Par exemple, la caractéristique « type de connaissances » se décline selon trois modalités dont la première est « connaissances de contenu » suivie des « connaissances procédurales » puis « épistémiques ». Si l'on suit cet exemple, nous comparons les connaissances « procédurales » et « épistémiques » aux « connaissances de contenu », considérées comme la modalité de référence pour cette caractéristique. Pour les besoins de comparaison nous avons certaines fois complété l'analyse en changeant de modalité de référence.

L'identification des caractéristiques impliquées dans la variabilité des taux de réussite des différents groupes nous permet de déterminer le sens des écarts de réussite entre les groupes, c'est-à-dire préciser quel groupe, parmi ceux comparés, est avantagé ou désavantagé par cet écart de réussite.

Toutefois, les caractéristiques qui apparaissent statistiquement significatives de l'écart des taux de réussite entre les groupes, ne sont pas forcément celles qui font varier significativement les taux de réussite au sein de ces mêmes groupes pris séparément.

Pour les caractéristiques concernées, nous prenons en compte, au sein des différents groupes, les valeurs des coefficients de régression standardisés afin de savoir, à titre indicatif, quel groupe est avantagé ou désavantagé par l'écart de réussite. Ils nous permettent également de préciser si une caractéristique impacte plutôt positivement ou négativement les performances des élèves.

[50] Malgré le fait que les caractéristiques comportent de deux à cinq modalités entraînant un nombre d'items plus restreint en fonction de chaque modalité d'une caractéristique, le nombre d'items reste suffisant pour permettre des comparaisons statistiquement fiables.

Les coefficients de régression standardisés ou aussi appelés poids Bêta (ß) [51] sont utiles pour renseigner l'importance relative d'une variable (Lorenzo-Seva et al., 2010) et sont souvent employés en sciences humaines dans un cadre explicatif (Cosnefroy & Sabatier, 2011).

En parallèle de l'analyse de régression, nous effectuons une **analyse de la dominance** afin de classer les caractéristiques principales selon leur niveau d'influence sur le taux de réussite aux items des différents groupes ainsi que l'écart de réussite entre les groupes en fonction de leur niveau de performance et/ou de leur groupe SESC.

Cette technique d'analyse de la dominance, introduite par Budescu (1993) est un complément pour l'interprétation des résultats. C'est une étape à part entière de l'analyse de régression (Budescu, 1993) permettant de comparer l'importance relative des prédicteurs dans la régression multiple (Azen & Budescu, 2003) et in fine d'établir une hiérarchie des niveaux de dominance (Azen & Budescu, 2006).

La communauté scientifique utilise très fréquemment un seuil de signification situé à 0,05 correspondant à une probabilité de 5% de rejet erroné de l'hypothèse nulle. Autrement dit, l'hypothèse nulle peut être rejetée si la valeur de p est inférieure à 0,05 (signifiant que statistiquement, les différences ne s'expliquent pas par le hasard de l'échantillonnage).

Plus exactement, lorsqu'un test statistique est réalisé, la valeur-p *(p-value)* est comparé au seuil de signification α (valeur alpha) et plus la valeur de alpha est petite, plus la probabilité de faire une erreur en rejetant l'hypothèse nulle est faible (Bagga et al., 2020).

Dans notre recherche, nous estimons donc nos résultats comme statistiquement très significatifs, si la valeur p est inférieure à la valeur alpha 0,01 ($p<.01$), significatifs si la valeur p est inférieure à la valeur alpha 0,05 ($p<.05$) et tendanciellement significatifs quand la valeur p est inférieure à la valeur alpha 0,10 ($p<.10$). Cependant, nous nous efforçons de renseigner, dans les deux chapitres suivants, les valeurs-p exactes comme recommandé dans certaines recherches (e.g. Di Leo & Sardanelli, 2020; Wasserstein et al., 2019).

En raison du nombre important de nos variables dans notre modèle statistique, nous avons également fait le choix de prendre en compte les caractéristiques allant jusqu'à une valeur p inférieure ou égale à 0,15[52] pour les considérer dans l'analyse de la dominance.

[51] Représente un indice : Plus le poids Bêta est élevé, plus l'impact de la caractéristique sur les taux de réussite des élèves ou sur l'écart de taux de réussite entre les élèves sera fort (si le résultat de base n'est pas significatif, aucune valeur p (indiquant le niveau de significativité) n'est indiquée et le coefficient Bêta n'est donc utilisé qu'à titre indicatif pour préciser le sens de l'écart de performances).

[52] Seules quelques variables sont concernées par cette valeur-p inférieure ou égale à 0,15.

En effet, le nombre important de variables indépendantes intégrées au modèle, bien qu'il ne présente pas un indice de multicolinéarité trop élevé, peut également expliquer que certaines caractéristiques ne ressortent pas avec une forte significativité. Néanmoins, elles peuvent être intéressantes à considérer dans notre étude, car certaines d'entre elles apparaissent dans l'analyse de la dominance comme bien « classées » ; complément informatif qu'elles peuvent, malgré une valeur p supérieure à 0,10, jouer un rôle dans la variation des taux de réussite et/ou dans la variation des écarts de réussite.

Par exemple, comme nous le verrons plus loin, une sous-caractéristique comme le type de projection peut faire varier à p= 0.03 la performance entre deux groupes spécifiques (les élèves au score élevé de SESC favorisé comparés à ceux de même niveau et de SESC défavorisé) alors que la caractéristique principale « présence d'une projection », dont elle dépend, peut faire varier la performance à seulement p= 0.13 entre deux groupes généraux (les élèves de SESC favorisé comparés à ceux de SESC défavorisé).

Dans le but d'avoir une vue la plus globale possible de nos données, il nous semble important de tenir compte de ces deux résultats même si leurs valeurs-p sont nettement différentes. En effet, si nous regardons plus en détails selon le type de projection, cette caractéristique semble bien avoir un effet sur l'écart de performance en fonction du SESC malgré le fait que, de manière générale, nous observons un résultat tendanciellement significatif. Pour cela, il faut approfondir et observer les résultats issus de la déclinaison de la caractéristique principale.

4 Processus d'analyse des données

Les groupes dans les six comparaisons peuvent être totalement différents (comparaison générale des groupes) ou partager un attribut commun tout en se distinguant sur un point (comparaison spécifique des groupes). Ce dernier type de comparaison permet de déterminer quelles caractéristiques séparent ou relient la réussite, d'une part, des élèves de même SESC (favorisé/défavorisé) selon qu'ils soient d'un niveau de performance haut ou bas et d'autre part, les élèves d'un même niveau de performance (haut/bas) selon qu'ils soient de SESC favorisé ou défavorisé (cf. figure 20).

Ces quatre types de comparaisons spécifiques nous intéressent tout particulièrement car elles peuvent nous permettre de comprendre l'interaction entre le niveau de performance des élèves et leur SESC. Le but est d'essayer d'identifier la manière dont les caractéristiques influencent les performances des différents groupes d'élèves et de préciser quelles caractéristiques de la question mettent en difficulté les élèves ou les aident selon qu'ils soient d'un niveau de performance haut ou bas et/ou d'un SESC favorisé ou défavorisé.

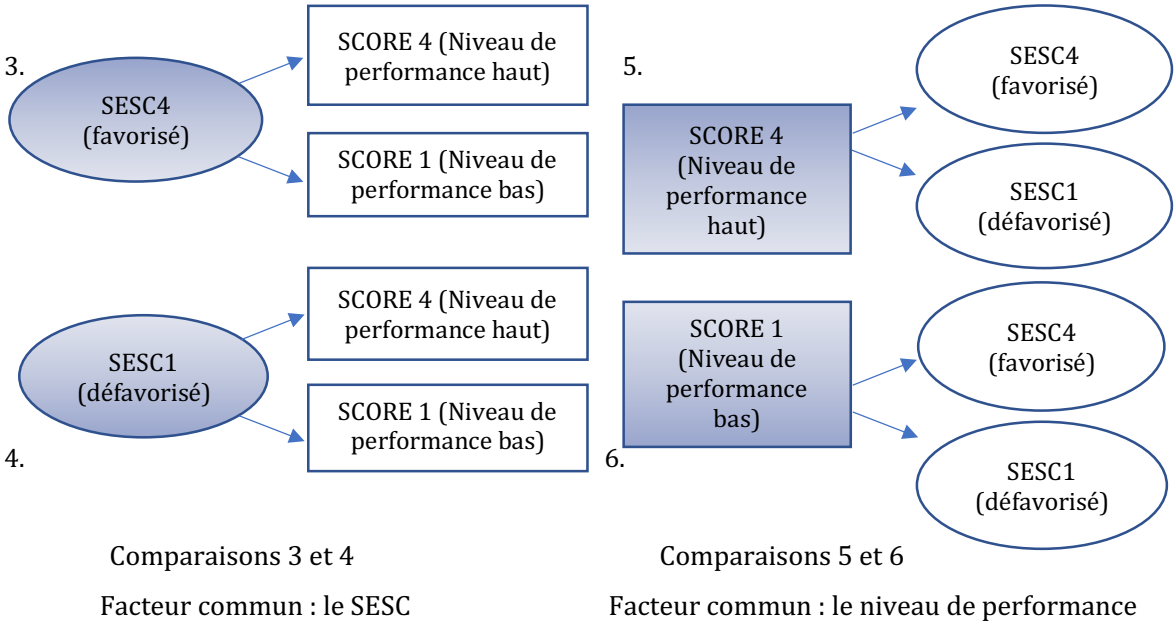
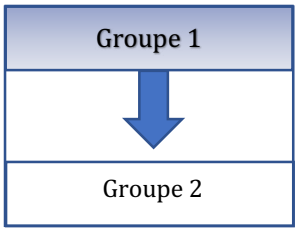


Figure 20. Schématisation des comparaisons selon leur facteur commun : SESC ou Niveau de performance.

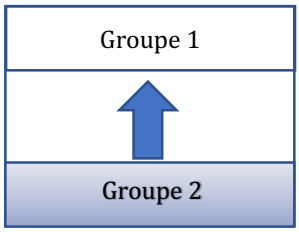
Pour parvenir à cela, nous identifions d'abord les caractéristiques qui provoquent, entre les groupes, des variations de réussite statistiquement significatives (dans les six comparaisons de groupes). Les variations de réussite peuvent fluctuer selon les caractéristiques et nous estimons le sens de ces variations grâce aux coefficients de régression non standardisés (B) : certaines caractéristiques creusent l'écart de réussite (B positif) tandis que d'autres le diminuent (B négatif).

À partir de là, nous cherchons à déterminer plus exactement dans quel sens varient les écarts de réussite entre les groupes, c'est-à-dire en faveur ou défaveur de quel groupe s'effectue la variation. Pour cela, nous examinons la manière dont les performances varient dans chacun des groupes de la comparaison pour laquelle nous avons observé un écart de réussite.

Par exemple, lorsqu'une caractéristique diminue l'écart de réussite entre deux groupes, il y a deux cas de figures possibles (cf. figure 21). Dans le premier cas, les performances d'un groupe (1) sont en forte baisse, ce qui entraîne leur rapprochement vers celles obtenues par l'autre groupe (2), qui restent plutôt stables mais faibles. Dans le deuxième cas, ce sont les performances du groupe 2 qui augmentent, lui permettant ainsi de rejoindre celles de l'autre groupe (1) dont les performances élevées restent stables.



Cas 1.
Diminution des performances du groupe 1.



Cas 2.
Augmentation des performances du groupe 2.

Figure 21. Les deux cas de figure possibles lors d'une diminution des écarts de réussite entre deux groupes.

En revanche, lorsqu'une caractéristique augmente l'écart de réussite entre deux groupes, trois cas de figure sont possibles pour en expliquer la nature.

Dans un premier cas, les performances des deux groupes partent dans des directions opposées, avec une augmentation des performances pour le groupe 1 tandis que les performances du groupe 2 diminuent (cf. figure 21).

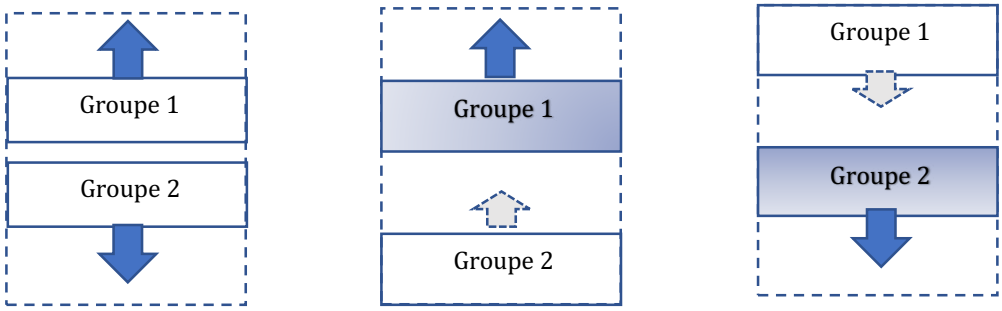
L'écart de réussite peut aussi être dû à une augmentation importante des performances du groupe 1, les éloignant ainsi de celles du groupe 2 qui peuvent aussi augmenter mais insuffisamment pour rattraper celles du groupe 1 (cf. figure 21 ; cas 2).

L'éloignement des performances entre deux groupes peut aussi avoir lieu dans le cas où une caractéristique diminue considérablement les performances du groupe 2, pouvant aussi affecter les performances du groupe 1 mais bien moins nettement que celles du groupe 2 (cf. figure 22 ; cas 3).

En considérant ces trois configurations possibles dans le cas d'une augmentation de l'écart de réussite, notre objectif est alors de comprendre de quelle manière fluctuent les performances dans chacun des deux groupes afin de savoir lequel d'entre eux bénéficie positivement ou négativement de la caractéristique.

Dans le cas où les performances d'un des deux groupes sont très largement avantagées par une caractéristique (cf. figure 22 ; cas 2), il est intéressant d'estimer si celles de l'autre groupe le sont aussi malgré une augmentation insuffisante pour entraîner un rapprochement de leurs performances respectives.

Dans le cas contraire (cf. figure 22 ; cas 3), il est tout aussi intéressant d'avoir des informations complémentaires. En effet, si les performances d'un des deux groupes sont très diminuées par une caractéristique, savoir si l'autre groupe est aussi désavantagé par cette caractéristique, bien que ce soit de manière moins forte, peut permettre de rendre compte d'une caractéristique particulièrement difficile pour l'ensemble des élèves.



Cas 1. Augmentation des performances du groupe 1 et diminution des performances du groupe 2

Cas 2. Augmentation des performances du groupe 1

Cas 3. Diminution des performances du groupe 2

Figure 22. Les trois cas de figure possibles lors d'une augmentation des écarts de réussite entre deux groupes.

Connaître le sens des écarts de réussite est primordial si nous voulons déterminer ensuite la nature du lien qu'entretiennent les caractéristiques avec le SESC des élèves et leur niveau de performance. De ce fait, si aucune variation statistiquement significative des taux de réussite n'est observée au sein des différents groupes, nous nous aidons des coefficients de régression standardisés (β) pour spécifier la façon dont chaque groupe se comporte face aux caractéristiques.

Ces choix méthodologiques nous ont permis d'obtenir un certain nombre de résultats que nous allons présenter en deux temps, dans les chapitres suivants (5 et 6).

Tout d'abord, dans le chapitre 5, nous présentons les résultats par grandes catégories de caractéristiques, définies dans notre analyse *a priori* (caractéristiques liées aux contenus en jeu ; caractéristiques intrinsèques à l'item ; raisonnement et stratégies des élèves) (cf. figure 23) et nous tentons d'identifier si les caractéristiques principales de notre modèle de difficulté aux questions influencent les variations des écarts de réussite, davantage en fonction du Statut Économique Social et Culturel (SESC) des élèves ou de leur niveau de performance au test PISA Science 2015.

Ensuite, dans le chapitre 6, nous cherchons à extraire plus spécifiquement les caractéristiques et sous-caractéristiques qui distinguent ou rapprochent les performances des groupes, que nous confrontons dans les six comparaisons (présentées plus haut) afin de mieux cerner quelles sont les interactions entre les caractéristiques et les différents groupes d'élèves, selon leur SESC et leur niveau de performance et de quelle façon elles les définissent. L'objectif est de démontrer quelles caractéristiques sont davantage en lien avec le SESC des élèves et/ou leur niveau de performance à PISA Science 2015 afin de mieux cerner les difficultés ou facilités des différents groupes.

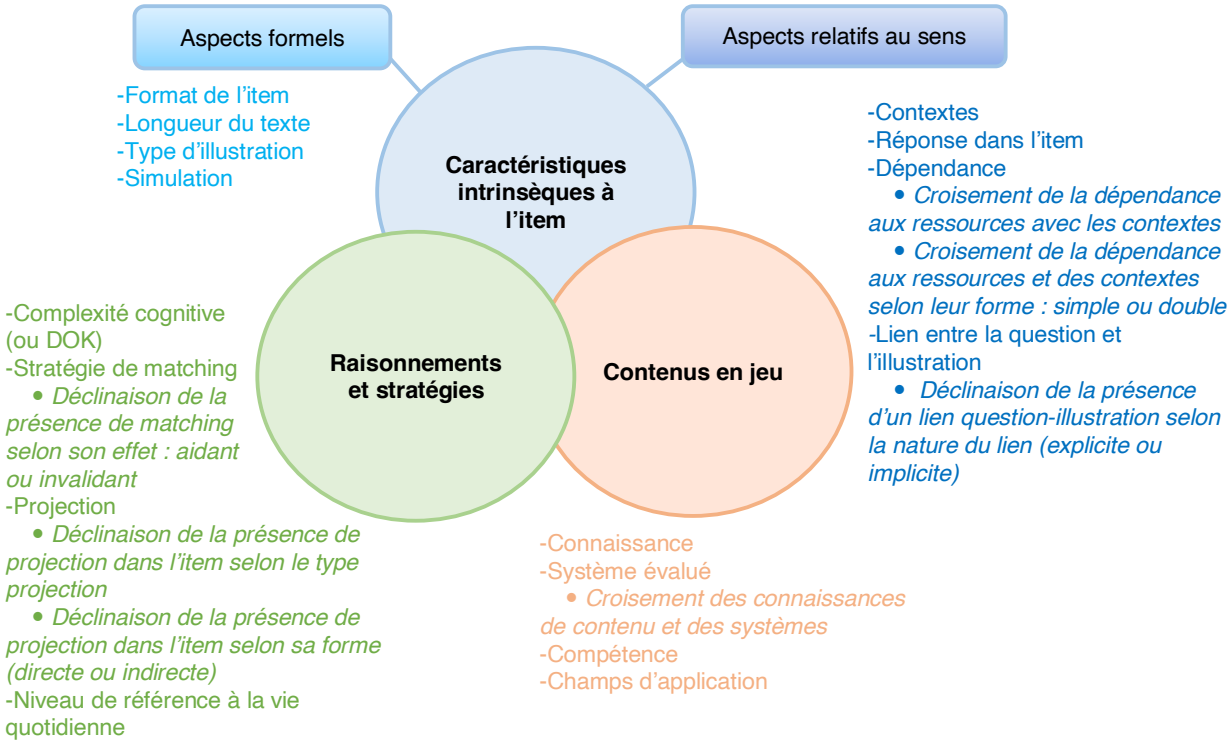


Figure 23. Caractéristiques principales et sous-caractéristiques selon les 3 catégories de notre modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique des élèves.

Chapitre 5.
Spécification de l'influence exercée par chacune des caractéristiques principales de notre modèle de difficulté de questions, sur l'écart de réussite

Dans de ce chapitre, nous présentons successivement les résultats de chaque caractéristique principale par grande catégorie (cf. figure 23) afin de déterminer celles dont la variation de l'écart de réussite s'effectue davantage en lien avec le SESC ou le niveau de performance des élèves.

Nous traitons tout d'abord des caractéristiques liées aux contenus en jeu dans la tâche, ensuite des caractéristiques intrinsèques à l'item avec d'une part, celles qui renvoient aux aspects formels de la question et d'autre part, celles relatives au sens, puis nous abordons la catégorie correspondant aux raisonnements et stratégies des élèves. Après avoir présenté les résultats de toutes nos caractéristiques principales, nous terminons par un bilan afin de dégager, parmi les trois catégories de caractéristiques, celles qui influencent la variation de l'écart de réussite des élèves plutôt en fonction de leur SESC ou de leur niveau de performance.

Pour rappel, nous analysons nos résultats en plusieurs étapes :

1. Nous examinons les caractéristiques qui provoquent, entre les groupes, une variation de l'écart de réussite statistiquement significative (la valeur-p nous informe sur la significativité[53]).
2. Nous cherchons à déterminer plus précisément dans quel sens varie l'écart de réussite entre les groupes (en faveur ou défaveur de quel groupe). Pour cela, nous prenons en compte la variation de performances dans chacun des groupes concernés par une variation de l'écart de réussite. Parfois nous nous aidons aussi des coefficients Bêta (β) pour préciser l'impact d'une caractéristique sur la variation des performances.

Notons que certaines conclusions de ce chapitre sont plus nuancées que d'autres.

[53] Nous rappelons que le résultat est très significatif à $p<.01$, significatif à $p<.05$ et tendanciellement significatif à $p<.10$.

1 Caractéristiques liées aux contenus en jeu dans la tâche

Tout d'abord, nous exposons les résultats de la première catégorie comportant quatre caractéristiques principales qui sont le type de connaissances, les systèmes, le type de compétence et les champs d'application. Notons que, parfois, plusieurs modalités d'une même caractéristique peuvent faire varier les écarts de réussite.

Pour rappel, nous estimons la variation des écarts de réussite en fonction du coefficient de régression non standardisé (B). Lorsque celui-ci est positif, comme c'est le cas, par exemple, pour le type de connaissances (B=.0510, p=0.03) cela signifie que l'écart de réussite se creuse (↗) entre les élèves de SESC favorisé et défavorisé (groupes SESC 4 vs SESC 1) (cf. tableau 13). À l'inverse lorsqu'il est négatif comme c'est le cas par exemple pour les systèmes physiques comparés à ceux de la Terre et de l'Univers (B= *–.0410**) alors cela indique que l'écart de réussite diminue (↘) entre les groupes de niveau de performance élevé selon leur SESC (SCORE 4 SESC 4 vs SESC 1) (cf. tableau 13).

Tableau 13. Variation de réussite entre les groupes, dans les six comparaisons, pour les caractéristiques « connaissances » et « systèmes » de la catégorie « contenus en jeu dans la tâche » estimée selon le coefficient de régression non standardisé.

Caractéristiques / Comparaisons	Type de connaissances *(Épistémique vs Procédurale)* (B)	Type de connaissances *(Contenu vs Épistémique)* (B)	Systèmes *(Physiques vs Terre et Univers)* (B)	Systèmes *(Vivants vs Terre et Univers)* (B)
1/ **SESC 4** vs **SESC 1**	.0510 (↗) *(p= 0.03)* **	-	-	-
2/ SCORE 4 vs SCORE 1	-	-	-	-
3/ **SESC 4** SCORE 4 vs SCORE 1	-	-	-	-
4/ **SESC 1** SCORE 4 vs SCORE 1	-	-	-	-
5/ SCORE 4 **SESC 4** vs **SESC 1**	-	.0536 *(↗)* *(p=0.11)*	–.0410 (↘) *(p= 0.08)* *	–.0377 (↘) *(p= 0.09)* *
6/ SCORE 1 **SESC 4** vs **SESC 1**	-	-	-	-

Note. B= coefficients de régression non standardisés (valeurs brutes des constantes) ; SESC4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ; SECS1 : Groupe d'élèves de SESC défavorisé ; SCORE 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé à PISA ; SCORE 1 : Groupe d'élèves de niveau performance faible à PISA ; SESC (4 ou 1) SCORE 1 vs SCORE 4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ou défavorisé selon leur niveau de performance (faible ou élevé) ; SCORE (4 ou 1) SESC 1 vs SESC 4 : Groupe d'élèves de niveau de performance élevé ou faible selon leur SESC (défavorisé ou favorisé); Niveau de signification : ***p<.01, **p<.05, *p<.10 dont les valeurs p exactes sont indiquées entre parenthèses ; Type d'écart de réussite : (↗) augmentation de l'écart, (↘) diminution de l'écart) ; (-) pas de résultat significatif.

1.1 Types de connaissances

Les coefficients de régression non standardisés (B) indiquent que les connaissances de contenu et procédurales creusent toutes deux l'écart de réussite par rapport aux connaissances épistémiques (cf. 1ère et 2ème colonnes du tableau 13). Toutefois, cet écart de réussite est plus significatif pour les connaissances procédurales ($p<.05$) que pour les connaissances de contenu ($p<.10$) et ne concerne pas les mêmes comparaisons de groupes. En effet, les connaissances procédurales augmentent l'écart entre les groupes d'élèves de SESC favorisé et défavorisé ce qui est aussi le cas des connaissances de contenu mais seulement pour ceux dont le niveau de performance est élevé. Les performances isolées de chacun des deux groupes indiquent que les connaissances « procédurales » sont plus favorables à l'augmentation des scores des élèves de SESC favorisé ($\beta= .246$, $p<.05$) sachant que si ces derniers cumulent également un haut niveau de performance alors ces connaissances leur sont encore plus bénéfiques ($\beta= .281$, $p<.05$).

Les connaissances « de contenu » semblent aussi impacter plus positivement les performances des élèves de haut niveau de performance et de SESC favorisé ($\beta= .196$) que celles de leurs homologues de SESC défavorisé ($\beta= .042$). Ainsi, des items qui requièrent des connaissances procédurales ou des connaissances de contenu, discriminent particulièrement les élèves selon leur SESC et ce plus significativement encore lorsque les connaissances sont de nature procédurales ($p< .05$).

Ceci nous permet de conclure que cette caractéristique « type de connaissances » exerce une influence sur les écarts de réussite plutôt en fonction du **SESC** des élèves.

1.2 Systèmes

Les systèmes « physiques » et « vivants » ont tendance à diminuer l'écart de réussite par rapport aux « systèmes de la Terre et de l'Univers » selon le SESC (favorisé ou défavorisé) des élèves d'un niveau de performance élevé ($p<.10$) (cf. tableau 13).

Cette caractéristique diminue les performances des deux groupes comparés mais celles des élèves de haut niveau et de SESC favorisé ont tendance à diminuer davantage avec les systèmes « physiques » ($\beta= -.184$, $p< .10$) et « vivants » ($\beta= -.180$, $p= .10$) au point de se rapprocher de celles des élèves de même niveau et de SESC défavorisé ($\beta= -.068$ pour les systèmes « physiques » et « vivants »). Le haut niveau de performance ne permet donc pas aux élèves de SESC favorisé de contrer la difficulté particulière que peut présenter cette caractéristique.

Notons d'ailleurs, qu'en moyenne, l'ensemble de l'échantillon d'élèves français à PISA Science 2015 a obtenu de meilleures performances aux items relevant de systèmes « Terre et Univers » et « vivants » en comparaison aux systèmes physiques.

Au vu de ces résultats, nous déduisons que la caractéristique « systèmes » provoque une variation des écarts de réussite plus marquée en fonction du **niveau de performance** des élèves.

1.3 Type de compétences

La caractéristique « type de compétences » se décline comme suit :

1. « Interpréter les données et des faits de manière scientifique »
2. « Expliquer un phénomène scientifique »
3. « Évaluer et concevoir des recherches scientifiques ».

La compétence « Interpréter les données et des faits de manière scientifique » est toujours comparée aux deux autres dans le modèle statistique.

Tout d'abord, elle creuse l'écart de réussite entre les élèves selon leur niveau de performance et plus significativement encore lorsqu'ils sont de SESC défavorisé (cf. annexe 10). Elle reste, dans les deux cas, plus à l'avantage des élèves dont le niveau de performance est élevé ($\beta = .350$, $p < .01$) plutôt que bas ($\beta = .126$).

Ensuite, elle diminue l'écart de réussite entre les élèves de haut niveau de performance selon leur SESC ($p < .01$). Dans ce cas, les élèves des deux groupes bénéficient de cette caractéristique et plus particulièrement lorsqu'ils sont de SESC défavorisé.

Ainsi, lorsque les items impliquent une compétence de type « interpréter les données et faits de manière scientifique », un haut niveau de performance permet aux élèves de SESC défavorisé de se rapprocher des performances obtenues par les élèves de même niveau et de SESC favorisé.

Au vu de ces résultats, nous concluons que la caractéristique « compétences » exerce une influence sur les variations des écarts de réussite plutôt en fonction du **niveau de performance** des élèves.

1.4 Champs d'application

Parmi les modalités significatives de la caractéristique « champs d'application », toutes augmentent les écarts de réussite. Tout d'abord, les « ressources naturelles » comparées à « frontières des sciences et de la technologie » creusent l'écart de réussite entre les élèves selon leur niveau de performance ($p < .05$) et plus spécifiquement lorsqu'ils sont de SESC défavorisé ($p < .05$) (cf. annexe 10).

Ce champ d'application est plus à l'avantage des élèves de haut niveau de performance (β= .095) d'autant plus s'ils sont de SESC défavorisé (β= .119). Un haut niveau permet donc aux élèves de SESC défavorisé de bénéficier de ce champ d'application dans les items et de se détacher des performances des élèves de même SESC et de niveau plus bas.

Les « risques » comparés à « frontières des sciences et de la technologie » creusent l'écart selon le SESC des élèves de haut niveau de performance et il semble que ce soit aussi le haut niveau des élèves de SESC favorisé (β= .035) qui leur permet de se détacher des performances des élèves de même niveau et de SESC défavorisé (β= –.039).

Le champ d'application « Santé et Maladies » par rapport à « Risques » a tendance à creuser l'écart de réussite des élèves de SESC défavorisé selon le niveau de performance (p<.10), dû à l'affaiblissement des scores de ceux de bas niveau (β= –.211, p<.05).

Les résultats montrent que l'influence des champs d'application sur les écarts de réussite s'effectue davantage en fonction du **niveau de performance** des élèves permettant à ceux dont le niveau est le plus haut, de se détacher des résultats obtenus par les élèves de niveau plus bas.

2 Caractéristiques intrinsèques à l'item- Aspects formels

Nous examinons ensuite les résultats pour la catégorie des caractéristiques intrinsèquement liées aux items. Cette catégorie se sous-spécifie selon les aspects formels de l'item (format, longueur du texte, simulation, type d'illustration) et les aspects davantage liés au sens dans l'item.

2.1 Format

Un format « ouvert » comparé à un « choix multiple simple » entraîne un écart de réussite très significatif entre les élèves, à la fois selon leur SESC et leur niveau de performance (p<.01) (cf. annexe 11). Les coefficients Bêta semblent indiquer un impact du format de la question plus important sur l'écart de réussite des élèves selon leur SESC (β= –.503, p<.01) plutôt que selon leur niveau (β= –.465, p<.01). Toutefois, le format de l'item distingue les élèves selon leur niveau de performance plus significativement au sein du groupe d'élèves de SESC défavorisé (β= .459, p<.01) que de SESC favorisé (β= –.232, p<.05).

Aucun résultat significatif n'apparaît lorsque les performances des élèves de haut niveau de performance sont comparées selon leur SESC. En revanche, l'écart se creuse très significativement selon le SESC des élèves de bas niveau de performance.

De plus, les coefficients Bêta semblent indiquer que le format ouvert d'un item fait davantage fluctuer les performances au sein du groupe d'élèves de bas niveau tous SESC confondus ($\beta = -.695$, $p<.01$) que dans celui de SESC défavorisé tous niveaux confondus ($\beta = -.567$, $p<.01$). Les élèves qui cumulent un bas niveau de performance et un SESC défavorisé en sont donc davantage impactés ($\beta = -.702$, $p<.01$).

En conclusion, il apparaît que la caractéristique « format » a une influence plus importante sur les variations des écarts de réussite selon le **niveau de performance** des élèves que selon leur SESC.

2.2 Longueur du texte

La longueur du texte a tendance à diminuer l'écart de taux de réussite des élèves de bas niveau de performance selon leur SESC (favorisé ou défavorisé) ($p=0.13$) (cf. annexe 11).

Cette caractéristique diminue très significativement les performances de l'ensemble des élèves de bas niveau ($p<.01$). Néanmoins, parmi eux, les performances de élèves de SESC favorisé semblent plus impactées par la longueur du texte ($\beta = -.232$, $p<.01$) à tel point qu'elles les rapprochent de celles de leurs homologues de SESC défavorisé ($\beta = -.183$, $p<.01$).

En conclusion, la « longueur du texte » semble exercer une influence selon le **niveau de performance** des élèves car c'est une caractéristique qui impacte les scores de tous les élèves d'un niveau de performance faible et ce quel que soit leur SESC.

2.3 Simulation

Les résultats montrent qu'une simulation dans un item augmente très significativement l'écart de réussite selon le niveau de performance ($p<.01$) des élèves de SESC favorisé et défavorisé ($p<.05$) (cf. annexe 11).

Les élèves qui ont tendance à bénéficier de la présence de simulations dans les items sont ceux d'un haut niveau de performance ($\beta = .195$, $p<.10$) quel que soit leur SESC tandis que les élèves d'un plus bas niveau semblent en être impactés négativement ($\beta = -.067$).

En conclusion, la caractéristique « simulation » agit sur les variations des écarts de réussite en fonction plus spécifiquement du **niveau de performance** des élèves que de leur SESC ; il y a absence d'un écart de réussite en fonction du SESC.

2.4 Illustrations

PISA Science 2015 recense des illustrations de type : schéma, graphique, photo-dessin, tableau ou de multiples illustrations mais quelques items se caractérisent par l'absence d'illustration.

En comparaison à de multiples illustrations, le « schéma » augmente l'écart de réussite plus significativement selon le niveau de performance des élèves ($p<.01$) que selon leur SESC ($p<.10$). L'écart de réussite selon le niveau de performance s'effectue à la fois pour les élèves de SESC favorisé et défavorisé ($p<.01$) (cf. annexe 12). Tous les élèves d'un haut niveau de performance restent les plus avantagés par cette illustration ($p<.05$) et lorsqu'ils sont aussi de SESC défavorisé, cette caractéristique leur permet de se rapprocher des performances de celles des élèves de même niveau et de SESC favorisé ($p<.01$). Les élèves d'un niveau bas en sciences ont plus de difficulté lorsqu'un item contient un schéma plutôt que de multiples illustrations et d'autant plus s'ils sont aussi de SESC favorisé ($p<.10$) puisque leurs performances se rapprochent de celles des élèves de SESC défavorisé ($p=0.11$).

Le « graphique » par rapport à de « multiples » illustrations, a tendance à augmenter l'écart de réussite selon le niveau de performance ($p<.10$) des élèves uniquement de SESC favorisé ($p<.10$) (cf. annexe 12).

Le type d'illustration « photo-dessin » par rapport à de « multiples » illustrations augmente l'écart de réussite selon le niveau de performance des élèves de SESC défavorisé ($p<.10$) et favorisé ($p= 0.13$).

Une absence d'illustration dans l'item augmente tendanciellement l'écart de réussite selon le niveau de performance ($p=0.12$) des élèves de SESC favorisé ($p<.10$) et défavorisé ($p=0.11$).

Les « tableaux » comparés à une absence d'illustration dans l'item augmentent l'écart de réussite selon le SESC des élèves de haut niveau de performance ($p<.05$) (cf. annexe 12). Cette caractéristique diminue les performances des élèves de SESC défavorisé et de haut niveau de performance à tel point qu'elles se rapprochent de celles des élèves de même SESC dont le niveau de performance est plus faible ($p< .10$).

En conclusion, parmi toutes les illustrations, celles de type « schéma », « photo-dessin » et « graphique » ainsi que l'absence d'illustration ont une influence sur les variations des écarts de réussite qui s'exerce plutôt selon le **niveau de performance** des élèves alors que celle de type « tableau » a une influence plutôt selon le **SESC** des élèves.

3 Caractéristiques intrinsèques à l'item- Aspects liés au sens

3.1 Contextes

Si les contextes de type « global-personnel » en comparaison à ceux de type « global » ont tendance à augmenter l'écart de réussite en fonction du niveau de performance des élèves ($p=0.12$) (cf. annexe 13), les contextes de type « sociétal-personnel » comparés à ceux « global-personnel » le font diminuer de manière plus significative ($p<.05$). Les contextes à caractère « sociétal-personnel » ont aussi tendance à diminuer l'écart de réussite entre les élèves selon leur niveau de performance lorsqu'ils sont plus spécifiquement de SESC favorisé ($p<.10$).

Les résultats montrent qu'un contexte « global-personnel » impacte négativement les performances des élèves de bas niveau de performance ($\beta= -.074$) comparés à ceux de haut niveau ($\beta= .033$) alors qu'un contexte « sociétal-personnel » est significativement bénéfique à l'augmentation de leurs performance ($\beta= .308$, $p<.05$).

Des contextes plus généraux de type « sociétal » comparé à « global » ont tendance aussi à diminuer l'écart de réussite selon le niveau de performance des élèves de SESC défavorisé ($p<.10$). Parmi eux, ce sont ceux de niveau de performance bas ($\beta= .060$) qui bénéficient le plus de ce type de contexte leur permettant de rejoindre les performances des élèves de même SESC (défavorisé) et d'un niveau de performance supérieur au leur.

Les contextes exerçant une l'influence sur les variations des écarts de réussite se produisent davantage selon le **niveau de performance** des élèves.

3.2 Réponse dans l'item

La présence d'une réponse dans l'item amène à une diminution de l'écart de réussite plus significative entre les élèves selon leur SESC ($p<.05$) que selon leur niveau de performance ($p=0.13$) (cf. annexe 14).

Les élèves de SESC défavorisé bénéficient d'autant plus de cette caractéristique lorsqu'ils ont un bas niveau de performance ($\beta= .160$, $p<.05$).

La caractéristique « réponse dans l'item » exerce une influence sur les variations des écarts de réussite plutôt en fonction du **SESC** des élèves.

3.3 Dépendance aux ressources

La caractéristique « dépendance aux ressources » amène à une augmentation plus significative de l'écart de réussite entre les élèves selon leur niveau de performance ($p<.05$) que selon leur SESC ($p=0.12$) (cf. annexe 14).

Cet écart de réussite se creuse plus significativement selon le niveau de performance des élèves lorsqu'ils sont de SESC favorisé ($p<.01$) que défavorisé ($p=0.14$) et parmi les élèves de SESC favorisé, la « dépendance aux ressources » impacte plus significativement les performances des élèves de bas niveau ($p<.01$). À niveau de performance équivalent, les scores des élèves de SESC favorisé se rapprochent de ceux obtenus par les élèves de SESC défavorisé.

Ainsi, on constate que le facteur commun dans le rapprochement des performances, entre ces deux groupes au SESC distinct, est le bas niveau de performance des élèves. C'est donc le niveau qui a tendance à faire se rejoindre la réussite des deux groupes.

La caractéristique « dépendance aux ressources » influence la variation des écarts de réussite davantage en fonction du **niveau de performance** des élèves.

3.4 Lien question-illustration

Le « lien question-illustration » renvoie aux items qui présentent un lien entre la question et l'illustration et cette caractéristique augmente, de manière seulement tendancielle, l'écart de réussite entre les élèves de bas niveau de performance selon leur SESC (favorisé ou défavorisé) ($p=0.15$) (cf. annexe 14).

Cette caractéristique n'impacte pas de la même manière la réussite des élèves de bas niveau de performance en fonction de leur SESC puisqu'elle semble plus défavorable à ceux de SESC défavorisé ($\beta= -.136$) que favorisé ($\beta= .005$).

La caractéristique « lien question-illustration » semble avoir une influence sur les variations des écarts de réussite en fonction plus spécifiquement du **SESC** des élèves bien qu'il faille rester prudent car c'est l'un des résultats les moins significatifs de notre étude statistique.

4 Raisonnements et stratégies de réponse des élèves

Enfin, nous présentons les résultats pour la catégorie des raisonnements et stratégies de réponses des élèves. Cette catégorie comporte quatre caractéristiques : la complexité cognitive (ou DOK), la stratégie de matching, la projection et le niveau de référence au quotidien.

Dans cette catégorie de caractéristiques, toutes augmentent les écarts de réussite sauf le niveau de référence à la vie quotidienne qui a tendance à le diminuer (cf. tableau 14).

Tableau 14. Variation de réussite entre les groupes pour les caractéristiques « raisonnements et stratégies de réponse des élèves ».

Caractéristiques / Comparaisons	Complexité cognitive ou DOK *(DOK 3 vs DOK 1)* (B)	Stratégie de matching *(Présence de matching vs Absence)* (B)	Projection *(Présence de projection vs Absence)* (B)	Niveau de référence à la vie quotidienne *(Niveau de référence à la vie quotidienne élevé vs niveau de référence à la vie quotidienne faible)* (B)
1/ **SESC 4** vs **SESC 1**	-	-	*.0221* (↗) *(p=0.13)*	-
2/ SCORE 4 vs SCORE 1	-	-	-	-
3/ **SESC 4** SCORE 4 vs SCORE 1	-	-	-	-
4/ **SESC 1** SCORE 4 vs SCORE 1	-	-	-	-
5/ SCORE 4 **SESC 4** vs **SESC 1**	.0969 (↗) *(p=0.000) ****	-	-	*-.0433 (↘) (p=0.10)*
6/ SCORE 1 **SESC 4** vs **SESC 1**	-	.0366 (↗) *(p=0.08) **	-	-

Note. B= coefficients de régression non standardisés (valeurs brutes des constantes) ; SESC4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ; SECS1 : Groupe d'élèves de SESC défavorisé ; SCORE 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé à PISA ; SCORE 1 : Groupe d'élèves de niveau performance faible à PISA ; SESC (4 ou 1) SCORE 1 vs SCORE 4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ou défavorisé selon leur niveau de performance (faible ou élevé) ; SCORE (4 ou 1) SESC 1 vs SESC 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé ou faible selon leur SESC (défavorisé ou favorisé); Niveau de signification : ****p*<.01, ***p*<.05, **p*<.10 ; Type d'écart de réussite : (↗) augmentation de l'écart, (↘) diminution de l'écart) ; (-) aucun résultat significatif.

4.1 Complexité cognitive

Pour rappel, nous mesurons la complexité cognitive d'un item à l'aide de l'échelle de Webb (2007) à quatre niveaux. Les deux premiers niveaux (DOK1 et DOK2) font référence à des items qui nécessitent un traitement cognitif peu coûteux de la part des élèves tandis que les deux derniers niveaux (DOK3 et DOK4) renvoient à des exigences cognitives élevées.

Un niveau de complexité cognitive élevé (DOK 3) dans les items par rapport à un niveau faible (DOK 1) augmente très significativement l'écart de réussite selon le SESC des élèves de haut niveau de performance ($p < .01$) (cf. tableau 14). Parmi ces élèves de haut niveau de performance, une complexité cognitive élevée est significativement plus invalidante pour ceux de SESC défavorisé ($\beta = -.249$, $p < .05$) que favorisé ($\beta = -.075$) même si elle semble aussi avoir un impact négatif sur leurs performances.

Bien que seule la complexité cognitive élevée (DOK 3) entraîne une variation de l'écart de réussite, des niveaux de complexité élevés (DOK 3 et 4) font chuter les performances de tous les groupes en comparaison à des items de complexité cognitive plus faible (DOK 1).

La caractéristique « complexité cognitive » exerce une influence sur les variations des écarts de réussite plus particulièrement en fonction du **SESC** des élèves.

4.2 Stratégie de matching

La présence d'un « matching » ou « correspondance de mots » creuse l'écart de réussite uniquement entre les élèves de bas niveau de performance selon qu'ils soient de SESC favorisé ou défavorisé ($p < .10$) (cf. tableau 14). Parmi ces élèves de bas niveau de performance, la présence d'un matching semble être bénéfique à ceux de SESC favorisé ($\beta = .062$) contrairement à ceux de SESC défavorisé pour qui elle semble défavorable ($\beta = -.017$).

Il se peut donc que les élèves de bas niveau n'utilisent pas cette stratégie avec la même efficacité selon leur SESC, c'est-à-dire en fonction de la forme du matching : aidant ou invalidant (sous-caractéristique de la présence de matching).

La caractéristique « présence d'un matching » exerce une influence sur les variations des écarts de réussite plutôt en fonction du **SESC** des élèves.

4.3 Projection

La « présence d'une projection » dans l'item augmente, de manière seulement tendancielle, l'écart de performances entre les élèves selon leur SESC (p=0.13) (cf. tableau 14).

L'effet de la « présence d'une projection » semble plus important selon le SESC des élèves (β= .132) que selon leur niveau de performance (β= .084) et cette caractéristique bénéficie davantage aux élèves de SESC favorisé (β= .220, p<.05) que défavorisé (β= .165, p<.05).

Autrement dit, les élèves de SESC favorisé tirent davantage parti de la présence d'une projection dans l'item ce qui est aussi le cas pour les élèves de haut niveau de performance (β= .165, p<.10). D'ailleurs, parmi les élèves de haut niveau de performance, ce sont ceux de SESC favorisé qui bénéficient significativement plus de la présence d'une projection (β= .175, p<.10) que ceux de SESC défavorisé (β= .105).

La caractéristique « présence de projection » semble avoir une influence sur les variations des écarts de réussite en fonction plus spécifiquement du **SESC** des élèves.

4.4 Niveau de référence au quotidien

Un niveau élevé de « référence à la vie quotidienne » dans les items, par rapport à un niveau faible, a tendance à diminuer l'écart de réussite selon le SESC des élèves de haut niveau de performance (p=0.10) (cf. tableau 14).

Le haut niveau de performance des élèves de SESC défavorisé leur permet de bénéficier davantage d'un niveau élevé de « référence à la vie quotidienne » (β= .153, p<.10) les rapprochant ainsi des performances des élèves de même niveau et de SESC favorisé (β= .096).

L'influence de la caractéristique « référence à la vie quotidienne » semble s'effectuer surtout en fonction du **niveau de performance** des élèves bien qu'il soit plus difficile de trancher pour cette caractéristique.

5 En résumé

Le tableau 15 récapitule les conclusions effectuées dans ce chapitre. Pour chaque caractéristique, nous avons observé entre quels groupes apparaissait une variation de l'écart de réussite statistiquement significative et à partir de là, nous en avons déduit si l'influence de ces caractéristiques se faisait plutôt en fonction du SESC ou du niveau de performance. Pour en arriver aux conclusions du tableau 15, nous avons aussi pris en compte les performances de chacun des groupes concernés par un écart de réussite.

Nous essayons de déterminer, parmi les trois grandes catégories de caractéristiques, celles dont l'influence sur la variation de l'écart de réussite s'exerce plus majoritairement en fonction du SESC ou du niveau de performance.

Aucune des trois grandes catégories de notre modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique ne possèdent des caractéristiques faisant varier l'écart de réussite uniquement selon le SESC ou le niveau de performance. Néanmoins, le tableau 15 montre nettement que certaines catégories contiennent plus de caractéristiques exerçant une influence sur la variation de l'écart de réussite plutôt en fonction de l'un (SESC) ou l'autre (performance).

Tout d'abord, la catégorie de caractéristiques **« raisonnements et stratégies des élèves »**, est celle dont la majorité des caractéristiques (complexité cognitive ; stratégie de matching ; projection) font varier l'écart de réussite des élèves plutôt en fonction de leur **SESC**.

Ensuite, dans la catégorie « caractéristiques intrinsèques à l'item », sur les quatre relatives aux « aspects liés au sens », deux d'entre elles (réponse dans l'item ; lien question-illustration) font varier l'écart de réussite davantage selon le SESC des élèves. Les deux autres (contextes, dépendance aux ressources) font varier l'écart plutôt selon le niveau de performance. Les **« aspects liés au sens »** influencent donc, de manière équivalente, la variation de l'écart de réussite selon le **SESC et le niveau de performance**. Parmi les « aspects formels », seule l'illustration de type « tableau » entraîne une variation de l'écart de réussite selon plus spécifiquement le SESC des élèves tandis que les autres caractéristiques amènent plutôt à une variation de l'écart de réussite selon le niveau de performance. Les « **aspects formels »** de l'item sont donc plus sensibles au **niveau de performance** des élèves.

Enfin, dans la catégorie **« caractéristiques liées aux contenus en jeu »**, on observe que le « type de connaissances » amène à une variation de l'écart de réussite s'effectuant plutôt selon le SESC des élèves. À l'inverse, l'influence des trois autres caractéristiques de cette catégorie (systèmes, type de compétences et champs d'application) s'exerce plus en fonction du niveau de performance. Cette catégorie est donc plus propice à la variation de l'écart de réussite selon le **niveau de performance** des élèves.

Tableau 15. Distinction de l'influence des caractéristiques principales dans les variations des écarts de réussite des élèves selon leur SESC ou leur niveau de performance.

Type de caractéristiques **principales…**	…dont l'influence s'effectue plutôt en fonction du :	
Catégorie 1 Caractéristiques liées au contenu en jeu dans l'item	SESC	NIVEAU DE PERFORMANCE
1/ Type de connaissances	✕	
2/ Systèmes		✕ « Systèmes vivants » (3) par rapport aux « systèmes de la Terre et de l'Univers » (1)
3/ Type de compétences		✕
4/ Champs d'application		✕
Catégorie 2 Caractéristiques intrinsèques	SESC	NIVEAU DE PERFORMANCE
Aspects formels		
5/ Format		✕
6/ Longueur du texte		✕
7/ Type d'illustration		
Schéma vs Multiples illustrations		✕
Tableau vs Absence d'illustration	✕	
8/ Simulation		✕
Aspects liés au sens		
9/ Contextes		✕
10/ Réponse dans l'item	✕	
11/ Dépendance aux ressources		✕
12/ Lien question-illustration	✕	
Catégorie 3 **Caractéristiques liées au raisonnement et stratégies des élèves**	SESC	NIVEAU DE PERFORMANCE
13/ Complexité cognitive (DOK)	✕	
14/ Stratégie de matching	✕	
15/ Projection	✕	
16/ Niveau de référence au quotidien		✕

Chapitre 6.
Confrontation de l'ensemble des caractéristiques influentes dans les variations des écarts de réussite à travers les différentes comparaisons de groupes

Après avoir cherché à démontrer si l'influence des caractéristiques principales de notre modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique s'exerçait, de manière générale, davantage en fonction du SESC ou du niveau de performance des élèves, nous allons tenter, à présent, de confronter les résultats issus des différentes comparaisons de groupes d'élèves (généraux et spécifiques) dans le but d'examiner de quelle manière les caractéristiques font varier les écarts de réussite entre les groupes.

Pour cela, nous confrontons d'abord les caractéristiques qui amènent à des variations dans les écarts de réussite entre les élèves d'une part, selon leur SESC et d'autre part, selon leur niveau de performance (groupes généraux) (cf. tableau 16).

Nous procédons ensuite à une confrontation des caractéristiques qui engendrent une variation des écarts de réussite selon le SESC (favorisé ou défavorisé) des élèves de haut puis de bas niveau de performance. Nous réalisons ensuite la même analyse, en comparant les caractéristiques qui font varier les écarts de réussite selon le niveau de performance (haut ou bas) des élèves de SESC favorisé puis de SESC défavorisé (groupes spécifiques) (cf. tableau 16).

Ce chapitre, qui implique la confrontation des résultats dans différentes comparaisons de groupes, nous permet d'examiner plus spécifiquement l'influence des sous-caractéristiques sur les écarts de réussite, ce que nous n'avons pas effectué jusqu'ici.

De plus, les résultats de l'analyse de la dominance[54] (non exploités dans le chapitre précédent) nous permettent de spécifier le niveau d'importance relative de chaque caractéristique sur l'écart de réussite entre deux groupes et, pour plus de clarté, nous les présentons sous forme de graphique[55] pour les trois confrontations de ce chapitre. À chaque fois, les 16 caractéristiques principales sont présentes sur les graphiques afin de mettre mieux en évidence celles qui sont significatives. Comme le nombre maximum de caractéristiques faisant varier significativement les écarts de réussite est de 8, leur hiérarchisation s'étend de 1 à 8. En première position, se trouvent celles qui entraînent la plus grande part de variance dans les écarts de réussite (cf. figure 24).

Tableau 16. Confrontations des résultats des différents groupes selon le SESC (favorisé vs défavorisé) et le niveau de performances des élèves (haut vs bas).

Groupes	**Comparaisons**		
Bloc général	**Confrontation 1** *(variation selon le SESC et le SCORE)*		
	G2 Élèves de SESC favorisé (SESC 4)	⇦ **1** ⇨	**G3** Élèves de SESC défavorisé (SESC 1)
	G4 Élèves au score global le plus élevé (SCORE 4)	⇦ **2** ⇨	**G5** Élèves au score global le plus faible (SCORE1)
Bloc spécifique	**Confrontation 2** *(variation selon le SESC dans les groupes SCORE 4 et 1)*		
	G6 Élèves de SESC favorisé au score global le plus élevé (SESC4-SCORE4)	⇦ **3** ⇨	**G7** Élèves de SESC défavorisé au score global le plus élevé (SESC1-SCORE4)
	G8 Élèves de SESC favorisé au score global le plus faible (SESC4-SCORE1)	⇦ **4** ⇨	**G9** Élèves de SESC défavorisé au score global le plus faible (SESC1-SCORE1)
	Confrontation 3 *(variation selon le niveau de performance dans les groupes SESC 4 et 1)*		
	G6 Élèves de SESC favorisé au score global le plus élevé (SESC4-SCORE4)	⇦ **5** ⇨	**G8** Élèves de SESC favorisé au score global le plus faible (SESC4-SCORE1)
	G7 Élèves de SESC défavorisé au score global le plus élevé (SESC1-SCORE4)	⇦ **6** ⇨	**G9** Élèves de SESC défavorisé au score global le plus faible (SESC1-SCORE1)

[54] Pour rappel, cette analyse détermine la position hiérarchique de chacune des caractéristiques principales statistiquement significatives dans les variations des écarts de réussite.

[55] Nos graphiques sont organisés de manière à rendre immédiatement visibles les caractéristiques en fonction de leur catégorie de rattachement.

1 Confrontation des caractéristiques influentes dans les variations des écarts de réussite des deux comparaisons générales de groupes (selon SESC et niveau de performance)

Dans cette partie, nous confrontons les caractéristiques, des deux comparaisons de groupes généraux, qui entraînent des variations dans les écarts de réussite d'une part, entre les élèves selon leur SESC (favorisé vs défavorisé) tous niveaux de performance confondus (comparaison générale 1) et d'autre part, entre les élèves selon leur niveau de performance (haut vs bas) tous groupes SESC confondus (comparaison générale 2).

De cette façon, nous cherchons d'une part, à savoir si nos résultats du chapitre précédent concordent avec ceux de cette confrontation et d'autre part, à relever quelles sous-caractéristiques interviennent dans les écarts de réussite selon le SESC ou le niveau de performance.

Pour cela, nous nous intéressons à l'ensemble des caractéristiques principales qui ressortent comme significatives dans les deux comparaisons à la fois selon le SESC et le niveau de performance (cf. annexes 15 et 16) et à leur position hiérarchique dans l'analyse de dominance (cf. figure 24).

Tout d'abord, dans la **catégorie « contenus en jeu »**, nous constatons que trois caractéristiques font varier significativement les écarts de réussite entre les élèves : le type de connaissances les fait varier selon leur SESC (cf. annexe 15) alors que le type de compétence et les champs d'application les font varier selon leur niveau de performance (cf. annexe 16). La majorité des caractéristiques « contenus » font donc varier les écarts de réussite selon le **niveau de performance** des élèves.

Ensuite, dans la catégorie des **« caractéristiques intrinsèques à l'item »**, nous observons que dix d'entre elles font varier significativement les écarts de réussite entre les élèves : quatre selon leur SESC (cf. annexe 15) et six selon leur niveau de performance (cf. annexe 16). La majorité des caractéristiques « intrinsèques à l'item » font donc varier les écarts de réussite selon le **niveau de performance** des élèves. Notons surtout que quatre caractéristiques de cette catégorie entraînent une variation des écarts de réussite entre les élèves à la fois selon leur SESC et leur niveau de performance. Sur la base de l'analyse de la dominance, nous observons que deux d'entre elles (format et dépendance aux ressources) ont la même importance relative dans les écarts de réussite quels que soient les groupes d'élèves comparés (selon le SESC ou le niveau de performance). Par ailleurs, le format de l'item (1ère position) a une importance relative bien plus élevée que la dépendance aux ressources (5ème position) (cf. figure 24).

Parmi les deux autres caractéristiques, le type d'illustration joue un rôle plus important dans les variations des écarts de réussite des groupes de niveau de performance que de ceux de SESC alors qu'à l'inverse, la réponse dans l'item a plus de poids dans les variations des écarts de réussite selon le SESC des élèves.

Pour finir, dans la catégorie « raisonnement et stratégies », seule la projection fait varier significativement l'écart de réussite des élèves selon leur SESC, à partir de laquelle aucune déduction n'est possible quant au type de variation (davantage selon le SESC ou le niveau de performance).

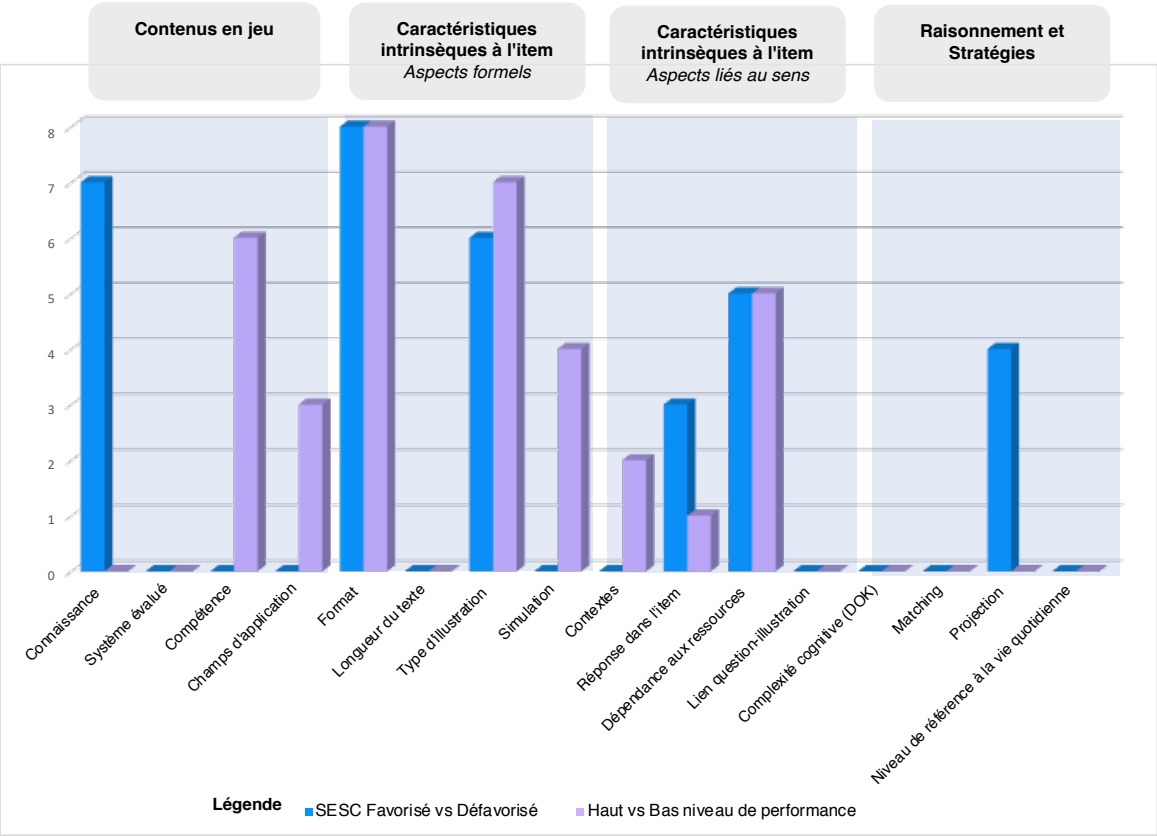


Figure 24. Niveau d'importance (analyse de la dominance) selon la position hiérarchique (de 1 à 8) des caractéristiques principales significatives dans les variations des écarts de réussite selon le SESC (Favorisé vs Défavorisé) des élèves et leur niveau de performance (Haut vs Bas).

Dans le chapitre 5, pour chacune des caractéristiques principales, nous avons pris en compte toutes les variations significatives des écarts de réussite qu'elles provoquaient, à la fois entre les groupes généraux et spécifiques.

Nous observons que nos conclusions précédentes concordent avec la plupart des résultats présentés dans ce chapitre (cf. tableau 17) et montrent que, malgré la densité de résultats obtenus, il est possible d'avoir une vision plus globale de ceux-ci et de discerner les caractéristiques qui font varier les écarts de réussite plutôt en fonction du SESC de celles qui le font selon le niveau de performance.

Toutefois, comme nous avons pu le constater avec la figure 24, toutes les caractéristiques principales de notre modèle de difficulté aux questions ne ressortent pas comme significatives des écarts de réussite entre les groupes généraux (SESC et niveau de performance). C'est le cas, par exemple, de la majorité des caractéristiques principales de la catégorie « raisonnements et stratégies » qui font varier les écarts de réussite uniquement entre les groupes spécifiques. Certaines conclusions auxquelles nous sommes arrivés dans le chapitre précédent dépendent donc des résultats observables entre les groupes spécifiques (SESC et niveau de performance confondus). Ainsi, la combinaison du SESC et du niveau de performances est tout aussi importante à considérer dans nos analyses puisqu'elle entraîne des résultats bien particuliers qu'il n'est pas toujours possible d'observer dans les groupes généraux.

Tableau 17. Comparaison de nos conclusions du chapitre 5 avec les résultats statistiquement significatifs obtenus en fonction du SESC et du niveau de performance.

	Conclusions du chapitre 5		Résultats statistiques généraux en fonction du SESC ou du niveau de performance	
Type de caractéristiques **principales…**	…dont l'influence s'effectue davantage en fonction du :		…qui entraînent des variations dans les écarts de réussite selon le :	
Caractéristiques liées au contenu en jeu dans l'item	SESC	NIVEAU DE PERFORMANCE	SESC	NIVEAU DE PERFORMANCE
1/ Type de connaissances	✕		✕	
2/ Systèmes		✕ « Systèmes vivants » (3) par rapport aux « systèmes de la Terre et de l'Univers » (1)		
3/ Type de compétences		✕		✕
4/ Champs d'application		✕		✕
Caractéristiques intrinsèques	SESC	NIVEAU DE PERFORMANCE	SESC	NIVEAU DE PERFORMANCE
Aspects formels				
5/ Format		✕	✕	✕
6/ Longueur du texte		✕		
7/ Type d'illustration			✕	✕
Schéma vs Multiples illustrations		✕	✕ (p<.10)	✕ (p<.01)
Tableau vs Absence d'illustration	✕			
8/ Simulation		✕		✕
Aspects liés au sens				
9/ Contextes		✕		✕
10/ Réponse dans l'item	✕		✕ (p<.05)	✕ (p=0.13)
11/ Dépendance aux ressources		✕	✕ (p=0.12)	✕ (p<.05)
12/ Lien question-illustration	✕			
Caractéristiques liées au raisonnement et stratégies des élèves	SESC	NIVEAU DE PERFORMANCE	SESC	NIVEAU DE PERFORMANCE
13/ Complexité cognitive (DOK)	✕			
14/ Stratégie de matching	✕			
15/ Projection	✕		✕	
16/ Niveau de référence au quotidien		✕		

Note. Les croix vertes correspondent aux résultats qui concordent exactement avec nos conclusions précédentes. Les zones grisées correspondent à une absence de résultats significatifs. Deux croix pour une même caractéristique signifient qu'elle fait varier les écarts de réussite en fonction du SESC et du niveau de performance.

Si un nombre légèrement plus important de caractéristiques principales distingue les élèves selon leur niveau de performance plutôt que leur SESC, c'est l'inverse qui se produit pour les sous-caractéristiques (cf. annexes 15 et 16).

Dans l'ensemble, les caractéristiques augmentent majoritairement les écarts de réussite. Par exemple, seule la présence de la caractéristique principale « réponse dans l'item » rapproche significativement les performances des élèves de SESC défavorisé de celles des élèves de SESC favorisé ($p<.05$) (cf. annexe 15). Un contexte sociétal-personnel dans l'item comparé à un contexte global-personnel augmente plus particulièrement les scores des élèves de bas niveau de performance par rapport à ceux d'un haut niveau de performance. Par ailleurs, l'analyse de la dominance montre que ces deux caractéristiques exercent une moindre influence dans les variations des écarts de réussite entre les groupes généraux, en comparaison à des caractéristiques comme le format ou le type de connaissances, etc.

Ainsi, un très faible nombre de caractéristiques permettent aux élèves de SESC défavorisé ou de bas niveau de performance d'augmenter suffisamment leurs scores pour rejoindre ceux obtenus par les groupes d'élèves de SESC plus favorisé ou ceux de niveau plus élevé. De plus, leur influence sur les variations des écarts de réussite est loin d'être l'une des plus importantes.

Parmi les sous-caractéristiques, nous trouvons que la présence d'une projection[56] vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique augmente l'écart de réussite entre les élèves selon leur SESC, par rapport à des items dans lesquels aucune projection n'est suggérée par le contexte ($p<.10$). D'ailleurs le chevauchement de deux contextes dans un item « dépendant aux ressources » augmente plus significativement l'écart de réussite selon le niveau de performance ($p<.01$) des élèves que leur SESC ($p<.10$).

Comme nous l'avons déjà précisé, une comparaison des groupes généraux (selon le SESC ou le niveau de performance des élèves) ne suffit pas à montrer la subtilité des résultats qui combinent à la fois le SESC et le niveau de performance des élèves. C'est pourquoi, pour le reste de ce chapitre, nous développons les résultats des deux autres confrontations : celle qui confronte l'influence du SESC dans les groupes de niveau de performance haut ou bas et celle qui, à l'inverse, compare l'influence du niveau de performance dans les groupes de SESC favorisé ou défavorisé (cf. tableau 16).

[56] Pour rappel, sa présence dans le contexte de la question incite les élèves à se projeter et à concevoir le point de vue d'une communauté plus ou moins proche de leur propre vie (communauté proche, de savoir-faire, de professions représentant une autorité scientifique ou projection double).

2 Confrontation des caractéristiques influentes dans les variations des écarts de réussite selon le SESC des élèves de niveau de performance haut ou bas

Confronter les caractéristiques qui font varier les écarts de réussite selon le SESC des élèves dans le groupe de haut puis de bas niveau de performance nous semble particulièrement intéressant pour repérer des distinctions ou des similitudes entre les deux groupes. Autrement dit, nous cherchons à identifier si ce sont les mêmes caractéristiques qui font varier les écarts de réussite selon le SESC des élèves d'un niveau de performance distinct ou si des différences apparaissent. Les tableaux 18 et 19 présentent à la fois les caractéristiques principales (ordonnées selon leur position dans l'analyse de la dominance) et les sous-caractéristiques qui entraînent des variations significatives dans les écarts de réussite.

Parmi toutes ces caractéristiques, nous pouvons observer celles qui augmentent ou diminuent significativement les écarts de réussite selon le SESC (favorisé vs défavorisé) des élèves de haut niveau de performance (cf. tableau 18) ou de bas niveau de performance (cf. tableau 19). Ainsi, ces deux tableaux présentent l'intérêt de confronter les caractéristiques qui font varier de manière statistiquement significative les écarts de réussite selon le SESC des élèves, **ce qui constitue le cœur de cette recherche**, et ce à la fois pour le niveau de performance haut (cf. tableau 18) et le niveau de performance bas (cf. tableau 19). Cela nous permet d'observer la manière dont les caractéristiques font varier les écarts de réussite (augmentation ou diminution de l'écart).

Nous constatons que le nombre de caractéristiques principales qui diminuent l'écart de réussite selon le SESC des élèves est proportionnellement plus important parmi les élèves de haut niveau de performance (6 caractéristiques sur 10) (cf. tableau 18) que pour ceux de bas niveau de performance (3 caractéristiques sur 6) (cf. tableau 19). De plus, ces caractéristiques ont pour effet, le plus souvent, d'augmenter les scores des élèves de haut niveau de performance et de SESC défavorisé leur permettant ainsi de se rapprocher de celles de leurs homologues de SESC favorisé. Parfois, la diminution des écarts est aussi due, comme nous avons déjà pu l'évoquer, à des caractéristiques plus particulièrement difficiles pour les élèves de SESC favorisé et dont le niveau est élevé. En revanche, toutes les caractéristiques principales qui diminuent les écarts de réussite selon le SESC des élèves de bas niveau de performance sont significativement plus défavorables aux scores des élèves de SESC favorisé provoquant un glissement vers les scores, également en baisse, obtenus par les élèves de SESC défavorisé (cf. tableau 19).

L'analyse de la dominance montre que les trois premières caractéristiques les plus influentes sur la variation des écarts de réussite selon le SESC des élèves de haut niveau de performance font partie de trois catégories différentes : des « caractéristiques intrinsèques à l'item » (aspects formels), des « raisonnement et stratégies » et des « contenus en jeu ».

En revanche, pour les élèves de bas niveau de performance, il ne s'agit que de la catégorie des « caractéristiques intrinsèques à l'item » (aspects formels et liés au sens) (cf. annexe 17). Il semble donc que les variations dans les écarts de réussite selon le SESC s'expliquent le plus fortement par l'effet d'une unique catégorie de caractéristique pour les élèves de bas niveau de performance.

Lorsque les sous-caractéristiques, qui interviennent dans les variations des écarts de réussite selon le SESC sont de même type, pour les élèves de bas et de haut niveau de performance, ce ne sont généralement pas les mêmes modalités de ces caractéristiques qui font la différence selon leur SESC. Par exemple, le « type de projection » augmente l'écart de réussite selon le SESC des élèves de haut comme de bas niveau de performance mais ce n'est pas le même type de projection qui crée une disparité. En effet, c'est la projection vers une communauté de savoir par rapport à une double projection qui provoque une différence selon le SESC des élèves de haut niveau de performance (cf. tableau 18) alors que c'est plutôt la projection vers une communauté proche comparée à une absence de projection qui creuse l'écart selon le SESC des élèves de bas niveau de performance (cf. tableau 19). Il en va de même pour le « lien question-illustration » puisqu'un lien « implicite » comparé à « explicite » a tendance à rapprocher les élèves de haut niveau de performance selon leur SESC ($p=0.11$) car les performances des élèves de SESC favorisé semblent être impactées plus négativement ($\beta= -.065$) que celles des élèves de SESC défavorisé ($\beta=.009$) (cf. tableau 18). C'est plutôt un lien « explicite » par rapport à une absence de lien qui distingue les élèves de bas niveau de performance selon leur SESC mais avec une significativité très tendancielle et donc discutable ($p= 0.14$). Dans ce cas, cette caractéristique semble plutôt impacter plus négativement les performances des élèves de SESC défavorisé ($\beta= -.014$) que de SESC favorisé ($\beta= .124$) (cf. tableau 19).

Les sous-caractéristiques qui influencent les variations des écarts de réussite selon le SESC d'un des groupes (haut ou bas niveau de performance) peuvent ne pas avoir d'effet dans l'autre groupe. C'est le cas pour les contextes des items « dépendants aux ressources » qui diminuent les écarts de réussite selon leur SESC des élèves de bas niveau de performance alors que cette caractéristique n'a aucun effet selon le SESC des élèves de haut niveau. Il en va de même pour le « matching de mots aidant[57]», c'est-à-dire orientant les élèves vers la réponse attendue, qui différencie uniquement les élèves de bas niveau de performance selon leur SESC ($p<.05$) et dont les élèves de SESC favorisé bénéficient davantage ($p<.05$) (cf. tableau 19).

[57] Pour rappel, le « matching » de mots dans un item signifie la correspondance de termes entre la question et les réponses possibles proposées.

Tableau 18. Caractéristiques et sous-caractéristiques influentes dans les variations des écarts de taux de réussite selon le SESC (favorisé vs défavorisé) des élèves de haut niveau de performance (SCORE 4).

SCORE 4 **SESC4**		**7 caractéristiques** *4 sous-caractéristiques*		SCORE 4 **SESC1**
(β= –.075)	←	**1 DOK***** Niveau 3 vs Niveau 1	→	DOK 3 < DOK 1** (β= –.249)
(β= –.034)	←	**2 Type d'illustration**** Tableau vs Absence d'illustration	→	(β= –.136)
Schéma > Multiples* (β= .187)	→	Schéma vs Multiples illustrations	←	Schéma > Multiples*** (β= .286)
Interpréter des données de manière scientifique > Expliquer des phénomènes scientifiques** (β= .261)	→	**3 Type de compétences***** Interpréter des données de manière scientifique vs Expliquer des phénomènes scientifiques	←	Interpréter des données de manière scientifique > Expliquer des phénomènes scientifiques*** (β= .409)
(β= .147)	→	Interpréter des données de manière scientifique vs Évaluer et concevoir des recherches scientifiques	←	Interpréter des données de manière scientifique > Évaluer et concevoir des recherches scientifiques** (β= .284)
(β= .096)	→	**4 Niveau de référence à la vie quotidienne (p=0.10)** Niveau élevé vs niveau faible	←	Niveau élevé > niveau faible* (β= .154)
(β= .035)	←	**5 Champs d'application*** Risques vs Frontières de la science et de la technologie	→	(β= –.039)
Systèmes physiques < Systèmes Terre Univers* (β= –.184)	→	**6 Systèmes évalués*** Systèmes physiques vs Systèmes Terre Univers	←	(β= –.068)
Systèmes vivants < Systèmes Terre Univers (p= 0.10) (β= –.180)	→	Systèmes vivants vs Systèmes Terre Univers	←	(β= –.068)
(β= .196)	←	**7 Type de connaissances (p=0.11)** Contenu vs Épistémique	→	(β= .042)
Communauté savoir < Double projection*	←	***Type de projection*** C.AS vs Double projection**	→	C.AS < Double projection***
(β= –.125)	←	Communauté proche vs Double projection*	→	Communauté proche < Double projection*
(β= .120)	←	C.AS vs Absence de projection (p=0.14)	→	(β= .032)
(β= .075)	←	***Projection directe/indirecte**** Directe vs Absence de projection	→	(β= –.018)
(β= –.065)	→	***Lien Question-Illustration (p=0.11)*** Lien implicite vs Lien explicite	←	(β= .009)
Épistémique < Système Terre Univers*	→	***Connaissance selon système (p=0.14)*** Connaissance épistémique vs Systèmes Terre Univers (des connaissances de contenu)	←	⦸

Note. SCORE 4 SESC 4 : Groupe d'élèves de niveau de performance haut et de SESC favorisé ; SCORE 4 SESC 1 : Groupe d'élèves de niveau de performance haut et de SESC défavorisé ; (→ ←) Diminution de l'écart entre les deux groupes comparés ; (← →) Augmentation de l'écart entre les deux groupes comparés ; (<) Diminution des performances dans le groupe concerné ; (>) Augmentation des performances dans le groupe concerné ; Niveau de signification : ***p<.01, **p<.05, *p<.10 ; (β) Coefficients de regression standardisé (Bêta); Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects formels ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects liés au sens ; Caractéristiques liées aux contenus dans la tâche ; Raisonnements et stratégies des élèves ; ⦸ coefficients Bêta indisponibles ; C.AS. Projection vers une Communauté de professions représentant une Autorité Scientifique.

Tableau 19. Caractéristiques et sous-caractéristiques influentes dans les variations des écarts de taux de réussite selon le SESC (favorisé vs défavorisé) des élèves de bas niveau de performance (SCORE 1).

SCORE 1 **SESC4**		**6 caractéristiques** *5 sous-caractéristiques*		SCORE 1 **SESC1**
Ouvert < Simple*** (β= –.443)	←	**1 Format***** Réponse ouverte vs Choix multiple simple	→	Ouvert < Simple*** (β= –.702)
(β= .005)	←	**2 Lien Question-illustration** Lien vs Aucun lien (p= 0.15)	→	(β= –.136)
Schéma < Multiples* (β= –.173)	→	**3 Type d'illustration** (p= 0.11) Schéma vs Multiples	←	(β= –.085)
Dépendance < Indépendance***	→	**4 Dépendance***** Dépendance vs Indépendance	←	Dépendance < Indépendance*
Longueur du texte < *** (β= –.232)	→	**5 Longueur du texte** (p= 0.13)	←	Longueur du texte <*** (β= –.183)
(β=.062)	←	**6 Matching*** Présence vs Absence	→	(β= –.017)
Matching aidant > Aucun matching**	←	***Type de matching**** Aidant vs Aucun matching	→	Matching aidant > Aucun matching (p= 0.14)
Communauté proche > Absence de projection**	←	***Type de projection (p= 0.12)*** Communauté proche vs Absence de projection	→	Communauté proche > Absence de projection (p= 0.12)
(β= .124)	←	***Lien Question-illustration (p= 0.14)*** Explicite vs Aucun Lien	→	(β= –.014)
		Contextes pour items dépendants aux ressources		
Sociétal global (items dépendants) < contexte 2nd plan***	→	Sociétal global vs contexte 2nd plan**	←	Sociétal global (items dépendants) < contexte 2nd plan**
Sociétal (items dépendants) < contexte 2nd plan***	→	Sociétal vs contexte 2nd plan***	←	(β= –.098)
Global (items dépendants) < contexte 2nd plan***	→	Global vs contexte 2nd plan**	←	Global (items dépendants) < contexte 2nd plan*
Global personnel < contexte 2nd plan**	→	Global personnel vs contexte 2nd plan**	←	(β= –.068)
Sociétal personnel < contexte 2nd plan**	→	Sociétal personnel vs contexte 2nd plan*	←	(β= –.095)
		Contextes (simple ou double) pour items dépendants aux ressources		
Contexte simple < contexte 2nd plan***	→	Contexte simple vs contexte 2nd plan***	←	Contexte simple < contexte 2nd plan*
Contexte double < contexte 2nd plan***	→	Contexte double vs contexte 2nd plan**	←	Contexte double < contexte 2nd plan**

Note. SCORE 1 SESC 4 : Groupe d'élèves de niveau de performance bas et de SESC favorisé ; SCORE 1 SESC 1 : Groupe d'élèves de niveau de performance bas et de SESC défavorisé ; (→ ←) Diminution de l'écart entre les deux groupes comparés ; (← →) Augmentation de l'écart entre les deux groupes comparés ; (<) Diminution des performances dans le groupe concerné ; (>) Augmentation des performances dans le groupe concerné ; Niveau de signification : ****p*<.01, ***p*<.05, **p*<.10 ; (β) Coefficients de régression standardisé (Bêta) ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects formels ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects liés au sens ; Raisonnements et stratégies.

En analysant l'ensemble des caractéristiques principales qui font varier les écarts de réussite selon le SESC des élèves du groupe de haut et de bas niveau de performance, il est intéressant de constater que leur nombre n'est pas équivalent dans chacune des trois catégories (cf. figure 25).

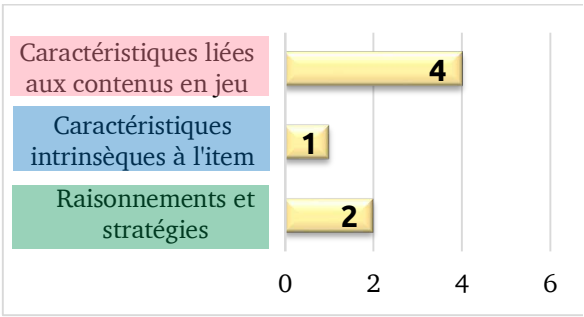
Tout d'abord, toutes les caractéristiques principales de la catégorie **« contenus en jeu »** entraînent uniquement une variation de l'écart de réussite selon le SESC des **élèves de haut niveau de performance**.

Ensuite, dans la catégorie des **« caractéristiques intrinsèques à l'item »**, un nombre majoritairement plus important d'entre elles interviennent dans la variation des écarts de réussite selon le SESC des **élèves de bas niveau de performance**.

Enfin, dans la catégorie « raisonnement et stratégies », un nombre à peu près équivalent de caractéristiques interviennent dans les variations des écarts de réussite selon le SESC des élèves de bas comme de haut niveau de performance. Néanmoins, elles ne sont pas de même type dans les deux groupes d'élèves, puisque ce sont la **« complexité cognitive »** et le niveau de **« référence à la vie quotidienne »** qui font varier les écarts de réussite selon le SESC des **élèves de haut niveau de performance** alors que c'est le **« matching »** pour ceux de **bas niveau de performance.**

Confrontation des caractéristiques principales selon **leur influence selon le SESC** dans chacun des groupes de niveau de performance

Caractéristiques principales faisant varier significativement les écarts de réussite entre les élèves de **haut niveau de performance** selon leur SESC

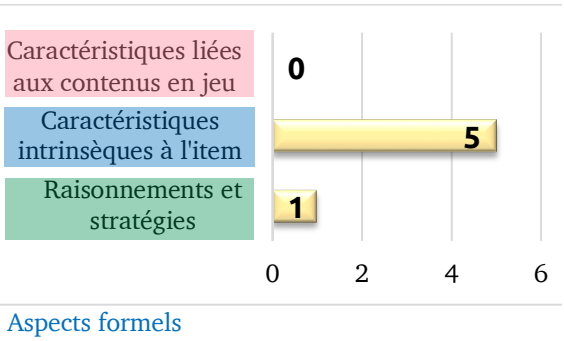


1. Connaissances (p=0.11) ↗
2. Compétences*** ↘
3. Systèmes évalués* ↘
4. Champs d'application* ↗

Type d'illustration** ↗

1. Niveau de complexité cognitive ou DOK (Depth of Knowledge) *** ↗
2. Niveau de référence à la vie quotidienne (p=0.10) ↘

Caractéristiques principales faisant varier significativement les écarts de réussite entre les élèves de **bas niveau de performance** selon leur SESC



Aspects formels

1. Format de l'item*** ↗
2. Type d'illustration (p=0.11) ↘
3. Longueur du texte (p=0.13) ↘

Aspects liés au sens

4. Lien question-illustration (p=0.11) ↗
5. Dépendance*** ↘

Matching* ↗

Figure 25. Nombre et type de caractéristiques, dans chaque catégorie, qui font varier les écarts de réussite selon le SESC des élèves de haut ou bas niveau de performance en sciences.

Note. (↗) caractéristiques qui augmentent l'écart de réussite ; (↘) caractéristiques qui diminuent l'écart de réussite.

3 Confrontation des caractéristiques influentes dans les variations des écarts de réussite selon le niveau de performance des élèves au sein du groupe SESC favorisé versus défavorisé

Cette dernière confrontation est tout aussi intéressante que la précédente étant donné qu'elle permet d'examiner les caractéristiques qui font varier les écarts de réussite selon, cette fois, le niveau de performance des élèves de SESC favorisé et de SESC défavorisé. Nous cherchons là-encore à repérer des similitudes ou des distinctions entre les deux comparaisons de groupes.

En analysant l'ensemble des caractéristiques principales qui font varier les écarts de réussite selon le niveau de performance des élèves du groupe de SESC favorisé et défavorisé, il est intéressant de constater, au même titre que la confrontation précédente, que leur nombre n'est pas équivalent dans chacune des trois catégories (cf. figure 26).

Tout d'abord, dans la catégorie **« contenus en jeu »**, les caractéristiques entraînent uniquement une variation de l'écart de réussite selon le niveau de performance des **élèves de SESC défavorisé**. Étant donné que certaines d'entre elles (e.g. compétences) augmentent plus significativement les scores des élèves de haut niveau de performance et de SESC défavorisé que favorisé, il est logique d'observer que ces mêmes caractéristiques distinguent à leur tour, selon le niveau de performance, les seuls élèves de SESC défavorisé.

Ensuite, dans la catégorie « raisonnement et stratégies » aucune caractéristique ne fait varier les écarts de réussite selon le niveau de performance des élèves de SESC favorisé comme défavorisé.

Enfin, dans la catégorie « caractéristiques intrinsèques à l'item », un nombre à peu près équivalent de caractéristiques interviennent dans les variations des écarts de réussite selon le niveau de performances des élèves de SESC favorisé comme défavorisé. De plus, elles sont le plus souvent de même type dans les deux groupes d'élèves de SESC favorisé et défavorisé. Néanmoins, l'analyse de la dominance nous permet de déterminer celles dont l'influence est la plus forte sur les écarts de réussite selon le niveau de performance. Parmi les cinq caractéristiques principales communes aux deux groupes (cf. figure 26), la « dépendance aux ressources », « simulation » et les « contextes » font davantage varier les écarts de réussite selon le niveau de performance des élèves de SESC favorisé (cf. annexe 18) alors que ce sont le « format de la question » et le « type d'illustration » pour les élèves de SESC défavorisé.

Parmi elles, celles qui exercent, comparées aux autres, la plus forte influence sur la variation des écarts de réussite selon le niveau de performance des élèves, sont la « dépendance aux ressources » (aspects liés au sens) pour les élèves de SESC favorisé (cf. annexe 19) et le « format de la question » (aspects formels) pour les élèves de SESC défavorisé (cf. annexe 20). Ainsi, bien que la catégorie de « caractéristiques intrinsèques à l'item » soit commune aux deux groupes SESC, ce ne sont pas les mêmes aspects qui font le plus varier les écarts de réussite selon le niveau de performance des élèves.

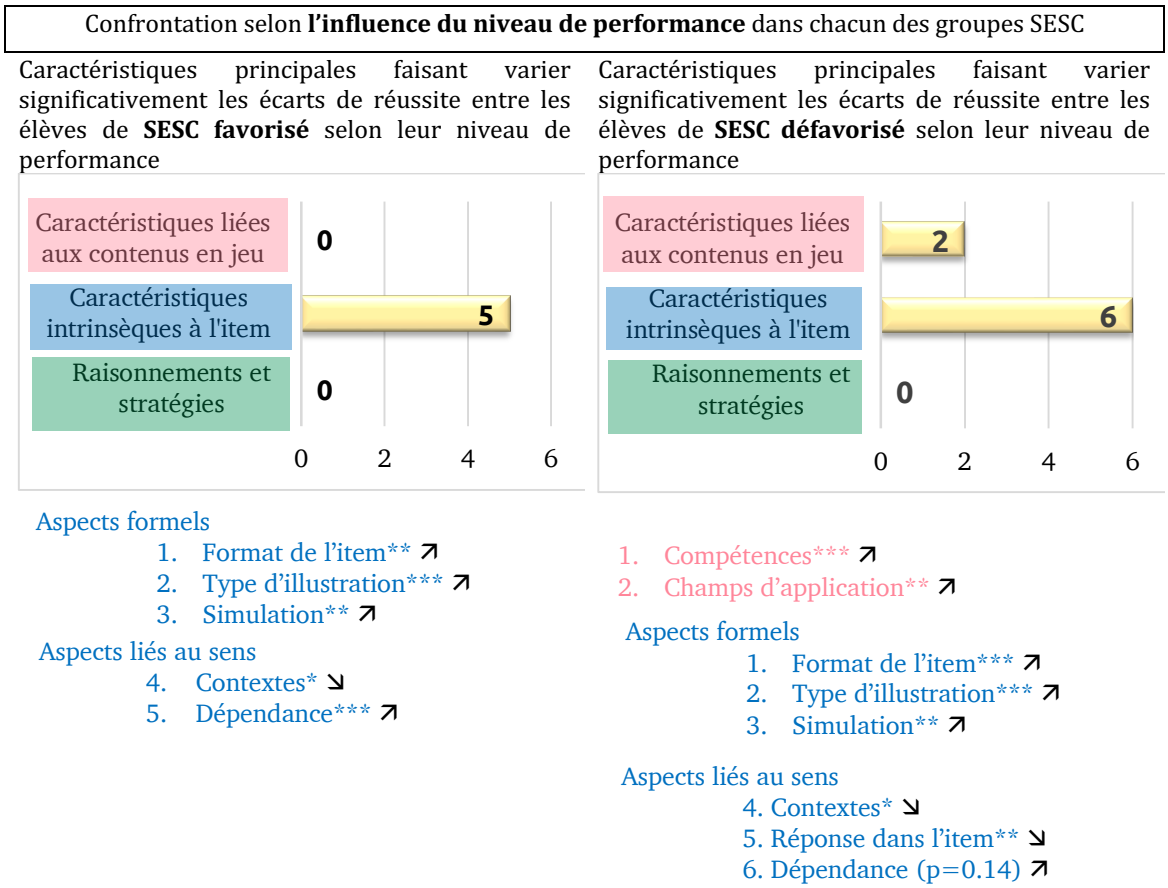


Figure 26. Nombre et type de caractéristiques, dans chaque catégorie, qui font varier les écarts de réussite selon le niveau de performance en sciences des élèves de SESC favorisé ou défavorisé.

Note. (↗) caractéristiques qui augmentent l'écart de réussite ; (↘) caractéristiques qui diminuent l'écart de réussite.

Plus globalement, dans les deux groupes (SESC favorisé et défavorisé), nous constatons que les caractéristiques ont tendance à davantage creuser plutôt qu'à diminuer les écarts de réussite selon le niveau de performance des élèves. De plus, elles sont la plupart du temps plus en défaveur des élèves de bas niveau que de haut niveau de performance ce qui rejoint nos constatations effectuées à partir des groupes généraux (confrontation 1).

En ce qui concerne plus spécifiquement les sous-caractéristiques, certaines d'entre elles ont le même effet sur les écarts de réussite dans les deux groupes SESC. Nous remarquons notamment que la double projection[58] comparée à une projection vers une communauté de savoir-faire augmente les écarts de réussite selon le niveau de performance des élèves en faveur de ceux de haut niveau à la fois au sein du groupe d'élèves de SESC favorisé et défavorisé ($p<.10$).

D'autres sous-caractéristiques entraînent un écart de réussite plus significatif dans un groupe que dans l'autre. Par exemple, les contextes, pour les items « dépendants aux ressources » comparés aux contextes au second plan (items « indépendants aux ressources »), augmentent davantage les écarts de réussite en fonction du niveau de performance des élèves de SESC favorisé que défavorisé.

Enfin, certaines sous-caractéristiques n'ont un impact sur les écarts de réussite qu'au sein d'un seul des deux groupes SESC.

Par exemple, un lien question-illustration « implicite » par rapport à « explicite » ne concerne que les élèves de SESC défavorisé et a tendance à augmenter l'écart de réussite selon leur niveau de performance ($p<.10$). Un lien implicite entre la question et l'illustration rend l'item plus difficile aux élèves de bas niveau de performance par rapport à ceux d'un niveau plus élevé ($p<.05$). La stratégie de « matching invalidant », c'est-à-dire orientant les élèves vers une réponse erronée, a aussi tendance à différencier seulement les élèves de SESC défavorisé selon leur niveau de performance ($p=0.10$). Plus précisément, ce sont les scores des élèves de bas niveau de performance les plus impactés négativement par cette caractéristique ($p<.10$) (cf. annexe 20).

4 Identification des facilités et difficultés qui distinguent chaque profil d'élèves des autres profils

Comme nous avons déjà pu l'évoquer, une meilleure identification des facilités et difficultés rencontrées sur différents plans pour chacun de ces groupes, en comparaison à d'autres, pourrait être bénéfique aux enseignant·e·s afin d'adapter le contenu proposé aux élèves (Dermitzaki et al., 2008). Nous proposons donc, à partir de nos différents résultats statistiques, de dresser une liste de ces facilités et difficultés pour tous les groupes spécifiques afin de mieux cibler le mode de fonctionnement qui les distingue des autres groupes lors de la réalisation de tâche en sciences (cf. tableaux 20, 21, 22, 23).

Les facilités et difficultés sont déterminées à partir des caractéristiques principales et des sous-caractéristiques en fonction de leur effet sur les performances des groupes. Nous sélectionnons uniquement celles qui **distinguent** particulièrement les élèves d'un groupe à celles des autres.

[58] C'est-à-dire lorsque deux projections vers une communauté différente (communauté proche ou de savoir-faire ou professions représentant une autorité scientifique) apparaissent dans un même contexte.

Les caractéristiques de la catégorie « difficultés » sont des points qui restent encore à travailler particulièrement avec les élèves. Autrement dit, ce sont des caractéristiques d'items qui représentent des obstacles à la réussite et pour lesquelles il est nécessaire de proposer un étayage aux élèves afin qu'ils parviennent à les surmonter.

Les caractéristiques de la catégorie « facilités » sont celles qui ont été particulièrement bénéfiques à la réussite des élèves au point parfois, pour ceux les moins performants, de **rapprocher leurs résultats des élèves les plus performants.** Nous estimons qu'il est tout aussi important d'identifier les caractéristiques qui facilitent particulièrement la réussite des élèves afin de pouvoir contrebalancer les difficultés.

4.1 Profil d'élèves de SESC favorisé et de haut niveau de performance

Tableau 20. Facilités et difficultés spécifiques aux élèves de SESC favorisé et de haut niveau de performance en comparaison à l'ensemble des autres élèves de notre échantillon.

SESC Favorisé et Haut niveau de performance	
Facilités	**Difficultés**
En comparaison à l'ensemble des autres groupes	*En comparaison à l'ensemble des autres groupes*
• Connaissances procédurales • Simulation	• Systèmes physiques • Connaissances épistémiques

Les facilités

Les connaissances procédurales par rapport à celles épistémiques sont particulièrement profitables aux élèves de haut niveau de performance et de SESC favorisé ($p<.05$) par rapport à l'ensemble des autres groupes. La simulation est aussi favorable aux performances de ces élèves puisque comme le montrent (à titre indicatif) les coefficients Bêta, nous observons que les élèves de niveau de score élevé et de SESC favorisé sont un peu plus enclins à profiter de la présence d'une simulation dans l'item ($\beta= .187$, $p<.10$), comparés aux élèves de même niveau et de SESC défavorisé ($\beta= .181$, $p<.10$).

Les difficultés

Malgré leur haut niveau de performance, certaines caractéristiques affectent tout de même la réussite de ces élèves de SESC favorisé et celles-ci font partie de la catégorie liée aux « contenus en jeu ». Plus précisément, ce sont particulièrement les systèmes « physiques » en comparaison aux systèmes « Terre et Univers » qui entraînent un affaiblissement de leurs performances ($p<.10$). De plus, les connaissances épistémiques, lorsqu'elles sont comparées aux items de connaissance de contenu relevant des systèmes de la Terre et Univers, peuvent aussi impacter les performances de ces élèves ($p<.10$).

Ces deux caractéristiques impactent donc négativement la réussite des élèves de haut niveau et de SESC favorisé à tel point que leurs performances ont tendance à glisser vers celles des élèves de même niveau et de SESC défavorisé indiquant dans ce cas que leur SESC favorisé ne leur permet pas de surpasser la difficulté entraînée par ces deux caractéristiques.

4.2 Profil d'élèves de SESC défavorisé et de haut niveau de performance

Tableau 21. Facilités et difficultés spécifiques aux élèves de SESC défavorisé et de haut niveau de performance en comparaison à deux autres groupes : celui de SESC favorisé et de haut niveau de performance et celui de SESC défavorisé et de bas niveau de performance.

SESC Défavorisé et Haut niveau de performance	
Facilités	**Difficultés**
En comparaison aux groupes d'élèves de : *1. SESC favorisé et de haut niveau de performance* *2. SESC défavorisé et de bas niveau de performance*	*En comparaison au groupe d'élèves de SESC favorisé et de haut niveau de performance*
• Compétence « Interpréter les données et faits de manière scientifique » *(1 et 2)* • Schéma *(1 et 2)* • Niveau de référence à la vie quotidienne élevé *(1)*	• Projection vers « communauté de savoir » • Niveau de complexité cognitive élevé (ou DOK)

Les facilités

Les élèves de SESC défavorisé et de haut niveau scolaire maîtrisent la compétence de type « Interpréter les données et faits de manière scientifique » comparée aux deux autres compétences « Expliquer un phénomène scientifique » et « Évaluer et concevoir des recherches scientifiques » ($p<.01$). L'illustration de type « schéma », par rapport à de multiples illustrations, augmente aussi leurs performances ($p<.01$) tout comme un niveau de référence à la vie quotidienne élevé a tendance à le faire ($p<.10$). Ils bénéficient également de l'illustration schéma et de la référence à la vie quotidienne.

Ces trois caractéristiques permettent ainsi aux élèves de SESC défavorisé et de haut niveau de performance de se rapprocher des scores obtenus par les élèves de même niveau de performance et de SESC favorisé ce qui les amènent à se distinguer des élèves de même SESC et de plus bas niveau pour les deux premières caractéristiques. Il semble donc que, pour ces caractéristiques, le niveau de performance élevé des élèves de SESC défavorisé leur donne la possibilité de surpasser l'effet du SESC et de rattraper, en termes de réussite, ceux de niveau similaire et de SESC favorisé.

Les difficultés

Ces élèves de haut niveau de performance et de SESC défavorisé restent tout de même affectés par certaines caractéristiques. La projection vers « une communauté de savoir » comparée à une projection « double » fait particulièrement baisser leurs scores ($p<.01$). Un niveau de complexité cognitive (ou DOK) élevé dans l'item par rapport à un niveau faible impacte aussi leurs performances ($p<.05$).

Ces deux caractéristiques nuisent tellement aux performances des élèves de haut niveau de performance et de SESC défavorisé que leurs performances se séparent très largement de celles des élèves de même niveau et de SESC favorisé au point de rejoindre celles, au sein du SESC défavorisé, des élèves de niveau plus bas que le leur. Ainsi, un haut niveau de performance ne permet pas aux élèves de SESC défavorisé de surmonter la difficulté rencontrée face à ces caractéristiques.

4.3 Profil d'élèves de SESC favorisé et de bas niveau de performance

Tableau 22. Facilités et difficultés spécifiques aux élèves de SESC favorisé et de bas niveau de performance en comparaison aux élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance.

SESC Favorisé et Bas niveau de performance	
Facilités	**Difficultés**
En comparaison aux groupes d'élèves de : SESC défavorisé et de bas niveau de performance	*En comparaison aux groupes d'élèves de : SESC défavorisé et de bas niveau de performance*
• Stratégie de matching aidante • Projection vers « communauté proche »	• La dépendance aux ressources • Schéma

Les facilités

Les élèves de SESC et de bas niveau de performance sont plus disposés que les élèves de même niveau et de SESC défavorisé à bénéficier d'un matching aidant dans l'item ($p<.05$). La projection vers une communauté proche leur permet aussi d'augmenter leurs performances ($p<.05$).

Ces deux caractéristiques permettent ainsi aux élèves de SESC favorisé et de haut niveau de performance de se distinguer des scores obtenus par les élèves de même niveau de performance et de SESC défavorisé. Il semble donc que, pour ces caractéristiques, le niveau de performance élevé des élèves de SESC défavorisé leur donne la possibilité de surpasser l'effet du SESC et de rattraper, en termes de réussite, ceux de niveau similaire et de SESC favorisé.

Les difficultés

Malgré leur SESC favorisé, certaines caractéristiques peuvent faire chuter les performances de ces élèves de bas niveau de performance. La « dépendance aux ressources » entraîne plus particulièrement une baisse de leurs scores ($p<.01$). L'illustration « schéma » comparée à de « multiples » illustrations, les abaisse aussi mais dans une moindre mesure ($p<.10$).

Ces résultats indiquent donc que le SESC favorisé ne permet pas à ces élèves de bas niveau de performance de surmonter la difficulté que peuvent présenter pour eux ces quatre caractéristiques. En effet, celles-ci les éloignent des performances obtenues par les élèves au SESC identique mais de plus haut niveau et les rapprochent des élèves de niveau identique et de SESC défavorisé.

4.4 Profil d'élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance

Tableau 23. Facilités et difficultés spécifiques aux élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance en comparaison à deux autres groupes : celui de SESC favorisé et de bas niveau de performance et celui de SESC défavorisé et de haut niveau de performance.

SESC Défavorisé et Bas niveau de performance	
Facilités	**Difficultés**
En comparaison aux groupes d'élèves de : *SESC défavorisé et de haut niveau de performance*	*En comparaison aux groupes d'élèves de :* *1. SESC favorisé et de bas niveau de performance* *2. SESC défavorisé et de haut niveau de performance*
• Réponse dans l'item	• Format à réponse ouverte *(1 et 2)* • Stratégie de matching invalidant *(2)* • Lien question-illustration implicite *(2)*

Les facilités

La présence d'une réponse dans l'item est la seule caractéristique qui permet aux élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance d'augmenter fortement leurs scores ($p<.05$) et ainsi rejoindre les performances d'élèves de même SESC et de niveau de performance plus haut.

Les difficultés

Le format de l'item à réponse ouverte semble impacter très lourdement les performances de ces élèves ($p<.01$) ayant pour effet de les éloigner des élèves de même niveau et de SESC favorisé mais aussi de ceux de même SESC et de niveau plus élevé. Un lien question-illustration implicite comparé au lien explicite entraîne aussi une baisse importante de leurs performances ($p<.05$) ce qui les éloigne d'autant plus des élèves de même SESC et de haut niveau de performance. C'est également le cas du matching invalidant comparé à l'absence de matching puisque cette caractéristique a tendance à faire chuter leurs scores ($p<.10$).

L'ensemble des facilités et des difficultés, selon le profil des élèves déterminé à partir du croisement de leur SESC (Favorisé ou Défavorisé) et de leur niveau scolaire en sciences (Haut ou Bas), sont ainsi répertoriées dans le tableau 24.

Nous constatons que les facilités des élèves de haut niveau de performance concernent en grande majorité les mêmes catégories. En revanche leurs difficultés ne se situent pas au niveau des mêmes caractéristiques selon leur SESC.

Les difficultés des élèves de SESC favorisé se trouvent dans la catégorie « contenu en jeu » alors que celles des élèves de SESC défavorisé se situent dans la catégorie « raisonnement et stratégies ».

À l'inverse, les élèves de bas niveau de performance selon leur SESC partagent des difficultés issues des mêmes catégories de caractéristiques et ce n'est pas le cas de leurs facilités. Celles des élèves de SESC favorisé concernent la catégorie de « raisonnement et stratégies » alors que la seule facilité des élèves de SESC se rapporte aux aspects liés au sens de la catégorie des « caractéristiques intrinsèques à l'item ».

Tableau 24. Récapitulatif des facilités et des difficultés selon le profil des élèves déterminé à partir d'un mixte de leur SESC (Favorisé ou Défavorisé) et de leur niveau scolaire en sciences (Haut ou Bas).

	SESC Favorisé	SESC Défavorisé
Haut niveau de performance	**Facilités** • Connaissances procédurales • Simulation **Difficultés** • Systèmes physiques • Connaissances épistémiques	**Facilités** • Compétence « Interpréter les données et faits de manière scientifique » • Schéma • Niveau de référence à la vie quotidienne élevé **Difficultés** • Projection vers « communauté de savoir » • Niveau de complexité cognitive élevé (ou DOK)
Bas niveau de performance	**Facilités** • Matching aidant • Projection vers « communauté proche » **Difficultés** • La dépendance aux ressources • Schéma	**Facilités** • Réponse dans l'item **Difficultés** • Format à réponse ouverte • Matching invalidant • Lien question-illustration implicite

Note. Le code couleur utilisé pour chaque caractéristique correspond à une des trois catégories : catégorie des « contenus en jeu » ; catégorie des « caractéristiques intrinsèques à l'item » subdivisée en aspects formels et les aspects liés au sens ; catégorie des « raisonnements et stratégies ».

5 Conclusion générale de l'étude quantitative

De cette analyse quantitative, nous en retenons que, de manière globale, la catégorie « raisonnement et stratégies » semble avoir davantage d'influence sur les écarts de réussite selon le SESC des élèves alors que celles des « caractéristiques intrinsèques à l'item » et des « contenus en jeu » sont plutôt liées au niveau de performance des élèves.

L'ensemble des résultats des confrontations 2 et 3 sont récapitulés dans le tableau 25 dans lequel nous retrouvons d'une part, les caractéristiques principales classées selon leur niveau d'influence sur les écarts de réussite (analyse de la dominance) et d'autre part, les sous-caractéristiques, non classées selon l'analyse de la dominance mais, qui sont toutes aussi importantes pour interpréter nos résultats.

Il ressort que les caractéristiques principales distinguant le plus les élèves selon leur SESC sont, pour les élèves de haut niveau, davantage en lien avec les « contenus en jeu » et la complexité du raisonnement alors qu'elles portent davantage sur les « caractéristiques intrinsèques à l'item » pour les élèves de bas niveau. Autrement dit, pour ces derniers, les écarts de réussite selon leur SESC portent sur la compréhension du savoir et la construction de sens de la question. Par ailleurs, dans chaque groupe SESC, ce sont majoritairement les mêmes caractéristiques intrinsèques à l'item qui font varier les écarts de réussite des élèves selon leur niveau de performance. Néanmoins, l'analyse de la dominance indique que la caractéristique qui creuse le plus fortement l'écart de réussite selon le niveau de performance des élèves porte sur le format de la question (relative aux aspects formels) pour ceux de SESC défavorisé et sur la dépendance aux ressources (relative aux aspects liés au sens) pour ceux de SESC favorisé.

Des résultats obtenus sur les sous-caractéristiques, il en apparaît deux particulièrement notables, portant sur la catégorie « raisonnements et stratégies » et qui révèlent une différence selon le SESC :

1. Le type de projection augmente les écarts de réussite selon le SESC différemment dans les deux groupes de niveau. Il s'agit de la projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique pour les élèves de haut niveau de performance et de la projection vers une communauté proche pour les élèves de bas niveau de performance.
2. Parmi les élèves de bas niveau de performance, le matching de mots « aidant » permet aux élèves de SESC favorisé d'augmenter leurs scores et le matching de mots « invalidant » fait chuter les scores des élèves de SESC défavorisé.

   La stratégie de matching facilite les performances des élèves de SESC favorisé tandis qu'elle entrave celles des élèves de SESC défavorisé. Notons que la caractéristique « matching » ne fait pas varier les écarts de réussite selon le SESC des élèves de haut niveau de performance.

Tableau 25. Confrontation, pour les quatre groupes spécifiques, des caractéristiques principales et des sous-caractéristiques classées selon le type d'écarts de taux de réussite avec, pour les caractéristiques principales leur position hiérarchique dans l'analyse dominance.

	Confrontation 2 (selon le SESC)
Variations des écarts de réussite	SESC favorisé versus défavorisé
Bas niveau de performance	**1** Format (+) **2** Lien Question-illustration (+) *de type explicite (+)* **6 Matching (+)** ***de type aidant (+)*** **3** Type d'illustration (-) **4** Dépendance (-) **5** Longueur du texte (-) ***Projection vers une communauté proche (+)*** *Contextes pour les items dépendants (-)* *Contextes simple et double pour les items dépendants (-)*
Haut niveau de performance	**1** DOK (+) **2** Type d'illustration (+) **5** Champs d'application (+) **7** Type de connaissances (+) **3** Type de compétences (-) **4** Niveau de référence à la vie quotidienne (-) **6** Systèmes évalués (-) ***Projection C.AS (+) (p<.05)*** *Projection vers une communauté proche (+) (p< .10)* *Projection directe (+)* *Lien question-illustration implicite (-)* *Connaissances selon système (-)*

	Confrontation 3 (selon le niveau de performance)
Variations des écarts de réussite	Niveau de performance haut versus bas
SESC défavorisé	**1** Format (+) **2** Type de compétences (+) **4** Champs d'application (+) **5** Simulation (+) **6** Dépendance (+) **3** Type d'illustration (+ et – selon le type d'illustration) **7** Contexte (-) **8** Réponse dans l'item (-) ***Matching invalidant (+)*** *Projection double (+)* *Projection indirecte (+)* *Contexte « sociétal-personnel » pour les items dépendants (+)* *Contexte « sociétal » pour les items dépendants (+)* *Lien question-illustration implicite (+)* *Projection vers une communauté proche (-)* *Projection vers une communauté de savoir (-)* *Connaissances selon système (-)*
SESC favorisé	**1** Dépendance (+) **2** Format (+) **3** Simulation (+) **5** Type d'illustration (+) **4** Contextes (-) *Projection double (+)* *Contextes pour les items dépendants (+)* *Contextes simple et double pour les items dépendants (+)*

Note. **(1 à 8)** Hiérarchisation des caractéristiques principales selon l'analyse de la dominance (+) augmentation de l'écart de réussite entre les deux groupes ; (-) diminution de l'écart de réussite entre les deux groupes ; *Sous-caractéristiques des sous-modèles statistiques ;* Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects formels ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects liés au sens ; Caractéristiques liées aux contenus dans la tâche ; Raisonnements et stratégies des élèves. C.AS. Communauté de professions représentant une autorité scientifique.

Certains de nos résultats se recoupent avec ceux issus d'études antérieures et les renforcent parfois voire les complètent. En revanche, d'autres résultats étaient moins prévisibles.

Par exemple, nous nous attendions à ce qu'un niveau élevé de « de référence à la vie quotidienne » dans les items fasse davantage chuter les performances des élèves de bas niveau de performance et/ou de SESC défavorisé comme l'ont décelé d'autres études antérieures sur le sujet (Cooper & Dunne, 1998; Lubienski, 2000; Piel & Schuchart, 2014).

Il nous semble donc nécessaire de confronter ce type de résultats statistiques à la réalité du terrain en les complétant avec des observations de binômes d'élèves en situation réelle de réalisation de tâches en sciences issues de PISA Science 2015.

Nous serons ainsi en mesure, à partir de ces résultats statistiquement significatifs qui sont déjà très probants, d'orienter nos analyses qualitatives qui permettront, à leur tour, d'enrichir ces premiers résultats statistiques. Ceci par le biais des comportements verbaux et non verbaux des élèves qui, malgré leur caractère non quantifiable statistiquement peuvent nous permettre d'apporter un complément d'informations à nos résultats et d'en expliquer certains que nous trouvons inattendus.

Il nous sera aussi possible de décrire plus précisément les stratégies mises en place par les différents binômes d'élèves et de faire émerger d'autres explications possibles aux résultats issus de l'analyse statistique.

6 Limites de l'étude quantitative

Notre cadre théorique faisait ressortir de nombreuses caractéristiques, notamment langagières, qui étaient particulièrement difficiles pour les élèves, comme le vocabulaire, la familiarité du contexte (etc.). Toutefois, il a fallu effectuer une sélection parmi toutes les caractéristiques potentiellement difficiles pour les élèves car si elles sont nombreuses alors le risque de chevauchement entre elles est important entraînant des résultats imprécis. Nous en avons déjà intégré un nombre conséquent, ce qui montre la diversité des difficultés possibles.

Nous avons aussi conscience que parmi notre catégorisation des 23 caractéristiques, certaines d'entre elles peuvent recouvrir deux catégories. Par exemple, nous avons classé le matching de mots dans la catégorie « raisonnement et stratégies » mais il aurait aussi pu être intégré à la catégorie des caractéristiques intrinsèques à l'item et plus spécifiquement aux aspects liés au sens.

En effet, l'efficacité de cette stratégie dépend directement du niveau de compréhension que peuvent avoir les élèves selon le contexte décrit dans l'item. Néanmoins, nous l'avons classé en

tant que « stratégie » car c'est un élément présent dans l'item qui amène à une situation d'aide ou non en fonction de la manière dont elle est appliquée par les élèves.
Leur niveau de compréhension déterminera ainsi l'utilisation efficace ou non de cette stratégie donc nous pouvons considérer le matching de mots davantage comme une stratégie et de ce fait, un aspect de l'item plutôt indirectement liés au sens.

Sous-partie 2.2. Étude qualitative

Cette sous-partie, consacrée à l'étude qualitative, est complémentaire aux résultats obtenus par le biais de l'étude statistique dans le sens où elles permettent, ensemble, une compréhension plus complète de notre objet de recherche (Creswell & Plano Clark, 2018).

Les résultats de l'étude statistique nous ont permis d'identifier quelles catégories de caractéristiques ou caractéristiques spécifiques peuvent davantage influencer les performances des élèves selon leur Statut Social Économique et Culturel (SESC) et/ou leur niveau de performance. Cela nous a notamment permis de rendre compte d'un certain nombre de « facilités » et de « difficultés » selon le profil des élèves. L'analyse quantitative nous permet d'orienter les analyses de cette sous-partie qualitative pour nous aider à mieux comprendre nos résultats statistiques, dont certains inattendus. Il est aussi possible que de nouvelles caractéristiques d'items, non envisagées jusqu'à présent dans notre recherche, émergent de l'analyse qualitative.

Le résultat final de la réalisation de la tâche ne suffit pas à comprendre la nature et la cause des difficultés rencontrées par certains élèves (Vermersch, 2019), c'est pourquoi dans cette sous-partie, nous nous intéressons davantage aux processus cognitifs des élèves qu'au résultat de la réalisation à proprement parler.

L'intérêt de la méthode qualitative est d'observer les comportements verbaux et non verbaux ainsi que les stratégies mises en œuvre par les élèves au cours de la réalisation de tâches en sciences, c'est-à-dire réaliser un examen plus poussé des processus de réponse pour avoir accès aux démarches des élèves et nous permettre de proposer des conclusions allant au-delà de l'étude des pourcentages de réussite des élèves, comme le préconisent Bodin & Grapin (2018, p. 91).

Le principal questionnement de cette sous-partie qualitative est le suivant :

Comment les caractéristiques de notre modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique font varier la compréhension et la réalisation d'une tâche en sciences selon le SESC et/ou le niveau de performance des élèves ?

Ainsi, au travers de deux chapitres, l'objectif de cette sous-partie est de mieux comprendre comment les élèves réalisent des tâches de culture scientifique selon leur SESC et leur niveau scolaire (haut, moyen ou bas) en sciences (Physique-Chimie et Sciences de la Vie et de la Terre) en relation avec les caractéristiques de la tâche définies selon notre modèle de difficulté de questions de culture scientifique (chapitre 3) et testées précédemment via l'étude statistique.

Pour faciliter la lecture de nos résultats, nous employons parfois des abréviations pour désigner le SESC des élèves et leur niveau scolaire en sciences :

Favo Haut. Élèves de SESC Favorisé et Haut niveau scolaire en sciences,
Favo Moy. Élèves de SESC Favorisé et Moyen niveau scolaire en sciences,
Favo Bas. Élèves de SESC Favorisé et Bas niveau scolaire en sciences,
Défavo Haut. Élèves de SESC Défavorisé et Haut niveau scolaire en sciences,
Défavo Moy. Élèves de SESC Défavorisé et Moyen niveau scolaire en sciences,
Défavo Bas. Élèves de SESC Défavorisé et Bas niveau scolaire en sciences.

Chapitre 7.
Choix méthodologiques spécifiques à l'étude qualitative

1 Échantillon des élèves

1.1 Profil des élèves

Notre échantillon de vingt-sept élèves se compose de 21 filles et 6 garçons dont l'âge chronologique[59] (âge réel) est en moyenne de 15 ans, 6 mois et 15 jours.

Les critères de sélection pour former cet échantillon se basent sur le statut économique, social et culturel des élèves (SESC défavorisé vs SESC favorisé) et leur niveau scolaire en sciences (niveau scolaire bas, moyen ou haut).

La langue maternelle des élèves est le français, pour un peu plus de la moitié des élèves ; le reste des élèves étant bilingues avec des langues parlées au sein du cercle familial très variées : albanais, allemand, anglais, arabe, arménien, italien et portugais. Certains des élèves de l'échantillon suivaient d'ailleurs un parcours en section internationale lors de la passation du questionnaire.

1.2 Estimation du niveau socio-économique et culturel

Le statut socio-économique et culturel (SESC) est une des deux variables centrales de notre recherche avec le niveau scolaire des élèves en sciences.

Il est courant dans la plupart des recherches d'évaluer le niveau social et économique au travers de trois indicateurs : le revenu des parents, leur niveau d'éducation et leur profession (Sirin, 2005). Toutefois, certaines données sont plus compliquées que d'autres à obtenir auprès des établissements, en raison de la réticence de certains directeurs·trices pour récolter ces données auprès des parents lorsque celles-ci ne sont pas disponibles dans les systèmes de renseignements administratifs de l'établissement (HCFEA, 2019).

De ce fait, dans le cadre de notre analyse qualitative, nous avons privilégié l'information relative à la profession des deux parents puisque celle-ci est renseignée dans la base

[59] L'âge chronologique permet de connaître l'âge exact de l'élève au moment de la passation. Il est calculé sur la base de la date de naissance de l'élève et de la date précise de passation.

administrative de l'établissement et qu'elle est accessible par les professeurs ayant accepté de participer à notre recherche. Par mesure de précaution, ces renseignements ont aussi été demandés aux élèves et correspondaient à ceux communiqués dans leur dossier scolaire.

Pour estimer le SESC des élèves à partir de la profession exercée par leurs parents, nous nous sommes référés à la CITP-08 correspondant à l'édition 2008 de la Classification Internationale Type des Professions utilisée dans PISA Science 2015. La CITP sert de nomenclature nationale dans de nombreux pays et se compose de dix grands groupes de professions (cf. annexe 21) dont le classement dépend des compétences requises pour chacune d'entre elles (Brousse, 2008). Cette nomenclature est différente des PCS (Professions et Catégories Socioprofessionnelles) adoptée en France en ce sens qu'elle ne prend pas en compte le statut et le secteur de l'emploi, c'est-à-dire si la personne travaille de manière indépendante ou salariée et dans le domaine public ou privé (Brousse, 2008 ; CNIS, 2009).

De manière plus précise, pour obtenir le niveau socio-économique et culturel des élèves, nous avons codé la profession de leurs parents, recensée dans la Classification internationale type des professions (CITP-08), selon l'indice ISEI-08[60] (Indice socio-économique international de statut professionnel) qui permet de produire des scores de statut socio-économique pour chaque profession de la CITP-08 (Ganzeboom, 2010). Ensuite, nous avons uniquement gardé l'indice ISEI le plus élevé des deux parents ou d'un seul pour les familles monoparentales ce qui correspond à **l'indice HISEI (Highest parents socio-economic index)** sachant que plus la valeur de l'indice ISEI est élevée plus elle renvoie à un haut statut professionnel (OCDE, 2016c).

C'est à partir du découpage de l'indice ISEI en quartiles[61] que nous pouvons savoir à quel groupe correspond chaque profession des parents et ainsi sélectionner le plus haut des deux (HISEI) pour déterminer la position socio-économique et culturelle de chaque élève de notre échantillon. Nous estimons ensuite le SESC du binôme sachant que les groupes HISEI 1 et 2 renvoient au SESC défavorisé et les groupes HISEI 3 et 4 au SESC favorisé afin de permettre la comparaison entre les deux groupes SESC 1 (défavorisé) et SESC 4 (favorisé) (cf. annexe 22).

[60] L'estimation des scores de l'ISEI rassemble des données détaillées sur les professions à partir du niveau d'éducation et des revenus de 198000 hommes et femmes (Ganzeboom, 2010).

[61] Le découpage en quartiles de l'indice ISEI pour notre échantillon était le suivant : quartile 1 <ou= 25,71/ quartile 2 <ou= 43,19/ quartile 3 <ou= 64,98/ quartile 4 >64,98. Par exemple, une profession comme ouvrier agricole équivaut à un score ISEI de 11,74 et sera donc classé dans le groupe 1 alors qu'une profession comme architecte en bâtiment pour laquelle le score ISEI est de 79,74 sera classé dans le groupe 4.

Il est possible, au travers de l'ISEI d'obtenir des informations plus globales sur le statut social, économique et culturel de l'élève car c'est une mesure multidimensionnelle du statut professionnel (Erola et al., 2016), obtenu à partir de données sur le revenu et sur le niveau d'éducation qui fournissent ainsi des indications à plusieurs niveaux : financier, éducatif et culturel (Sirin, 2005). Il est aussi largement admis que la profession constitue la principale source de revenus dans les pays développés (Erola et al., 2016) et plus un niveau professionnel est haut, plus il est généralement associé à une rémunération élevée. Cette haute rémunération donne alors accès à des ressources plus vastes : d'un point de vue financier, elle permet d'investir davantage dans des cours particuliers, des livres et diverses technologies (ordinateurs, etc.) ; d'un point de vue culturel, elle favorise par exemple l'accès à un vocabulaire plus élaboré et à des lieux de culture divers ; d'un point vue social, elle permet de disposer de réseaux de relations sociales plus denses, encourageant la réussite des élèves à l'école (OCDE, 2016a).

À l'inverse, un certain niveau d'éducation ne garantit pas forcément une aisance matérielle ou un statut social plus haut (Erola et al., 2016). Par exemple, en France, nous observons une hausse du déclassement des diplômés (Chabault, 2008; Goux & Maurin, 2019) c'est-à-dire lorsqu'un individu n'exerce pas un emploi à hauteur de son niveau de formation initiale (Fondeur & Minni, 2004). Ce phénomène, plus discret chez les plus diplômés, ne les épargnent pas pour autant (Fourès, 2021; Giret et al., 2006). En effet, plus d'un diplômé du supérieur sur trois, sortant du système éducatif en France en 2007, était confronté au déclassement (Lemistre, 2014). Les enquêtes Céreq (Centre d'études et de recherches sur les qualifications) montrent que le déclassement évolue défavorablement de génération en génération (Lemistre, 2014; Molénat, 2018).

Toutefois, il est vrai que même si les données sur la profession restent plus stables sur le court terme que les revenus, elles le sont moins à long terme que le niveau d'éducation car elles peuvent davantage varier au cours de la vie (Erola et al., 2016).

Plus récemment, Avvisati (2020) a reconnu la nécessité de s'appuyer parfois sur une seule composante du SESC plutôt qu'à sa mesure composite. L'étude secondaire d'Eriksson et al. (2021) menée à partir des résultats à PISA 2018 révèle également que la composante du statut professionnel le plus élevé des deux parents (HISEI) est l'un des prédicteurs le plus puissant de la réussite globale des élèves juste après le nombre de livres dans la bibliothèque familiale.

1.3 Estimation du niveau scolaire en sciences

Pour estimer le niveau scolaire des élèves en sciences (Physique-Chimie et Sciences de la Vie et de la Terre), nous avons demandé aux enseignant·e·s de nous renseigner sur les moyennes de leurs élèves dans ces deux disciplines ainsi que leur moyenne générale (toutes matières confondues).

Les élèves ont été répartis en binôme selon un niveau en sciences proche car il est difficile de trouver deux élèves avec une moyenne en sciences parfaitement identique ce qui amène parfois à un groupe de niveau en sciences différent pour chacun des élèves au sein du binôme (cf. annexe 23) ; c'est pourquoi nous avons pris en compte le groupe de niveau le plus élevé auquel appartient un des élèves[62].

Nous avions aussi le cas d'élèves qui présentaient des moyennes en physique et en SVT très disparates c'est-à-dire l'une des deux moyennes bien plus élevées que l'autre, dans ce cas nous avons aussi opté pour une estimation du niveau de l'élève en fonction de sa moyenne la plus haute[63].

1.4 Type d'établissements scolaires fréquentés par les élèves de l'échantillon

L'ensemble de notre échantillon d'élèves était en classe de seconde au moment de la prise des données. Les lycées dans lesquels ils étudiaient se situent dans des secteurs différents de la métropole de Lyon. Sur les quatre lycées dans lesquels nous avons été amenés à nous rendre, trois sont localisés au cœur de la ville de Lyon respectivement dans le 2ème, 3ème et 7ème arrondissement et le dernier est situé plus en périphérie lyonnaise (cf. annexe 24).

Les rangs de ces établissements dans le classement des 89 lycées de l'académie de Lyon[64] sont très variés. En effet, le lycée du 7ème arrondissement se positionne en haut du classement, celui du 2ème arrondissement plutôt au milieu du classement et les deux derniers lycées en bas du classement (après la 80ème place).

---

[62] Par exemple, dans le binôme 3, un élève avait une moyenne de 13/20 en sciences considérée comme un niveau moyen tandis que l'autre élève possédait une moyenne de 9/20 équivalent à un niveau plutôt bas ; le niveau final du binôme 3 a donc été estimé comme moyen.

[63] Par exemple, la moyenne en sciences de l'élève 19 faisant partie du binôme 8 était seulement de 13 alors qu'elle avait obtenu une haute moyenne en physique-chimie (15/20) contrairement à sa moyenne en SVT qui n'était que de 11. Nous avons donc considéré, au regard de sa moyenne en physique, que cet élève avait un niveau plutôt haut en sciences.

[64] Classement des lycées de l'académie de Lyon selon le pourcentage de réussite au bac en 2020 et la proportion de mentions obtenues.

Ainsi, malgré le fait que nous n'ayons pas mesuré, à proprement parler, le SESC des lycées, nous sommes restés attentifs à leur diversité au moment de la sélection, en privilégiant des établissements de secteurs géographiques bien différents et offrant une réussite au bac très hétérogène. Néanmoins, il nous semble important de préciser que l'établissement situé en périphérie lyonnaise bien qu'il ne soit pas classé en éducation prioritaire est un lycée qui recrute principalement des élèves venant de quatre collèges classés REP+ (le plus haut niveau dans le dispositif d'éducation prioritaire). La population d'élèves de 15 ans interrogée par PISA est très variée puisqu'elle est scolarisée au lycée ou au collège dans des établissements privés comme publics (Ministère de l'Éducation Nationale de la Jeunesse et des Sports, 2020). Dans notre cas, tous les établissements sollicités sont publics et il ne s'agit que de lycées. Nous voulions également mener une partie de notre recherche en collège mais ceci n'a pas été rendu possible en raison du refus de plusieurs parents qui peut s'expliquer par la situation de redoublement dans laquelle se trouvaient leurs enfants et notre expérimentation proposée à quelques mois du brevet.

1.5 Répartition des élèves en binômes

Les élèves, durant la tâche, vont produire des traces (indices matériels) de leur réalisation par l'intermédiaire de leurs réponses finales aux questions mais ces traces ne nous donnent pas accès au cheminement des élèves (Vermersch, 2019). Néanmoins, il est possible d'inférer les activités mentales des élèves par le biais de leurs comportements et aussi de leurs verbalisations (Richard, 2005), c'est pourquoi nous avons placé les élèves en binômes. Ce placement en binôme leur permet d'une part, de se sentir plus à l'aise (DeWitt & Osborne, 2010) et d'autre part, de s'engager dans un travail collaboratif, les amenant nécessairement à confronter leur raisonnement respectif pour convenir d'une réponse commune (Chanudet, 2019). De cette manière, les élèves produisent davantage de verbalisations (Schoenfeld, 1985a), et ce plus spontanément qu'un protocole de résolution de tâche individuel dans lequel l'élève pense seul à voix haute et qui, par l'effet de double tâche, implique une surcharge cognitive ; la verbalisation interfère alors avec la tâche cible (Ericsson & Simon, 1980 ; Ericsson & Simon, 1993 ; Boekaerts & Corno, 2005), perturbant ainsi l'observation des processus souhaités (Busse & Ferri, 2003).La formation de binômes permet donc à la fois, de diminuer la pression qu'ils pourraient ressentir à l'idée d'être observés, durant leur travail (Schoenfeld, 1985a), par la caméra qui enregistre l'échange et aussi de les rassurer, d'autant plus que leurs affinités ont été prises en compte par les enseignant·e·s.

Tout est fait pour faciliter la verbalisation car nous ne souhaitons pas ajouter d'obstacles aux élèves pour lesquels la réalisation de tâches en sciences peut déjà les placer en situation de difficultés.

Néanmoins ce choix de placer les élèves en binômes s'éloigne de la réalité de passation du questionnaire PISA Science 2015 qui se réalise de manière individuelle et cette configuration pourrait entraîner un écart comparé aux performances réelles qu'aurait pu obtenir l'élève s'il avait été seul à passer le questionnaire. En effet, cette configuration en binôme peut amener, comme le montrent certaines recherches antérieures, à de meilleures performances qu'individuellement (e.g. Underwood et al., 2000 ; Fawcett & Garton, 2005), amélioration qui dépendrait en partie de la richesse des interactions verbales (e.g. Fawcett & Garton, 2005).

Pour former les binômes, les élèves ont été appariés selon leur statut socio-économique et culturel (mesuré à l'aide de l'ISEI) et leur niveau scolaire en sciences (cf. figure 27). Trois élèves, placés initialement en binôme, ont dû réaliser individuellement les tâches de sciences[65] en l'absence du ou de la camarade de classe choisi·e pour les accompagner. Nous obtenons ainsi un total de douze binômes et trois élèves en individuel (cf. tableau 26).

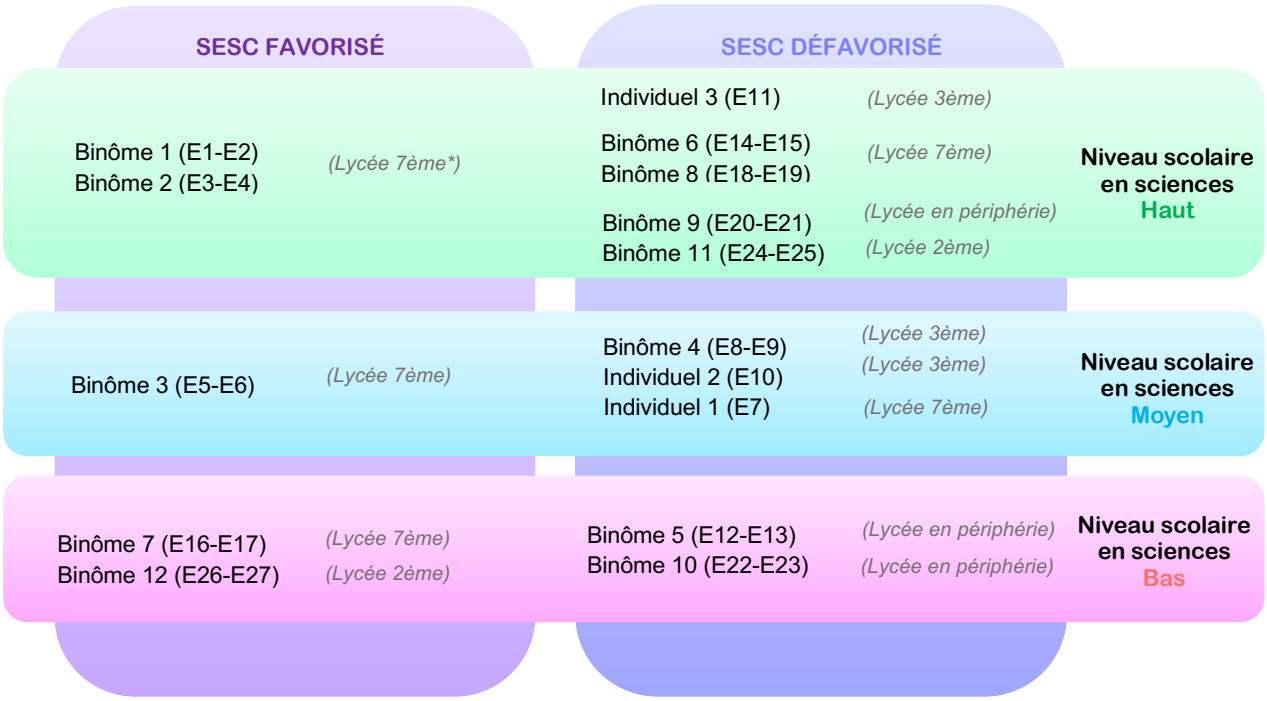


Figure 27. Répartition des 27 élèves selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences.
Note. **Arrondissement de la ville de Lyon.*

[65] Les taches ont été réalisées sans verbalisation simultanée pour les raisons susmentionnées.

Tableau 26. Répartition des 12 binômes et des 3 élèves individuels selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences.

	SESC favorisé	**SESC défavorisé**	**Total**
Niveau scolaire en sciences			
Haut	2 binômes *(4 élèves)*	4 binômes + 1 individuel *(9 élèves)*	6 binômes + 1 individuel *(13 élèves)*
Moyen	1 binôme *(2 élèves)*	1 binômes + 2 individuels *(4 élèves)*	2 binômes + 2 individuels *(6 élèves)*
Bas	2 binômes *(4 élèves)*	2 binômes *(4 élèves)*	4 binômes *(8 élèves)*
Total	5 binômes *(10 élèves)*	7 binômes + 3 individuels *(17 élèves)*	**12 binômes** **+ 3 individuels** *(27 élèves)*

2 Sélection des items

2.1 Items sélectionnés dans le questionnaire

Les vingt-cinq items du questionnaire donné aux élèves de notre échantillon ont été sélectionnés en fonction des résultats de notre analyse statistique et nous avons tenté de suivre, dans la mesure du possible, une répartition semblable à celle des 183 items PISA Science 2015, réalisée selon les caractéristiques qui les définissent. Nous avons parfois augmenté le nombre d'items associés à certaines modalités des caractéristiques en fonction de nos hypothèses ou si l'analyse statistique les indiquait comme particulièrement significatives (cf. annexe 25). De ce fait, notre échantillon d'items n'est pas le reflet tout à fait exact de l'échantillon du PISA Science 2015 mais s'en rapproche et l'ensemble des caractéristiques sont renseignées à l'annexe 26.

Tous les items PISA Science 2015 entraînent un écart de performance entre les groupes de SESC favorisé et défavorisé mais il est plus ou moins fort en fonction de l'item. Nous souhaitions déterminer le type d'écart des 183 items, c'est pourquoi nous avons classé les écarts de performances en quartiles à partir de leurs valeurs (de la plus petite : 0,0296, à la plus grande : 0,4209). Nous obtenons ainsi les quatre groupes suivants :

1/ Groupe 1 = écart faible : de 0,0296 à 0,1802 (46 items)
2/ Groupe 2= écart moyen-faible : de 0,1818 à 0,2449 (46 items)
3/ Groupe 3= écart moyen-fort : 0,2452 à 0,3023 (45 items)
4/ Groupe 4= écart fort : 0,3043 à 0,4209 (46 items).

Comme nous avons seulement pris en compte l'indice HISEI du SESC des élèves de notre échantillon, nous avons récupéré les données de PISA Science 2015 sur l'indicateur HISEI de l'indice composite du SESC. À partir de là, nous avons sélectionné des items qui présentaient des écarts de performance selon l'indice HISEI[66] proche des écarts de performance selon le SESC[67], calculés respectivement à partir de la différence entre les scores obtenus par les groupes HISEI 4 et 1 et SESC 4 et 1[68] de PISA Science 2015 (cf. annexe 27). Ainsi les vingt-cinq items de notre échantillon présentent une différence maximum de 0,04 entre l'indice HISEI et l'indice SESC (cf. annexe 28) alors que cette différence peut aller jusqu'à 0,09 (cf. annexe 27).

Parmi ces vingt-cinq items sélectionnés, six sont libérés par PISA c'est-à-dire rendus publics. En revanche, les autres items ne sont pas en accès libre au public. Nous étions autorisés à les donner aux élèves pour être résolus mais ils ne peuvent pas être divulgués publiquement donc nous ne pourrons pas en présenter le contenu avec précision dans notre analyse. La situation donnée dans ces items est donc présentée de manière générale sans jamais indiquer précisément la question ni les réponses exactes proposées dans le choix multiple. Autrement dit, nous en proposons une version modifiée pour ne pas dévoiler la situation précise de l'item tout en gardant la possibilité d'en analyser le contenu.

2.2 Répartition des items dans le questionnaire selon leur niveau de difficulté

Pour la constitution du questionnaire, nous avons porté une attention particulière à l'ordre des items selon leur niveau de difficulté[69] en alternant les questions faciles et difficiles (cf. figure 28) et nous avons privilégié les questions faciles après les questions difficiles comme le préconisent Miller & Andrade (2020).

Néanmoins, nous avons aussi été soucieux de sélectionner des séries d'une ou deux questions d'une même unité c'est-à-dire partageant une même thématique pour assurer une continuité dans le questionnaire.

---

[66] Indice socio-économique international de statut professionnel le plus élevé entre les deux parents.
[67] Pour rappel, le SESC est un indice composite (synthèse de trois indicateurs) contrairement à l'indice HISEI (un seul indicateur). (voir (Keskpaik & Rocher, 2011)
[68] Ces écarts SESC correspondent aux scores du groupe SESC 4 (élèves de l'échantillon de SESC favorisé) comparés aux scores du groupe SESC 1 (élèves de l'échantillon de SESC défavorisé).
[69] Le niveau de difficulté a été déduit à partir des taux de réussite de l'échantillon représentatif des élèves de 15 ans en France à PISA Science 2015. Le niveau de difficulté des items va du plus facile au plus difficile : 76 % à 100 % de réussite (niveau 1), 51 % à 75 % de réussite (niveau 2), 26 % à 50 % de réussite (niveau 3) et 0 % à 25 % de réussite (niveau 4).

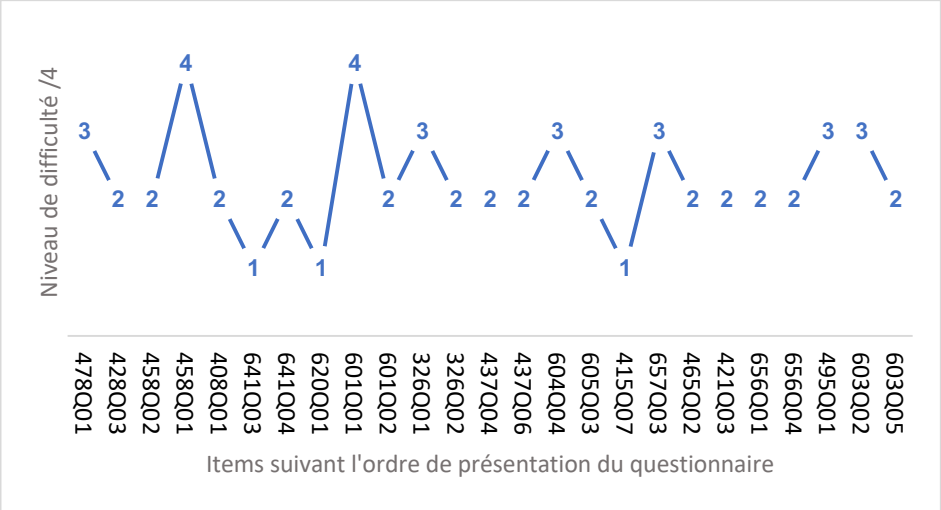


Figure 28. Répartition du niveau de difficulté des 25 items dans le questionnaire.

3 Procédure

Nous avons procédé à l'enregistrement audiovisuel de l'ensemble de l'expérimentation qui s'est déroulée en deux étapes : La première étape consistait pour les élèves à répondre au questionnaire constitué des vingt-cinq items préalablement sélectionnés dans PISA Science 2015, suivie directement de la deuxième étape portant sur la passation d'un entretien d'explicitation mené au moyen d'un guide (cf. annexe 29) avec le renfort des autres chercheurs de l'équipe[70].

En effet, l'entretien d'explicitation reposant sur la remémoration d'un vécu passé (Vergnaud, 2015), il nous semblait important de procéder à cet entretien le plus rapidement possible après la réalisation des tâches de sciences pour ne pas biaiser le processus de remémoration avec d'autres événements qui auraient pu intervenir entre-temps (Ericsson & Simon, 1987).

3.1 Passation du questionnaire

Nous ne donnions pas de limite de temps à proprement parler pour réaliser le questionnaire de vingt-cinq items mais les élèves savaient qu'un créneau de deux heures étaient réservés pour sa réalisation. La passation du questionnaire se déroulait en salle de classe sur des temps d'études et donc en dehors des sessions de cours. Les élèves ont répondu au questionnaire la plupart du temps en binôme sauf pour trois d'entre eux qui ont passé le questionnaire individuellement.

Avant de commencer à répondre au questionnaire, la consigne donnée aux élèves était de parler à voix haute et d'échanger le plus souvent possible au cours de la réalisation de la tâche.

[70] Les entretiens devaient parfois être passés simultanément lorsque plusieurs binômes avaient répondu au questionnaire au même moment.

Nous leur précisions que ce n'était pas un questionnaire à but évaluatif et que leurs réponses n'étaient pas transmises à leurs professeurs n'engendrant donc aucune répercussion sur leur cursus scolaire. Nous leur expliquions aussi que l'important pour nous, en tant que chercheurs, était davantage la manière dont ils répondaient que leurs réponses en tant que telles.

3.2 Passation des entretiens

Parmi les méthodes d'entretien existantes, nous avons privilégié celle de l'entretien d'explicitation, technique élaborée par Pierre Vermersch. Cette méthode d'entretien permet de guider le sujet interrogé pour mettre à jour la part d'implicite dans les actions qu'il a pu exécuter auparavant (Vermersch, 2019).

Les enregistrements audio-vidéos du travail réalisé par les élèves, au cours de la réalisation de tâches de sciences, nous permettent d'observer leurs comportements et verbalisations mais il reste une part d'implicite et c'est pourquoi l'entretien d'explicitation est privilégié. Notre objectif est de mieux comprendre la logique des élèves qui les a conduits à donner leur réponse (Balas-Chanel, 2002).

Plus précisément, ce type d'entretien va nous aider à rendre plus explicite la manière dont a agi l'élève et à laquelle il n'a pas forcément conscience au moment de l'action. (Balas-Chanel, 2002). Cet effort de remémoration de l'action passée (Vergnaud, 2015) va pouvoir faire émerger non seulement les buts et sous-buts qui l'ont générée mais aussi les connaissances l'ayant guidée (Balas-Chanel, 2002).

Les verbalisations au cours de l'entretien sont donc complémentaires à ce qui a déjà été observable au cours de la passation du questionnaire et des traces qui en découlent (Vermersch, 2019).

Notre rôle en tant que chercheur au cours de l'entretien est plus important que lors de la précédente étape (Busse & Ferri, 2003) car l'entretien permet de dévoiler plus précisément, au moyen de questions bien spécifiques, les processus internes mis en place par les élèves pour résoudre les items.

Durant l'entretien, les élèves ont été interrogés à deux et non pas l'un après l'autre, afin de faciliter la mise en place d'une confiance mutuelle entre eux et nous, bien que ceci puisse aussi poser quelques inconvénients comme la monopolisation de la prise de parole par l'un des élèves du binôme.

Cette situation peut être corrigée par l'interviewer en sollicitant davantage le 2ème élève plus en retrait (Meier & Vogt, 2015). Toutefois, il faut veiller à adapter sa posture de chercheur pour ne pas trop orienter l'entretien afin que les élèves ne répondent pas d'une manière qu'ils considèrent comme socialement acceptable au lieu d'expliciter ce qu'ils ont réellement fait durant la résolution (Busse & Ferri, 2003).

Dans notre étude, les élèves procédaient le plus souvent, chacun leur tour, à l'explicitation des actions menées durant la phase de réalisation de la tâche, laissant ainsi une place singulière à chacun des élèves pour exprimer son vécu personnel.

L'un des points importants pour mener un entretien d'explicitation consiste à proscrire les questions commençant par « Pourquoi… » pour au moins trois raisons (Faingold, 2011) :

Tout d'abord, ces questions en « Pourquoi » incitent l'élève à expliquer les raisons de son action et non pas en expliciter le déroulement (Vermersch, 2019). Ensuite, ce type de questions peut très vite écourter l'entretien en amenant à des réponses comme un « je ne sais pas » dépourvu d'information, ce qui est aux antipodes de ce que nous recherchons avec cette méthode d'entretien. Enfin, la troisième raison de la non utilisation du « pourquoi » dans ce genre d'entretien est son caractère polysémique dans la langue française qui lui confère pas moins de sept significations différentes (Faingold, 2011). Évidemment, il est dans notre intérêt d'éviter toute incompréhension de la part des élèves, c'est pour cela que nous préférons l'emploi de questions sous la forme, par exemple, d'un « Comment… » plutôt que d'un « Pourquoi… ».

En d'autres termes, il ne s'agit surtout pas, dans un entretien tel que celui-ci de demander une explication directe à l'élève mais de l'inciter à expliciter la façon dont s'est déroulée l'action dans le temps pour espérer saisir la nature des processus qui l'ont amené au résultat final (Balas-Chanel, 2002). Comme le précise bien Vermersch (2019), le résultat final d'une tâche ne se suffit pas à lui-même pour comprendre ce qui a pu permettre son « succès » ou son « échec », c'est donc là tout l'enjeu de l'entretien d'explicitation : saisir comment s'est déroulée la tâche pour pouvoir analyser ce qui a causé aux élèves une difficulté ou une réussite.

3.3 Enregistrements audio-vidéos

Pour garder une trace de nos données (échanges et entretiens), le moyen le plus adapté était les enregistrements audio-vidéos, d'autant plus que cette recherche a pu s'effectuer au sein d'un laboratoire très bien équipé en matériel audio-vidéos auquel nous avons eu accès, grâce à l'accompagnement des membres de la Cellule Corpus Complexes[71], pour réaliser les prises de données filmées en classe puis tout le travail de découpage audio et vidéo, etc.

Nous avons donc procédé à l'enregistrement audio-vidéo de l'ensemble des échanges et entretiens pour nous permettre ensuite de transcrire les verbalisations et les comportements non verbaux des élèves au cours de la réalisation de tâches de sciences. Pour les trois élèves qui ont répondu individuellement au questionnaire, seul l'entretien a fait l'objet d'un enregistrement audio-vidéo. Cela représente au total douze échanges et quinze entretiens. Les échanges duraient d'1 heure à 1 heure et demie et les entretiens de 26 minutes à 1 heure, leur durée étant plus variable selon les binômes par rapport à leur niveau de concentration et leur capacité à expliciter leurs actions réalisées durant la réalisation de la tâche (cf. annexe 30).

L'autorisation parentale, demandée au préalable de tout enregistrement audio-vidéo, a été recueillie par l'intermédiaire des enseignant·e·s. Les élèves de notre échantillon ont participé à cette recherche sur la base du volontariat et ont toutes et tous obtenu l'accord parental.

Une transcription de la totalité des enregistrements audio-vidéos (échanges et entretiens) a été réalisée à l'aide du logiciel « Transana » (http://www.transana.org) afin d'analyser plus finement les verbalisations et les comportements des élèves ainsi que leur production écrite comme pour les items avec un format de réponse construite. Il apparaît donc dans les transcriptions le langage verbal ainsi que celui non verbal des élèves, au travers de leurs gestes co-verbaux représentationnels, c'est-à-dire de type déictique (gestes de pointage vers un objet ou une personne de l'environnement), iconique et métaphorique (McNeill, 1996). Pour cela, nous nous sommes inspirés de la grille d'observation de Lefebvre (2008) et plus particulièrement de celle de Beltrame (2006) adaptée à l'observation des comportements non verbaux issus d'interactions en situation de collaboration, se rapprochant davantage de notre recherche. Nous avons ainsi repris la notion de geste support d'explication emprunté à Beltrame (2006) pour lequel nous avons spécifié sa nature : iconique ou métaphorique (cf. tableau 27).

[71] La Cellule Corpus Complexes est une équipe transversale de soutien à la recherche dont les missions s'articulent autour de la collecte et l'exploitation de corpus dits « complexes », associant des données hétérogènes (filmiques, audio, textuelle, traces, images, etc.) recueillies dans une variété de contextes (http://icar.cnrs.fr/ccc/).

Tableau 27. Définition des gestes de type iconique et métaphorique (Kida, 2011).

Geste iconique	Geste métaphorique[72]
Ce geste prend la forme de l'objet du discours. « La forme de ce geste entretient typiquement un **rapport direct** avec le référent-objet auquel il renvoie » (Kida, 2011).	« Il s'agit d'un geste dont le **rapport** entre référent et geste est **indirect,** et qui exprime une qualité du référent » (Kida, 2011).

Lorsque nous nous intéressons à l'étude des processus, c'est-à-dire l'ensemble des actions qui ont permis d'atteindre un niveau de performance, les temps de réponse sont une donnée informative car selon le type de processus mis en place, ceux-ci prennent plus ou moins de temps (e.g. De Boeck & Cho, 2020 ; De Boeck & Jeon, 2019). Les temps de réponse correspondant à la durée que met un sujet pour répondre à un ou plusieurs items (De Boeck & Jeon, 2019) fournissent des données additionnelles sur la façon dont les élèves interagissent avec la tâche (Ulitzsch, 2020).

Le logiciel Transana nous permet aussi de prendre en compte les temps de réalisation grâce aux codes temporels c'est-à-dire des repères dans le temps qui permettent de synchroniser la transcription avec la vidéo (Rush, 2014). Ces repères temporels indiqués tout au long de la vidéo permettent d'obtenir les temps de résolution pour l'ensemble du questionnaire et pour chaque question. Pour cela, nous nous sommes uniquement basés sur les données des douze binômes puisque les élèves qui ont répondu au questionnaire individuellement ont été filmés uniquement lors des entretiens et non pas lors de la réalisation des items.

Grâce à l'analyse qualitative, nous pouvons mieux comprendre comment les élèves procèdent pour arriver jusqu'à leur réponse. Nous avons notamment focalisé notre analyse sur les différentes représentations que les élèves ont construites d'une part, sur la question en elle-même et d'autre part, sur la situation évoquée dans l'item, ainsi que les différentes stratégies mises en jeu lors de l'élaboration de leurs réponses.

Pour les items non libérés, les extraits de transcription ont été modifiés en conséquence, c'est-à-dire que tous passages évoquant précisément un item ont été changés par des termes plus génériques et les réponses exactes ont été remplacées par les numéros de réponses.

---

[72] *« Les gestes qui appartiennent à notre classification du **geste métaphorique** sont liés à bon nombre **d'adjectifs ou adverbes exprimant qualité (par exemple, grand, petit, différent)**, quantité (beaucoup, un peu), durée (longtemps), manière, exhaustivité (complètement, tout), approximation (à peu près). De même, l'équivalent gestuel de certaines locutions spatiales (haut, bas, gauche, droit, dedans, dehors, à côté) est considéré comme métaphorique. »* (Kida, 2011).

Chapitre 8.
Analyse des comportements verbaux et non verbaux des élèves en situation de réalisation de tâches de sciences (items PISA Science 2015)

Comme nous avons pu l'évoquer au cours du chapitre méthodologique précédent, il nous semble particulièrement important de procéder à une analyse qualitative approfondie dans le cadre de cette recherche. À l'instar de Teig et al. (2020) nous estimons qu'il est préférable de pas uniquement se concentrer sur les réponses finales des élèves car leurs comportements et stratégies de réponses contribuent à expliquer de manière plus singulière leurs performances. Par exemple, les scores obtenus par les élèves ne sont parfois pas représentatifs des processus de réponse mis en œuvre au cours de la réalisation de la tâche.

L'analyse des stratégies que mettent en place les élèves permet de mieux appréhender à la fois leurs facilités et leurs difficultés (Vianin, 2009b) ce que nous avons déjà commencé à réaliser selon le profil des élèves dans le chapitre 6, d'un point de vue statistique.

Dans ce chapitre, nous proposons 3 types d'analyse des stratégies :

1. Analyse comparative de l'évolution temporelle des stratégies pour deux items
2. Analyse de l'ensemble des stratégies sur un même item
3. Analyse des réponses ouvertes données par les élèves et confrontation avec les transcriptions

Nous réutilisons principalement les deux dernières pour le chapitre suivant, dont l'analyse se focalise davantage sur certaines caractéristiques de notre modèle de difficulté.

1 Analyse de l'évolution temporelle des stratégies mises en œuvre par les élèves lors de la réalisation de tâches de sciences

Dans un premier temps, nous allons présenter plus précisément la manière dont nous analysons l'évolution temporelle des stratégies mises en place par les élèves au cours de la réalisation d'une tâche de sciences. Nous proposons pour cela d'examiner les transcriptions des échanges et entretiens de deux items libérés par PISA au sein de l'unité[73] « météorites et cratères » en l'occurrence les items 641Q03 et 641Q04.

1.1 Présentation des items de l'unité « météorites et cratères » (libérés par PISA)

Ces deux items 641Q03 et 641Q04 présentent la particularité de se trouver sur la même page et de partager le même schéma qui montre trois cratères de météorites.

Ils se définissent par des caractéristiques à peu près équivalentes (cf. tableau 28) notamment en termes d'exigences de résolution avec un niveau de complexité cognitive (ou DOK) plutôt faible, situé au niveau 1 pour l'item 641Q03 et 2 pour l'item 641Q04 (sur une échelle de 4).

Malgré de nombreuses caractéristiques similaires (cf. tableau 28), ces deux items présentent la particularité de faire varier les performances selon le SESC des élèves de manière très distinctive. En effet, le premier item (641Q03) entraîne une faible variation de l'écart de réussite selon le SESC des élèves (8 points, 1er quartile) alors que le deuxième item (641Q04) provoque une variation importante de l'écart de réussite selon le SESC des élèves (25 points, 3ème quartile). Il est donc intéressant de mieux comprendre pour quelles raisons une telle différence, en fonction du SESC, est observée entre ces deux items pourtant assez semblables sur le plan des exigences de résolution. Les seules caractéristiques qui les distinguent sont la réponse dans l'item et le niveau de référence à la vie quotidienne. De plus, pour l'item 641Q03, la réponse de l'item peut être déduite à partir de l'illustration, ce qui n'est pas le cas de l'item 641Q04 (cf. tableau 28).

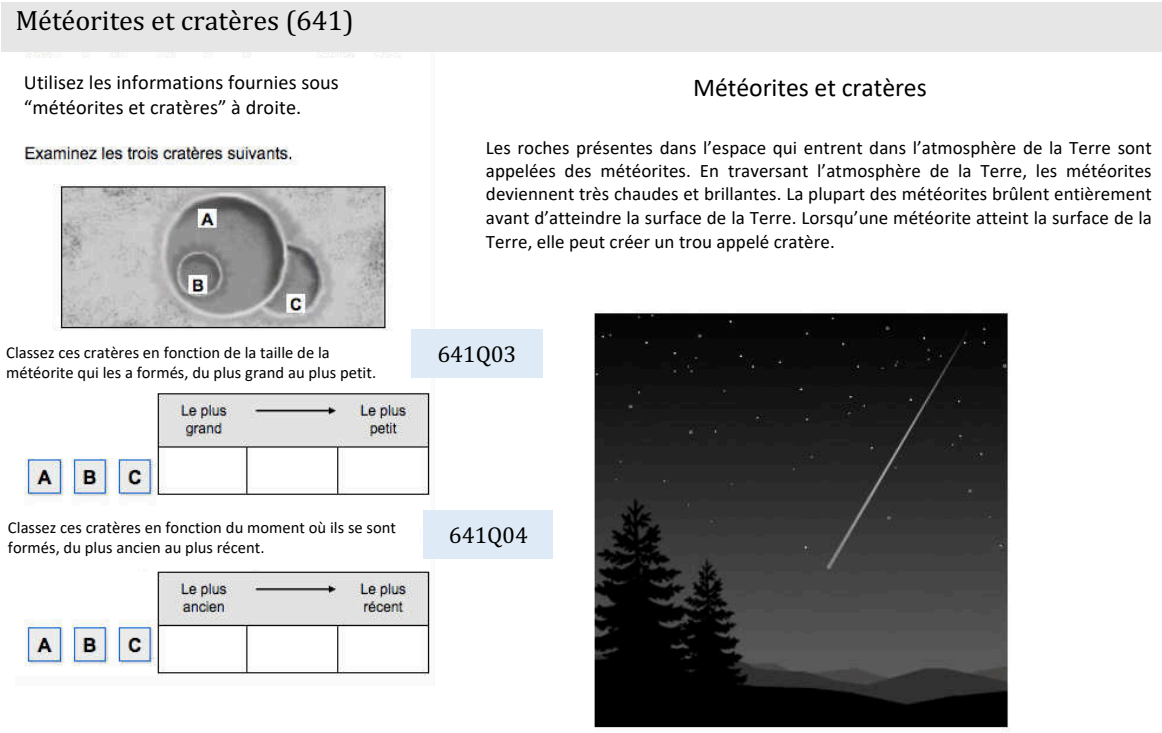
[73] Les items PISA Science 2015 sont regroupés par unités, chacune portant sur une situation inspirée de la vie réelle. Une unité se compose donc de plusieurs items (ou questions) qui portent sur un sujet commun.

Tableau 28. Caractéristiques similaires et celles plus ou moins contrastées entre les items 641Q03 et 641Q04 de l'unité "météorites et cratères".

Caractéristiques communes aux deux items 641Q03 et 641Q04		**Caractéristiques différentes entre les deux items**	**641Q03**	**641Q04**
Connaissance	Contenu	**Taux de réussite FR**	89,33%	67,42%
Systèmes	Systèmes de la Terre et de l'univers	**Taux de réussite OCDE**	90,06%	70,96%
Compétence	Interpréter des données de manière scientifique	**Points d'écart de réussite selon le SESC (SESC 4-1 FR)**	8.49	25.28
Format de l'item	Choix multiple complexe	**Type d'écart SESC 4-1**	**Faible**	**Fort**
Contextes	Contexte global	**Niveau de difficulté**	Faible	Moyen
Champs d'application	Frontière des sciences et de la technologie	**Réponse dans l'item**	Présence	Absence
Indépendance ou Dépendance de l'item aux ressources disponibles	Dépendance	**Niveau de référence à la vie quotidienne** (/3)	Élevé (3)	Moyen (2)
Type d'illustration	Illustrations Multiples (photo et schéma)	**Niveau de complexité cognitive ou DOK** (/4)	Faible (1)	Moyen (2)
Lien question-illustration Explicite ou Implicite	Explicite	**Nombre de mots**	108	105

La figure 29 montre les deux items 641Q03 et 641Q04 de l'unité « météorites et cratères » tels qu'ils sont présentés aux élèves. Les réponses correctes sont respectivement A, C, B pour l'item 641Q03 et C, A, B pour l'item 641Q04. Les élèves peuvent aisément déduire visuellement la réponse de l'item 641Q03 à partir du schéma, c'est pourquoi nous estimons que celui-ci se caractérise par la « présence de la réponse ». En effet, il suffit aux élèves de classer les formes observables sur le schéma en fonction de leur taille et il n'est pas nécessaire de comprendre l'ensemble de la situation présentée.

À l'inverse, la réponse à l'item 641Q04 ne peut être donnée à partir d'une simple observation (item caractérisé par l'absence de réponse). Les élèves doivent mettre en place un raisonnement un peu plus complexe qui demande au préalable d'avoir une représentation complète de la question. En effet, il est plus difficile pour les élèves de concevoir la réponse attendue s'ils ne s'intéressent qu'à la taille des formes. Ils doivent prendre en compte deux dimensions, spatiale et temporelle, leur permettant de comprendre par exemple qu'une météorite a formé le cratère B, qui s'est superposé à une partie du cratère A formé antérieurement, lui-même recoupant le cratère C le plus ancien.



Météorites et cratères (641)

Utilisez les informations fournies sous "météorites et cratères" à droite.

Examinez les trois cratères suivants.

Classez ces cratères en fonction de la taille de la météorite qui les a formés, du plus grand au plus petit.

641Q03

	Le plus grand →		Le plus petit
A B C			

Classez ces cratères en fonction du moment où ils se sont formés, du plus ancien au plus récent.

641Q04

	Le plus ancien →		Le plus récent
A B C			

Météorites et cratères

Les roches présentes dans l'espace qui entrent dans l'atmosphère de la Terre sont appelées des météorites. En traversant l'atmosphère de la Terre, les météorites deviennent très chaudes et brillantes. La plupart des météorites brûlent entièrement avant d'atteindre la surface de la Terre. Lorsqu'une météorite atteint la surface de la Terre, elle peut créer un trou appelé cratère.

Figure 29. Items 641Q03 et 641Q04 de l'unité "météorites et cratères" (OCDE, 2016).

Nos résultats statistiques indiquent que, de manière générale, la réponse dans l'item différencie les élèves selon leur SESC et bénéficie davantage aux élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences à tel point que cela leur permet de se rapprocher des performances obtenues par les élèves de même SESC et de haut niveau scolaire.

Les 27 élèves de notre échantillon réussissent effectivement tous à répondre à l'item 641Q03 qui contient la réponse (cf. tableau 29). Les élèves de l'échantillon PISA Science 2015 présentent un taux de réussite de 89,33 % (cf. tableau 28).

En comparaison, l'item 641Q04 est moins bien réussi par les élèves de l'échantillon PISA Science 2015 (67,42 %) (cf. tableau 28) comme ceux de notre échantillon (93 %) pour qui l'écart de performance entre les deux items est moins important que dans PISA Science 2015. En effet, seul le binôme 10 de SESC défavorisé et de niveau scolaire bas, ne parvient pas à répondre à l'item 641Q04 (cf. tableau 29).

Tableau 29. Taux de réussite par binômes et élèves en individuel pour l'item 641Q03 et 641Q04 de l'unité "météorites et cratères".

Météorites & cratères	Bin_01 E1 et E2	Bin_02 E3 et E4	Bin_03 E5 et E6	Ind_01 E7	Bin_04 E8 et E9	Ind_02 E10	Ind_03 E11	Bin_05 E12 et E13	Bin_06 E14 et E15	Bin_07 E16 et E17	Bin_08 E18 et E19	Bin_09 E20 et E21	Bin_10 E22 et E23	Bin_11 E24 et E25	Bin_12 E26 et E27	Taux de réussite
641Q03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
641Q04	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	93%

Note. Bin_01 et Bin_02 : Binômes de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences. Bin_05 et Bin_10 : Binômes de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences.

Compte tenu des résultats obtenus par les élèves de notre échantillon à l'item 641Q04, notre analyse qualitative se base sur les échanges et entretiens des deux binômes de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences, c'est-à-dire les binôme 5 et 10 (cf. tableau 29) que nous comparons aux deux binômes 1 et 2 de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences.

Cette comparaison nous permet de mettre en évidence, de la façon la plus contrastée possible, les stratégies mobilisées par chaque binôme selon leur groupe *(« Défavo Bas » ou « Favo Haut »)* et d'en faire émerger les potentielles différences.

1.2 Analyse de l'évolution temporelle des stratégies mises en œuvre par les binômes d'élèves de SESC et de niveau scolaire en sciences opposés.

Le groupe d'élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences de notre échantillon se compose des binômes 1 (élèves E1 et E2) et 2 (élèves E3 et E4) et le groupe d'élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences des binômes 5 (élèves E12 et E13) et 10 (élèves E22 et E23).

La démarche des élèves évolue au cours du temps et des décisions prises durant la réalisation de la tâche de sciences, c'est pourquoi nous la décomposons en différentes étapes. Pour cela, nous prenons appui sur le modèle de réponse aux questions adapté à la compréhension générale d'un sujet par Pollitt & Ahmed (1999). Les phases 2 à 4 peuvent se répéter par cycle au cours de la réalisation de la tâche ou ont parfois lieu en même temps (Pollitt & Ahmed, 2001) et s'apparentent à la phase d'activation dans un modèle réduit en trois phases : lecture, activation, écriture (Ahmed & Pollitt, 2010). Ce modèle comprend donc plusieurs phases avec des aller-retours possibles entre elles :

1/ Lecture *(Comprendre la question)*

2/ Recherche *(Accéder aux aspects pertinents stockés en mémoire)*

3/ Interprétation *(Réinterpréter les connaissances stockées en mémoire pour les faire correspondre à la question)*

4/ Résolution *(Générer une réponse à la question)*

5/ Composition *(Rédiger une réponse que l'examinateur soit en mesure de lire).*

Nous effectuons notre analyse des échanges sur l'ensemble des étapes 1 à 5 afin de discerner si une ou plusieurs d'entre elles requièrent plus de temps que les autres pour certains des binômes de notre échantillon.

Nous cherchons aussi à identifier si le type de stratégies mobilisé aux différentes étapes est le même d'un binôme à l'autre puis à étudier le vocabulaire employé et les gestes effectués etc.

Certaines étapes comme la compréhension de la question, qui implique la lecture du texte peut, par exemple, se répéter durant la réalisation de la tâche si les élèves effectuent un ou de multiples retours au texte.

C'est à partir de la lecture du texte et de la question (phase 1) que les élèves commencent à construire une représentation de la question, encore vague, entraînant un processus de recherche de connaissances sur le sujet (phase 2) dont il faudra sélectionner les plus pertinentes en fonction de la représentation de la question (phase 3) dans le but de générer une réponse et l'écrire (phase 4 et 5) (Pollitt & Ahmed, 2001).

Nous analysons donc par étape l'ensemble des transcriptions des échanges entre les binômes 1, 2 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut), 5 et 10 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas) (cf. annexe 31). Les transcriptions des entretiens sont aussi analysées en complément de celles des échanges (cf. annexes 32 et 33).

Item 641Q03

- **Binôme 1 et 2 (SESC favorisé et haut niveau scolaire en sciences)**

Les élèves des binômes 1 et 2 *(Favo Haut)* construisent la représentation que du moment où les météorites tombent sur Terre, elles laissent des traces, en l'occurrence des cratères dans la situation présentée, et que la taille de ces cratères dépend de la taille de la météorite :

> *Extrait d'échange (binôme 1) :*
> *« E2 :* ***Donc techniquement la roche plus grande ce sera là où il y a le plus grand diamètre*** *(esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère A du schéma et regarde E1- iconique) (0:16:21.6) ».*
>
> *Extrait d'échange (binôme 2) :*
> *« E3 : Et après "classez ces cratères en fonction de la taille de la météorite qui les a formés, du plus grand au plus petit" donc* ***c'est le plus grand cratère (accentuation verbale)*** *"Classez ces cratères" c'est les cratères que tu classes (0:16:41.0)*
> *E4 : Oui (montre la question) mais en fonction de la taille de la météorite qui les a formés (0:16:44.2) ».*

Ainsi, ils raisonnent à partir de l'illustration schématique montrant des cercles de différentes tailles, et comprennent par abstraction, qu'ils représentent la trace de cratères, puisqu'ils analysent le schéma en fonction des objets désignés dans la situation.

Nous notons l'utilisation d'un vocabulaire technique comme : « impact » « diamètre » ainsi que des termes en rapport avec les systèmes de la terre et de l'univers comme la « roche » (terme utilisé dans le texte introductif) ou encore la « trace », le « corps ».

- **<u>Binôme 5 et 10 (SESC défavorisé et bas niveau scolaire en sciences)</u>**

Les binômes 5 et 10 *(Défavo Bas)* n'expriment pas, dans leur représentation de la situation, de distinction nette entre la taille des cratères et la taille des météorites. Par exemple, le binôme 10 ne dissocie pas la boule (qui semble désigner la météorite) de sa trace. On pourrait penser à une métonymie mais une partie de l'entretien montre qu'il y a confusion de la part de ces élèves et que la distinction nette entre cratère et météorite n'est pas évidente :

> *<u>Extrait d'entretien (binôme 10) :</u>*
> *« E22 : Ah mais c'est des cratères (0:14:16.8)*
> *R: Oui (0:14:17.3)*
> *E22 : Mais j'ai cru qu'c'était des météorites (regarde St23) (0:14:19.8)*
> *E23 : (hoche la tête de haut en bas) (0:14:20.9)*
> *E22 : Mais fallait m'le dire (0:14:21.7)*
> *E23 : Ben fallait lire (0:14:23.5)*
> *E22 : Attends ouais mais ça revient au même (0:14:31.3)*
> *E23 : Mais du coup c'est c'est pareil c'est la même forme c'est (0:14:33.0)*
> *E22 : Ben ouais (0:14:33.2) »*

Toutefois, ces deux binômes (5 et 10) arrivent à répondre à l'item 641Q03 car, comme nous le mentionnons auparavant, la réponse peut être déduite à partir de l'illustration sans une compréhension approfondie de la situation et en particulier sans distinguer la météorite qui tombe, de sa trace. Les extraits d'entretien nous indiquent effectivement que les binôme 5 et 10 se sont beaucoup basés sur l'observation du schéma et ont fait confiance à leur sens (ici la vue) pour répondre à l'item 641Q03 :

> *<u>Extrait de l'entretien (binôme 5) :</u>*
> *« E12 : Ouais on a trouvé ça plus simple (0:16:44.7)*
> *E13 : Ben **on a juste à voir** la taille c'est lequel le plus grand (montre le schéma au-dessus de la question) et après on classe (0:16:49.5) ».*

<u>Extrait de l'entretien (binôme 10) :</u>
« E23 : C'est logique (0:13:59.1)
R : Ouais (0:13:59.7)
*E2 2: **ça s'voit** (0:14:00.8) ».*

Comme l'indique une autre partie de l'entretien avec les élèves du binôme 5, cette configuration (illustration par laquelle la réponse est déductible) permet aux élèves de percevoir cet item comme étant plus accessible, ce qui peut développer la confiance en leurs capacités :

<u>Extrait de l'entretien (binôme 5) :</u>
« E12 : Ou le cratère là les météorites... (0:59:50.8)
E13 : Ouais ça aussi c'était facile ouais (0:59:52.0)
E12 : ...parce qu'on voyait l'image enfin on pouvait dire selon l'image (0:59:54.6)
E13 : Ouais (0:59:54.9) ».

Nous notons également que les termes employés par ces deux binômes, de type « rond » ; « boule », qualifiant les cratères sur le schéma, sont plus familiers en comparaison de ceux utilisés au cours de l'entretien par les binômes 1 et 2 (cf. tableau 30) :

<u>Extrait d'entretien (binôme 5) :</u>
*« E12 : on a classé euh selon **le rond** (montre sur le schéma) (0:16:53.5) ».*

<u>Extrait d'échange (binôme 10) :</u>
*« E23 : C'est **le rond** là (montre sur le schéma- pointage) (0:28:03.9)*
*E22 : Mais tu vois pas là y'a une **petite boule** (esquisse un rond avec son doigt sur le cratère B du schéma- iconique) une **grosse boule** (esquisse un rond avec son doigt sur le cratère A du schéma- iconique) une **moyenne boule** (esquisse un rond avec son doigt sur le cratère C du schéma- iconique) » (0:28:07.7) ».*

Tableau 30. Extraits d'entretien des binômes 1,2 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut), 5 et 10 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas) pour l'item 641Q03 de météorites et cratères.

SESC favorisé Niveau scolaire en sciences haut	SESC défavorisé Niveau scolaire en sciences bas
Binôme 1 (E1 & E2)	Binôme 5 (E12 & E13)
« E2: C'était facile de savoir quelle était la plus grande et quelle était la plus petite parce que c'est c'est en arrivant au sol c'est un peu le c'est un peu euh **plus le corps est gros plus ça va produire une un cercle de diamètre important** […] (0:17:05.3) »	« E12: **on a classé euh selon le rond** *(montre sur le schéma)* (0:16:53.5) R: D'accord (0:16:54.4) E12: **La grandeur enfin la** *(mouvement avec son index et son pouce)* la (0:16:56.7) E13: **La taille** (0:16:57.3) E12: **La taille voilà** (0:16:58.0)
Binôme 2 (E3 & E4)	Binôme 10 (E22 & E23)
« E3: Ensuite ici donc **on a choisi euh les cratères donc euh en fonction donc de la trace qui était restée** et donc on peut voir que la A (montre le cratère A sur le schéma) […] (0:09:00.2) »	« […] E22: **On voit qu'la la boule A**… *(montre sur le schéma et petit rire)* (0:14:05.9) R: Ouais 0:14:06.4) E22: …**elle est plus grande que la B et la C** *(montre sur le schéma)* »

Pour les deux items 641Q03 et 641Q04, nous constatons qu'une erreur de lecture similaire se produit chez les binômes 5 et 10 de SESC défavorisé de niveau scolaire en sciences bas qui prononcent le mot « caractères » au lieu de « cratère » au moment de lire la question. En effet, les deux élèves E12 et E13 du binôme 5 le disent chacune leur tour, l'une à la lecture de l'item 641Q03 et l'autre à celle de l'item 641Q04 :

> *<u>Extrait de l'échange pour l'item 641Q03 (binôme 5) :</u>*
> *« E12 : Okay (regarde le schéma au-dessus des questions) A B C (lecture de la 1ère question) "Classez ces **caractères** (au lieu de cratères) en fonction de la taille de la météorite..." okay donc là de la plus gros à la plus petite (0:12:46.8) ».*
>
> *<u>Extrait de l'échange pour l'item 641Q04 (binôme 5) :</u>*
> *« E13 : (lecture de la 2ème question) "Classez les **caractères** (au lieu de cratères) en fonction du moment où ils se sont formés" (0:13:08.9) ».*

Pour le binôme 10, il n'y a que l'élève E22 qui fasse cette erreur de lecture à deux reprises (pour l'item 641Q03 et 641Q04) :

> *Extrait de l'échange pour l'item 641Q03 (binôme 10) :*
> *« E22 : (rire)* ***(relecture de la question)*** *classez ces* ***caractères*** *(au lieu de cratères) en fonction de la taille de la météorite qui qui les a formés du plus grand au plus petit" donc plus grand le plus p'tit donc là y'a la (0:27:49.8) ».*
>
> *Extrait de l'échange pour l'item 641Q04 (binôme 10) :*
> *« E22 : (lecture de la question) "Classez les* ***caractères*** *(au lieu de cratères) en fonction du moment où ils se sont formés..." (0:28:24.4) ».*

Cette erreur de lecture des binômes 5 et 10, au niveau du terme « cratère » que ces élèves transforment en « caractères » peut venir du fait qu'ils réfléchissent à un classement par caractéristiques.

Item 641Q04

L'item 641Q04 introduit une variable supplémentaire par rapport à l'item 641Q03, à savoir celle de la dimension temporelle.

- **Binôme 1 et 2 (SESC favorisé et haut niveau scolaire en sciences)**

La dimension temporelle de l'item 641Q04 est prise en compte par les élèves des binômes 1 et 2 puisqu'ils introduisent cette dimension dans l'histoire des traces. Nous notons l'utilisation d'un vocabulaire technique comme : « recouvert ».

> *Extrait d'échange (binôme 1) :*
> *« E2 : Et ben C est recouvert par A qui est* ***recouvert*** *par B (0:16:42.6) ».*
>
> *Extrait d'entretien (binôme 1) :*
> *« E1 : ben on a simplement comparé ici (montre le schéma au-dessus des questions) donc on a vu que le C était en-dessous des autres cratères le A euh ben le B était à l'intérieur du A* ***donc ça veut dire que probablement le A est venu en premier*** *(0:17:28.6) ».*

<u>Extrait d'échange (binôme 2) :</u>

« E3 : Plus ancien non mais ***c'est en fonction de là ils sont recouverts*** *(0:16:16.6) [...] Le plus ancien donc c'est C puis A puis B (0:16:25.0) ».*

<u>Extrait d'entretien (binôme 2) :</u>

« E3 : ...où la trace s'était euh dissipée on va dire (montre le cratère C sur le schéma) on voyait pas l'ensemble de la trace (montre le cratère A sur le schéma) ***alors qu'ici*** *(montre le cratère B sur le schéma)* ***on voit nettement que l'ensemble du cratère*** *(forme un cercle avec sa main droite) donc on a mis le C le A et puis le B (0:09:16.9) ».*

- **<u>Binôme 5 (SESC défavorisé et bas niveau scolaire en sciences)</u>**

Au cours de leurs échanges, les élèves du binôme 5 n'emploient pas le terme de recouvrement et E13 s'exprime avec une formulation familière qui semble plus descriptive que pour les élèves des binômes 1 et 2 *(Favo Haut)* :

<u>Extrait de l'échange (binôme 5) :</u>

« E13 : Parce que regarde (montre le cratère C sur le schéma- pointage) il est ***derrière*** *(montre le cratère C sur le schéma et regarde E13- pointage) (0:13:15.9)».*

Toutefois, l'entretien avec les élèves du binôme 5 *(Défavo Bas)* confirme qu'ils ont assimilé la notion de dimension temporelle avec l'utilisation par E13 d'un vocabulaire plus technique que lors des échanges. Elle évoque effectivement le terme de superposition rejoignant ainsi celui de recouvrement évoqué par les élèves E2 et E3 des binômes 1 et 2 *(Favo Haut).*

<u>Extrait de l'entretien (binôme 5) :</u>

« E13 : Après ben y'a l'A qui est posé dessus et le B il est posé sur l'A (montre sur le graphique) (0:17:27.1) ***en fait ils sont superposés*** *ouais voilà (0:17:29.1) ».*

- **<u>Binôme 10 (SESC défavorisé et bas niveau scolaire en sciences)</u>**

Nous observons que les élèves E22 et E23 du binôme 10 associent la taille de la météorite à son âge :

<u>Extrait de l'échange (binôme 10) :</u>
*« E23 : **Le plus le plus récent c'est le plus petit** (0:28:29.0)*
*E22 : Ouais mais on sait pas si genre euh une **météorite plus c'est gros plus c'est vieux** ou alors c'est juste un gros morceau qui est tombé comme ça hein (0:29:05.4)*
*E23 : donc **quand il est petit il est plus récent non** (regarde E22 et mouvement d'épaules)(0:29:30.3) ».*

<u>Extrait de l'entretien (binôme 10) :</u>
« E23 : Ben logiquement y'a elle est petite genre (0:15:48.9)
R : Hum hum (0:15:50.2)
*E23 : Du coup ça veut dire que **quand le cratère il est il est plus p'tit ça veut dire il vient d'tomber** (0:16:00.1)*
R : Okay (0:16:01.0)
*E23 : **Donc il est récent** et quand euh **quand donc le cratère il est grand** ça veut dire qu'il va il va (0:16:10.7) ouais **il est plus ancien** (0:16:13.2) ».*

Dans ces exemples d'extraits de l'échange et de l'entretien, les élèves du binôme 10 forment une représentation incorrecte de la situation de l'item les conduisant à donner une réponse incorrecte, alors que pour l'item 641Q03, pour lequel la réponse peut être déduite de l'illustration, les élèves parviennent à donner une réponse correcte, même avec une représentation partielle de la situation.

L'extrait suivant montre que les élèves de ce même binôme n'arrivent pas à prendre en compte la dimension temporelle et persévèrent dans un classement croissant ou décroissant :

<u>Extrait de l'entretien (binôme 10) :</u>
*« E23 : On savait pas trop **on savait si** c'était si euh (0 :14 :55.1)*
E22 : Ah oui on savait pas si c'était la plus petite si (0 :14 :56.9)
*E23 : **Si la plus petite est la plus la plus récente** ou si la plus grosse est la plus ancienne **ou la plus grosse est la plus récente** (0 :15 :02.2) ».*

L'analyse des échanges et des entretiens entre les élèves nous permet de faire apparaître une représentation de la situation bien distincte entre les élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences et ceux de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences.

1.2.1 *Gestes effectués par les élèves au cours de la réalisation des deux items « météorites et cratères »*

Comme nous avons pu le mentionner précédemment, nous nous intéressons aussi aux gestes accompagnant le discours qui permettent de l'illustrer et d'apporter des informations complémentaires, ce que Beltrame (2006) qualifie de gestes support d'explication. Nous avons ensuite précisé si ces gestes support d'explication étaient de type iconique ou métaphorique.

Item 641Q03

Les élèves E2 et E3 des binômes de SESC favorisé et de niveau scolaire en sciences haut évoquent la notion de dimension qu'ils sont les seuls à accompagner de gestes support d'explication de type métaphorique :

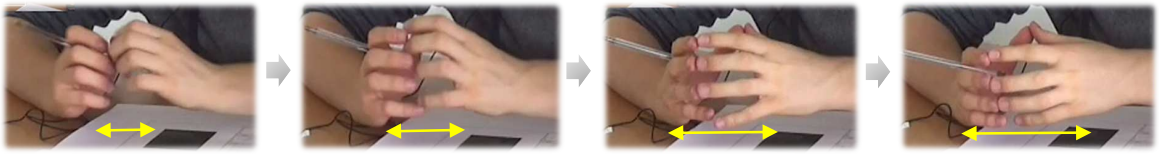
Extrait de l'échange (binôme 1) :

« E2 : ***en fait vu qu'elle brûle*** *(mouvement d'ouverture de la paume de la main droite vers le bas-métaphorique) avant d'atteindre la surface de la terre... (0:16:07.3) ».*

0:16:04.8 0:16:05.0 0:16:06.2

Extrait de l'échange (binôme 1) :

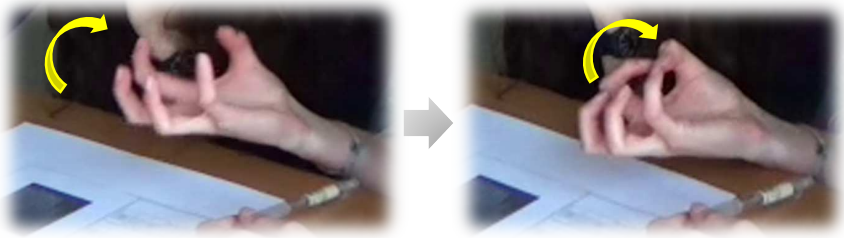
« E2 : (0:16:07.0) ...ça veut dire que ***plus l'impact il est grand*** *(forme un cercle avec ses deux mains tout en l'agrandissant- métaphorique) (0:16:10.0)* ***plus ça veut dire qu'il est resté euh de la roche*** *on est d'accord (0:16:16.8) ».*



0:16:08.2 0:16:08.6 0:16:09.0 0:16:10.0

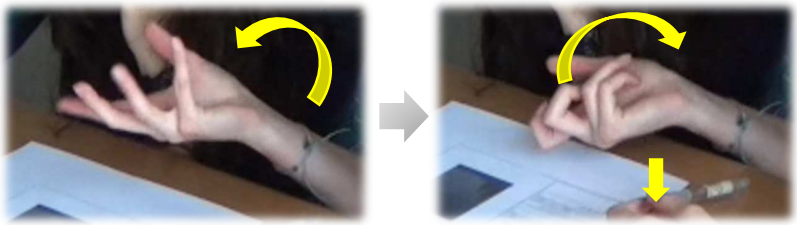
<u>Extrait de l'échange (binôme 2) :</u>

*« E3 : **Donc elles brûlent entièrement avant d'atteindre la surface de la Terre** donc ça veut dire qu'elles **sont plus petites** (ouvre et ferme les doigts de la main, paume dirigée vers le plafond-métaphorique) (0:15:48.7)… ».*



0:15:48.0 0:15:48.7

*« E3 : (0:15:48.7)…tu vois c'que j'veux dire elles sont quasiment **décomposées** (mouvement avec la main droite paume dirigée vers le plafond et doigts qui se referment sur la paume en redescendant la main vers la table-métaphorique) (0:15:51.8) ».*



0:15:50.9 0:15:51.8

<u>Item 641Q04</u>

Les échanges montrent que les élèves E1 et E3 des binômes 1 et 2 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut) font correspondre leurs connaissances du sujet à leur représentation de la question d'une manière presque équivalente puisqu'ils parlent de recouvrement en effectuant tous deux un geste support d'explication de type iconique pour l'un et métaphorique pour l'autre :

<u>Extrait de l'échange (binôme 1) :</u>

*« E2 : Et ben C (esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère C-iconique) est **recouvert** par A (esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère A-iconique) qui est **recouvert** par B (esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère B et regarde E1- iconique) C il est à moitié recouvert (esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère C- iconique) (0:16:42.6) ».*

<u>Extrait de l'échange (binôme 2) :</u>

*« E3 : Plus ancien non mais c'est en fonction de là **ils sont recouverts** (bouge la main gauche paume vers la table mouvement de haut en bas au-dessus du schéma-métaphorique) (0:16:16.6) ».*

L'explication de E13 est complétée par E12 via un geste support d'explication de type métaphorique :

<u>Extrait de l'entretien (binôme 5) :</u>

*« E13 : Après ben y'a **l'A qui est posé** dessus et le B il est posé sur l'A (montre sur le graphique) (0:17:27.1)*

*E13 : En fait **ils sont superposés** ouais voilà (0:17:29.1)*

E12 : Plus il est par terre (touche la table avec sa paume de la main droite et remonte par pallier sa main jusqu'au niveau de sa tête) plus il est en bas et plus il est en haut plus il a il est euh plus récent (0:17:33.6) ».

<u>Items 641Q03 et 641Q04 : Recensement de l'ensemble des gestes</u>

Après avoir recensé l'ensemble des 54 gestes réalisés par les élèves des 4 binômes au cours de la réalisation des deux items « météorites et cratères » (cf. tableau 31), nous observons que la majorité des gestes (36) se concentrent à l'étape 3 du modèle de réponse aux questions ce qui semble logique puisque c'est au cours de cette étape que les élèves procèdent à une réinterprétation de leurs connaissances afin de les faire correspondre à la question.

Au cours de cette étape, seuls les élèves de SESC favorisé et de niveau scolaire en sciences haut (binômes 1 et 2) ont recours aux gestes métaphoriques notamment pour illustrer dans l'item 641Q03, la variation de taille des cratères en fonction des caractéristiques des météorites ou encore pour le binôme 2, matérialiser la dimension temporelle dans l'item 641Q04 (représentée sous forme de geste iconique pour le binôme 1).

Au total, les élèves de SESC favorisé et de niveau scolaire en sciences haut (binômes 1 et 2) effectuent presque trois fois plus de gestes de type iconique et métaphorique (14) que les élèves du binôme 10 de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences qui ne réalisent que 5 gestes iconiques.

Nous notons également une différence d'utilisation des gestes iconiques entre les élèves du binôme 1 et 10 à l'item 641Q03. En effet, les élèves du binôme 10 les emploient comme support d'accompagnement d'une description de la taille des différentes formes observées sur le schéma, sans intégrer l'information cruciale que ces traces sont la résultante d'objets de dimension variée :

> *« E22 : Mais tu vois pas là* ***y'a une petite boule (esquisse un rond avec son doigt sur le cratère B du schéma- iconique)*** *une grosse boule (esquisse un rond avec son doigt sur le cratère A du schéma- iconique) une moyenne boule (esquisse un rond avec son doigt sur le cratère C du schéma- iconique) (0:28:07.7)*
> *E23 :* ***ça c'est B (repasse au crayon le cratère sur le schéma- iconique)*** *ça c'est A (repasse au crayon le cratère sur le schéma- iconique) c'est ça ça c'est A le gros rond (montre sur le schéma- pointage) (0:28:12.7) ».*

Le geste iconique ne semble pas jouer le même rôle pour l'élève E2 du binôme 1 qui cible un cratère spécifique du schéma en lien direct avec la taille de la météorite dont il parle :

> *« E2 :* ***Donc techniquement la roche plus grande ce sera là où il y a le plus grand diamètre*** *(esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère A du schéma et regarde E1- iconique) (0:16:21.6) ».*

Les gestes utilisés aux autres étapes du modèle de réponse aux questions sont de type déictique et servent le plus souvent à attirer l'attention de l'autre élève du binôme sur un élément en particulier et ont donc moins pour but d'illustrer le discours que les gestes iconiques ou métaphoriques.

Sur l'ensemble des étapes du modèle de réponse aux questions, nous identifions, au total, autant de gestes métaphoriques et iconiques (n=19) que déictiques (n=18). Néanmoins, si les gestes déictiques sont utilisés de manière équivalente par les élèves de SESC favorisé de haut niveau scolaire en sciences (n=9) et de SESC défavorisé de bas niveau scolaire en sciences (n=9), ce n'est pas le cas de ceux de type métaphorique et iconique comme nous avons pu le voir.

Tableau 31. Recensement des gestes effectués lors des échanges entre les binômes 1,2 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut), 5 et 10 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas) pour les items 641Q03 et 641Q04.

	Étape 1	Étape 2	Étape 3	Étape 4 & 5	Total
Binôme 1 *(Favo Haut)*			**Métaphorique (4)** **Iconique (1)** Déictique (2) **Iconique (6)**		13
Binôme 2 *(Favo Haut)*	Déictique (1)	Déictique (2)	**Métaphorique (2)** Déictique (4) **Métaphorique (1)** Déictique (3)	Déictique (3)	16
Binôme 5 *(Défavo Bas)*	Déictique (1)		Déictique (3)	Déictique (5) Déictique (1)	10
Binôme 10 *(Défavo Bas)*		Déictique (4)	Déictique (5) **Iconique (5)** Déictique (1)		15
Total	2	6	37	9	54

Note. Type de gestes utilisés durant la réalisation de l'item 641Q03 ; Type de gestes utilisés durant la réalisation de l'item 641Q04. Favo Haut. Élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences ; Défavo Bas. Élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences.

1.2.2 Temps de résolution à chaque étape du modèle de réponse aux questions

Considérer le temps passé sur les différentes étapes du modèle de réponse aux questions est également important car les temps de réponse sont des données utiles pour mieux comprendre les interactions personne-tâche (Y.-H. Lee et al., 2019).

Pour mieux envisager le temps à chaque étape du modèle, nous proposons une frise chronologique sur laquelle nous retrouvons la succession des étapes par lesquelles passent chaque binôme et le temps (en secondes) dont les élèves ont eu besoin à chacune d'entre elles.

Cela nous permet d'observer que le binôme 1 (E1 & E2) de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences est celui qui suit, pour les deux items 641Q03 et 641Q04[74], les étapes du modèle de réponse aux questions dans l'ordre et surtout celui qui passe le plus de temps à l'étape 3 (faire correspondre les connaissances du sujet à la représentation de la question) par rapport à l'étape 1 (compréhension de la question) (cf. figure 30).

[74] Pour rappel, les élèves répondent à ces deux items en parallèle puisqu'ils sont placés sur la même page.

Binôme 1	Étape 1 (641Q03 & 641Q04)	Étape 3 (Q03)	Étape 4&5 (Q03)	Étape 3 (Q04)	Étape 4&5 (Q04)	
Temps en secondes	21	26	7	19	6	Total 79

Figure 30. Frise chronologique de la succession des étapes du modèle de réponse aux questions de Pollitt & Ahmed (1999) pour les élèves du binôme 1.

En comparaison, le binôme 5 (E12 & E13) de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences passe beaucoup plus de temps à franchir l'étape 1 (33 secondes), qui consiste à lire le texte et les questions, que l'étape 3 (7 secondes) laquelle n'étant opérante qu'au cours de la réalisation de l'item 641Q04 (cf. figure 31).

Binôme 5	Étape 1 (Q03)	Étape 4 & 5 (Q03)	Étape 1 (Q04)	Étape 3 (Q04)	Étape 4&5 (Q04)	*A*	
Temps en secondes	28	17	5	7	6	*7*	Total 63

Figure 31. Frise chronologique de la succession des étapes du modèle de réponse aux questions de Pollitt & Ahmed (1999) pour les élèves du binôme 5.
Note. *A. Aparté (non prise en compte dans le décompte du temps).*

Les binômes 2 (SESC favorisé et haut niveau scolaire en sciences) (cf. figure 32) et 10 (SESC défavorisé et bas niveau scolaire en sciences) suivent aussi l'ordre des étapes du modèle de réponse aux questions mais, contrairement aux binômes 1 et 5, celles-ci se répètent par cycle (cf. figures 34 et 35). En effet, les élèves du binôme 2 reviennent à trois reprises à l'étape 1, avant de répondre à l'item 641Q03 (cf. figure 32) contrairement à l'item 641Q04 où la lecture est très courte (4 secondes) donnant lieu à une résolution achevée très rapidement. Le processus de réponse est donc bien plus parcellaire pour l'item 641Q03 malgré une étape 3 franchie en 1 seule fois pour les deux items mais qui leur demande tout de même plus de temps en comparaison de la réalisation de l'item 641Q04.

Binôme 2	Étape 1 (Q03)	Étape 4 (Q03)	Étape 1 (Q03)	Étape 2 (Q03)	Étape 1 (Q03)	*A*	Étape 3 (Q03)	Étape 1 (Q04)	Étape 3 (Q04)	Étape 4&5 (Q04)	Étape 1 (Q03)	Étape 4&5 (Q03)	*A*	
Temps en secondes	36	4	17	8	13	*4*	22	4	9	9	23	7	*1*	Total 152

Figure 32. Frise chronologique de la succession des étapes du modèle de réponse aux questions de Pollitt & Ahmed (1999) pour les élèves du binôme 2.
Note. *A. Aparté (non prise en compte dans le décompte du temps).*

À l'inverse, le binôme 10 passe beaucoup plus de temps à répondre à l'item 641Q04 avec des aller-retours entre les étapes 1 et 3 à trois reprises avant d'y répondre (cf. figure 33). Pour l'item 641Q03, les élèves suivent les étapes dans l'ordre mais passent aussi beaucoup de temps à l'étape 1 et sont aussi les seuls à lire la consigne à voix haute, qui indique d'« utiliser les informations fournies sous "météorites et cratères" à droite ».

Binôme 10	Étape 1 *Consigne*	*A*	Étape 1 (Q03)	Étape 2 (Q03)	Étape 3 (Q03)	Étape 4&5 (Q03)	Étape 1 (Q04)	Étape 3 (Q04)	Étape 1 (Q04)	Étape 3 (Q04)	Étape 1 (Q04)	Étape 3 (Q04)	Étape 4&5 (Q04)	*A*	
Temps en secondes	6	*14*	48	13	12	5	7	4	20	15	18	16	27	*2*	Total 191

Figure 33. Frise chronologique de la succession des étapes du modèle de réponse aux questions de Pollitt & Ahmed (1999) pour les élèves du binôme 10.
Note. *A. Aparté (non prise en compte dans le décompte du temps).*

Nous constatons donc que les élèves de binômes 2 et 10 accordent beaucoup de temps à l'étape 1 de compréhension de la question. Toutefois, les figures 30, 31, 32 et 33 nous permettent de constater que ce temps n'est pas consacré aux mêmes processus. En effet, les élèves du binôme 2 (SESC favorisé et haut niveau scolaire en sciences) relisent le texte introductif à deux reprises pour rechercher des informations afin de caractériser les propriétés des météorites, ce qui va ensuite les amener à activer des connaissances autour de celles-ci, notamment celle de la vitesse. Puis après une seconde relecture de l'item 641Q03, ces élèves corrigent la direction prise initialement (focus sur les météorites) pour entreprendre un classement selon la taille des cratères déjà proposé au début de la réalisation.
Les élèves du binôme 10 (SESC défavorisé et bas niveau scolaire en sciences) relisent eux aussi le texte introductif à deux reprises, non pas pour préciser des connaissances déjà acquises mais pour tenter de trouver des éléments dans le texte qui leur donneraient la réponse à l'item 641Q04 pour lequel ces élèves n'arrivent pas à répondre.

SESC favorisé
Niveau scolaire en sciences haut

Binôme 1 (élèves E1 & E2)

Étape 1 : Compréhension de la question.
Temps total de lecture du texte : 21 secondes
-Lecture des deux items 641Q03 et 641Q04 en une seule fois, au début de la résolution.

Étape 3 : Faire correspondre les connaissances du sujet à la représentation de la question (item 641Q03).
→ Représentations que du moment où les météorites tombent sur Terre, elles laissent des traces (cratères) et que la taille des cratères dépend de la taille de la météorite :
-Notion de dimension: « grand » (E2),
-Gestes support d'explication (5) pour E2 de type métaphorique (4) iconique (1),
-Emploi de termes techniques (5) : « décompose » ; « impact » ; diamètre ; « brûle » et « roche » *(termes utilisés dans le texte introductif)*.

Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q03).
→Différence de réponse entre les élèves du binôme (E1 propose, en 1ère intention, un classement croissant des cratères).
→Accord des deux élèves sur la réponse à donner.

Étape 3 : Faire correspondre les connaissances du sujet à la représentation de la question (item 641Q04).
→Prise en compte de la dimension temporelle :
-Gestes de pointage (2) de type déictique,
-Gestes support d'explication (6) pour E2 de type iconique,
-Emploi de terme technique (1) : « recouvert » (E2).

Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q04).
→Accord des deux élèves sur la réponse à donner.

Binôme 2 (Élève E3 & E4)

Étape 1 : Compréhension de la question.
Temps total de lecture du texte : 93 secondes. Lecture de la question 641Q03, lecture du texte introductif puis relecture de la question 641Q03.

Étape 4 : Générer la réponse (item 641Q03). 1ère intention : classement croissant (E3) plutôt que décroissant.
Gestes de pointage (3) de type déictique.

Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q03).
→Relecture de l'introduction : -Recherche de précision sur l'objectif de la question (focus sur les météorites),
-Surlignage par l'élève E4 du groupe verbal « a formés ».

Étape 2 : Rechercher des connaissances sur le sujet (item 641Q03).
→Mobilisation de connaissances sur les météorites (vitesse) :
-Emploi de terme technique (2) : « vitesse » ; « cratère » *(terme utilisé dans le texte introductif),*
-Gestes de pointage (2) de type déictique.

Étape 1 : Compréhension de la question (641Q03).
→2ème Relecture d'éléments dans l'introduction : -Recherche d'informations pour caractériser les propriétés des météorites,
-Surlignage des termes « très chaudes et brillantes » par E4.

Aparté (non provoqué par les élèves) *4 secondes*

Étape 3 : Faire correspondre les connaissances du sujet à la représentation de la question (641Q03).
→Représentations que du moment où les météorites tombent sur Terre, elles laissent des traces (cratères) et que la taille des cratères dépend de la taille de la météorite : -Notion de dimension : « petite » (E3), -Gestes support d'explication (2) pour E3 de
type métaphorique, -Emploi de terme technique (1) : « décomposer », -Gestes de pointage (4) de type déictique.

Étape 1 : Compréhension de la question. Lecture de l'item 641Q04

Étape 3 : Faire correspondre les connaissances du sujet à la représentation de la question (641Q04).
→Prise en compte de la dimension temporelle : -Emploi de terme technique par E3 (1) : « recouvert », -Geste support d'explication (1) de type métaphorique, -Gestes de pointage (3) de type déictique.

Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q04).
→Accord des deux élèves sur la réponse à donner.

Étape 1 : Compréhension de la question. Lecture de l'item 641Q03.
→2ème relecture de l'item 641Q03 : -E3 corrige la direction prise en première intention (classement croissant) pour la question 641Q03 au début de la résolution (accentuation verbale sur le terme grand cratère), -Focus sur les cratères et non plus sur les météorites, -Geste de pointage (1) de type déictique.

Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q03).
→La nouvelle direction prise par les élèves leur permet de classer les cratères dans l'ordre décroissant.
→Accord des deux élèves sur la réponse même si un doute subsiste sur la réponse donnée.

Aparté (provoqué par les élèves) *1 seconde*

Figure 34. Processus mis en place par les élèves de SESC favorisé et de niveau scolaire en sciences haut durant les différentes étapes du modèle de réponse aux questions (Pollitt & Ahmed, 1999).

SESC défavorisé
Niveau scolaire en sciences bas

Binôme 5 (élèves E12 & E13)

Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q03).
Temps total de lecture du texte : 33 secondes.
-Erreur de lecture pour l'item 641Q03:
Prononciation (E12) du mot « caractères » au lieu de cratères,
-Geste de pointage (1)de type déictique.

Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q03).
→Pas de distinction nette entre la taille des cratères et la taille des météorites.
-Gestes de pointage (5) de type déictique.
→Accord des deux élèves sur la réponse avec procédure de vérification avant de passer à l'item suivant :
-E13 montre une légère difficulté à suivre E12 car cet élève classe les cratères à l'oral de manière croissante tout en les inscrivant correctement dans le tableau de réponse de façon décroissante.

Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q04).
-Erreur de lecture pour l'item 641Q04:
Prononciation (E13) du mot « caractères » au lieu de cratères.

Étape 3 : Faire correspondre les connaissances du sujet à la représentation de la question (item 641Q04).
→Prise en compte de la dimension temporelle :
-Emploi d'un terme familier (E13) : « derrière »,
-Gestes de pointage (3) de type déictique.

Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q04).
-Geste de pointage (1).
→Accord des deux élèves sur la réponse à donner.

Aparté (provoqué par les élèves) *7 secondes*

Binôme 10 (élèves E22 & E23)

Étape 1 : Compréhension de la question. Lecture de la consigne.
Temps total de lecture du texte : 99 secondes.

Aparté (provoqué par les élèves) *14 secondes*

Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q03).
-Lecture de la question 641Q03 (E23) puis relecture (E22).
-Erreur de lecture pour l'item 641Q03:
Prononciation (E22) du mot « caractères » au lieu de cratères.

Étape 2 : Rechercher des connaissances sur le sujet (item 641Q03).
-Gestes de pointage (4) de type déictique.
-Confusion entre les cratères et les météorites car les élèves parlent parfois au féminin et d'autre fois au masculin pour désigner les cratères.

Étape 3 : Faire correspondre les connaissances du sujet à la représentation de la question (item 641Q03).
→Pas de distinction nette entre la taille des cratères et la taille des météorites :
-Gestes support d'explication (5) de type iconique,
-Gestes de pointage (5) de type déictique,
-Emploi de termes familiers en montrant les cratères sur le schéma : « boule » ; « rond ».

Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q03).
→Accord des deux élèves sur la réponse à donner.

Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q04).
-Erreur de lecture pour l'item 641Q04 :
Prononciation (E22) du mot « caractères » au lieu de cratères.

Étape 3 : Faire correspondre les connaissances du sujet à la représentation de la question (item 641Q04).
→Pas de prise en compte de la dimension temporelle (E23 associe la taille de la météorite à son âge).

Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q04).
-Première relecture de l'introduction à la recherche d'informations dans le texte pour tenter d'y trouver des éléments qui les aideraient à répondre.

Étape 3 : Faire correspondre les connaissances du sujet à la représentation de la question (item 641Q04).
→Pas de prise en compte de la dimension temporelle (E22 associe la taille de la météorite à son âge).

Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q04).
-Deuxième relecture de l'introduction à la recherche d'informations dans le texte pour tenter d'y trouver des éléments qui les aideraient à répondre.

Étape 3 : Faire correspondre les connaissances du sujet à la représentation de la question (item 641Q04).
→Pas de prise en compte de la dimension temporelle (E23 associe la taille de la météorite à son âge).
-Geste de pointage (1) de type déictique.

Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q04).

Aparté (provoqué par les élèves) *2 secondes*

Figure 35. Processus mis en place par les élèves de SESC défavorisé et de niveau scolaire en sciences bas durant les différentes étapes du modèle de réponse aux questions (Pollitt & Ahmed, 1999).

Finalement, les élèves du binôme 2 ont complexifié le but de l'item 641Q03 les amenant à passer beaucoup de temps à relire le texte ce qu'ils n'ont pas fait pour l'item 641Q04 pourtant censé être plus difficile que l'item 641Q03. L'extrait d'échange suivant montre effectivement que les élèves restent perplexes par rapport à l'item 641Q03 allant jusqu'à le qualifier de « piège » et un doute subsiste à la fin de la réalisation de la tâche, sur la réponse donnée :

> *Extrait de l'échange (binôme 2) :*
> *« E3 : [...] donc* ***c'est le plus grand cratère (accentuation verbale)*** *"Classez ces cratères" c'est les cratères que tu classes (0:16:41.0)*
> *E4 : Oui (montre la question) mais en fonction de la taille de la météorite qui les a formés (0:16:44.2)*
> *E3 : Oui mais c'est quand même c'est quand même les cratères que tu vas classer (0:16:46.3)*
> *E4 : Ouais ouais okay donc ouais t'as raison (0:16:47.6)*
> *E3 :* ***C'est une question qui est un petit peu*** *(0:16:48.2)*
> *E4 :* ***piège*** *(0:16:48.7)*
> *E3 :* ***piège*** *(0:16:49.3)*
> *E4 : Okay A euh... (note la réponse) (0:16:50.8)*
> *E3 : C'est en fonction de... (0:16:52.3)*
> *E4 : ...C B (note la réponse dans l'encadré réservé à l'item 3 "météorites et cratères") (0:16:53.3)*
> *E3 : ...mais c'est les cratères que tu classes (0:16:54.1)*
> *E4 :* ***Okay on verra après*** *(tourne la page sur l'item suivant) donc on continue (0:16:58.7) ».*

Le binôme 2 trouve peut-être l'item 641Q03 un peu trop facile et c'est pourquoi ces élèves cherchent à le complexifier, comme ça semble le cas pour l'élève E1 du binôme 1 :

> *Extrait de l'entretien (binôme 1) :*
> *« E2 : ça été facile et rapide (regarde St1)(0:16:02.2)*
> *E1 : plus plus simple (0:16:03.1)*
> *E2 : ça a pas été (0:16:03.5)*
> *E1 :* ***mais bon moi quand c'est plus simple j'hésite*** *(0:16:05.9) ».*

Pour les élèves du binôme 10 n'arrivant pas à se représenter le but de l'item 641Q04, la relecture du texte a davantage un but d'étayage. Si l'item 641Q03 leur paraît logique, ces élèves expriment davantage durant l'entretien le fait de ne pas savoir répondre à l'item 641Q04 :

> *Extrait de l'entretien (binôme 1- item 641Q03) :*
> *« E23 : **Ben c'est logique** (0:13:56.4)*
> *R : Vous vous êtes aidées du schéma (0:13:56.9)*
> *E22 : Ouais on s'est aidé de là ça là (montre le schéma des cratères) (0:13:58.6)*
> *E23 : **C'est logique** (0:13:59.1)*
> *R : Ouais (0:13:59.7)*
> *E22 : ça s'voit (0:14:00.8) ».*
>
> *Extrait de l'entretien (binôme 1- item 641Q04) :*
> *« E23 : **On savait pas trop** on savait si c'était si euh (0:14:55.1)*
> *E22 : **Ah oui on savait pas** si c'était la plus petite si (0:14:56.9) ».*

Au contraire de certains élèves du binômes 1 et 2 qui peuvent hésiter dans leur réponse face à la facilité de l'item 641Q03, les élèves du binôme 5 affichent un certain enthousiasme pour ce genre d'items :

> *Extrait d'un aparté à la fin de l'échange (binôme 5) :*
> *« E12 : (regarde E13) **Pourquoi on a pas ça en cours** (0:13:24.3)*
> *E13 : (rire) (0:13:25.6)*
> *E12 : Nous on a des trucs beaucoup plus difficiles hein (tourne la page sur l'item suivant) (0:13:28.5) ».*
>
> *Extrait de l'entretien (binôme 5) :*
> *« E12 : ça franchement on a pas (0:16:41.7)*
> *E13 : Enfin c'était facile hein ouais (0:16:43.4)*
> *E12 : **Ouais on a trouvé ça plus simple** (0:16:44.7)*
> *E13 : Ben **on a juste à voir** la taille c'est lequel le plus grand (montre le schéma au-dessus de la question) et après on classe (0:16:49.5) ».*

1.3 Conclusion

La caractéristique « réponse dans l'item » augmente les scores des élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance, ce qui va dans le sens de notre analyse statistique mais ce résultat n'indique pas pour autant une compréhension complète de la situation. Notre analyse qualitative montre que, ces élèves ont une représentation de la question très proche et qu'elle est différente de ceux des élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences.

Une autre différence se situe au niveau de l'utilisation des gestes. Pour les élèves de notre analyse, le recours aux gestes est fréquent lorsqu'ils souhaitent expliquer une idée. Il est admis dans la littérature que la production de gestes a effectivement souvent lieu au moment d'une explication et témoignent de la pensée incarnée des élèves (e.g. Alibali & Nathan, 2012). La méta-analyse de Dargue et al. (2019) montre aussi que les gestes produits par les élèves profitent à leur compréhension et ce bien davantage que lorsque ces gestes ne sont qu'observés. Cet effet bénéfique des gestes sur la compréhension viendrait du fait qu'ils contribuent à une meilleure concentration sur la tâche permettant ainsi de réduire la charge cognitive en mémoire de travail (Di Fabio et al., 2018 ; Cook et al., 2012 ; Wagner et al., 2004 ; Goldin-Meadow et al., 2001). Il reste encore à déterminer si, parmi les différents gestes produits par les élèves, certains leur sont plus bénéfiques que d'autres pour mieux comprendre la tâche (Dargue et al., 2019).

Les élèves de cette analyse produisent tous des gestes accompagnant leur discours mais ils ne sont pas de même nature selon leur profil. Seuls les élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire utilisent le geste métaphorique comme support d'explication au cours de la réalisation de la tâche. Il leur permet d'exprimer une qualité propre à un objet comme sa dimension (Kida, 2011) ou de symboliser des métaphores conceptuelles comme le temps (Alibali & Nathan, 2012). Étant donné que les gestes métaphoriques et iconiques sont uniquement effectués durant la phase 3 du modèle de réponse aux questions, ils participent activement aux processus de réinterprétation des connaissances stockées en mémoire pour une mise en correspondance avec la question et donc jouent un rôle dans la construction du sens (Singer et al., 2008). De surcroît, ces gestes peuvent être liés à une meilleure compréhension puisque les élèves y ont recours lorsqu'ils ont une représentation correcte de la situation, les autres utilisant principalement des gestes déictiques. L'échange de geste au sein d'un groupe permet aussi une meilleure compréhension commune (Singer et al, 2008). Cette analyse met donc en évidence des différences de compréhension et de réalisation d'une tâche de science entre les élèves selon leur SESC/niveau scolaire et nous permet d'affiner l'interprétation de certains résultats statistiques comme ici celui de la « réponse dans l'item » que nous complétons au chapitre suivant.

2 Analyse de l'ensemble des stratégies mises en place par les élèves sur un même item

Nous continuons notre analyse avec l'item 478Q01 qui traite des micro-organismes. Des conceptions erronées sur les micro-organismes peuvent se consolider au fil du temps car elles sont confortées par les expériences vécues au quotidien (Vosniadou, 2003).

À l'instar de Giordan & De Vecchi (1987), nous préférons employer le terme « conception » à celui de « représentation » car : « il met en valeur l'idée, essentielle à nos yeux, d'élément moteur entrant dans la construction d'un savoir, et permettant même les transformations nécessaires. » (p. 79).

Les conceptions des élèves correspondent à un « " déjà connu " même s'il est faux » (Astolfi et al., 2008) car elles émanent souvent des expériences du quotidien (Byrne, 2011; Gilbert et al., 1982) et s'éloignent des connaissances scientifiques de référence (Giordan et al., 1994).

Ces conceptions erronées que peuvent avoir les élèves sur les micro-organismes émergent à travers les médias et par le biais de différentes expériences personnelles et familiales, ce qui fait que les conceptions sont empreintes d'une dimension sociale (Simonneaux, 2000). Le SESC des élèves peut donc jouer un rôle dans la construction de ces conceptions.

2.1 Présentation de l'item

Tout d'abord, le faible taux de réussite de l'ensemble des élèves de l'échantillon PISA Science 2015 à l'item 478Q01 indique qu'il est d'une difficulté élevée et l'écart de réussite entre les élèves de SESC favorisé et défavorisé est plutôt faible étant donné que les deux groupes SESC 4 et SESC 1 réussissent peu cet item (cf. tableau 32). En effet, l'échantillon d'élèves français réussit cet item à 42,6% (cf. tableau 32) et nous remarquons que le taux de réussite a diminué entre l'enquête PISA Science 2006 et 2015 puisque le taux de réussite en France en 2006 pour cet item était de 52,4 %, bien qu'il ait tendance à rester dans la moyenne basse.

Tableau 32. Taux de réussite, écart de réussite selon le SESC et niveau de difficulté à PISA Science 2015 pour l'item 478Q01.

Taux de réussite France*	Taux de réussite OCDE	Groupe SESC 1	Groupe SESC 2	Groupe SESC 3	Groupe SESC 4	Écart SESC Quartile 4-1	Type d'écart SESC 4-1	Niveau de difficulté
0,4265	0,4589	0,3393	0,3805	0,4729	0,5132	0,1739	1 *(faible)*	3 *(élevé)*

Note. *Le groupe SESC 1 correspond aux élèves de SESC les plus défavorisés et le groupe SESC 4 aux élèves de SESC les plus favorisés. *Le taux de réussite en France en 2006 était de 0,52.*

Ensuite, cet item fait appel à des connaissances relatives au contenu scientifique, en lien ici avec les systèmes vivants dans un champ d'application à propos de la santé et des maladies. La compétence requise est « Expliquer un phénomène scientifique » dans un contexte à la fois sociétal et personnel. Nous estimons que ce contexte est au second plan puisque l'item est indépendant aux ressources c'est-à-dire que les élèves peuvent répondre à la question sans avoir recours aux ressources disponibles (ici un texte). La complexité cognitive ou DOK (Depth of knowledge) est d'un niveau faible étant donné que les connaissances à mobiliser pour cet item fournissent automatiquement la réponse (N. L. Webb, 2002).

Le texte à lire est de 172 mots et est considéré comme relativement court (quartile 2 : 137 à 195 mots)[75] comparativement aux autres items de l'échantillon PISA Science 2015. En revanche c'est un item qui fait fortement référence à la vie quotidienne des élèves et qui contient une projection vers une profession représentant une autorité scientifique. En l'occurrence dans cet item, la profession qui représente l'autorité scientifique est celle de médecin généraliste puisque cet item relate le dialogue entre un médecin et son patient. La projection est directe puisqu'elle est évoquée à nouveau dans l'énoncé de la question. Nous avons aussi noté la présence d'un matching indiquant une possible correspondance de mots entre une des réponses (dans les choix multiples proposés) et la question. Dans cet item, le matching est de type invalidant car si l'élève utilise cette stratégie, cela va le diriger vers une réponse erronée.

Comme nous avons commencé à l'exposer, la situation de l'item présente un dialogue entre un médecin et son patient au sujet d'un symptôme spécifique qu'il éprouve. Le patient décrit ce qu'il a déjà tenté de faire pour éradiquer ce symptôme mais le médecin explique que dans ce genre de situation, il vaut mieux ne pas essayer de se médicamenter seul et propose de réaliser une analyse pour orienter le diagnostic et ainsi prescrire le médicament adapté à la situation.

Les élèves doivent alors déterminer sur quoi agit **directement** le médicament évoqué dans la question. Quatre réponses sont proposées dans le choix multiple simple (une seule réponse acceptée). Les **deux dernières réponses** sont des éléments sur lesquels le médicament peut agir directement puisque ce sont **les causes de la maladie** provoquant des symptômes tels que ceux proposés dans les deux premières réponses et pour lesquels le médicament agit cette fois de manière indirecte.

Autrement dit, les réponses 3 et 4 sont les causes d'une maladie comme celle contractée par le patient tandis que les réponses 1 et 2 se réfèrent aux conséquences de celle-ci.

[75] Pour rappel, la caractéristique « longueur du texte » a été évaluée à l'aide du nombre de mots dans chacun des items. Nous avons ensuite procédé au découpage des items en quartiles selon le nombre de mots recensés dans chacun d'eux (quartiles 1 : items de 44 à 136 mots ; quartile 2 : items de 137 à 195 mots ; quartile 3 : items de 196 à 244 mots ; quartile 4 : items de 247 à 417 mots).

Dans cette situation, le médicament énoncé dans la question aura un effet direct et efficace sur une seule des deux causes de la maladie proposée dans le choix multiple, à savoir la cause donnée en réponse 3.

Il est rappelé dans l'énoncé de la question que le patient s'est déjà auto-médicamenté, sans avis médical, pour soigner un des symptômes de la maladie avec le même médicament que celui indiqué dans la question ; information également évoquée dans la situation. C'est d'ailleurs en raison de l'aggravation de ce symptôme qui a perduré dans le temps que le patient vient consulter un médecin.

Une telle configuration, nous amène à faire l'hypothèse que cette information peut orienter l'élève vers une réponse erronée s'il utilise une stratégie dite de matching de mots, c'est-à-dire faire correspondre une des réponses proposées avec un des mots donnés dans la question. Il se trouve que la première réponse correspond exactement au symptôme décrit par le patient dans le dialogue avec son médecin (situation) et à celui mentionné à nouveau dans l'énoncé de la question. Cela peut donc fortement orienter l'élève vers la première réponse.

De plus, notre analyse statistique a montré que la présence de matching est particulièrement sensible au SESC des élèves et semble plus désavantager les élèves de SESC défavorisé que ceux de SESC favorisé. Plus précisément, la stratégie de matching « invalidant » amenant l'élève à sélectionner une réponse erronée impacte plus la réussite des élèves de SESC défavorisé ayant un bas niveau de performance à PISA Science 2015. Nous pouvons donc supposer que c'est une stratégie potentiellement et partiellement explicative de la différence de performances obtenues par les élèves selon leur SESC à cet item 478Q01.

2.2 Analyse des choix de réponse donnés par les élèves de l'échantillon PISA Science 2015

Avant d'entrer dans l'analyse approfondie des stratégies mises en place par les élèves pour répondre à l'item 478Q01, il nous semble important de présenter la répartition des choix de réponse des élèves selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences.

Les choix de réponse des élèves de l'échantillon PISA Science 2015 (cf. tableau 33) montrent très nettement que ceux de SESC favorisé sélectionnent moins la réponse 1 et ne se laissent pas influencer par ce genre d'informations distractives.

Nous observons qu'il en est de même pour la deuxième réponse, correspondant aussi aux conséquences de la maladie. Leurs choix de réponse se portent davantage sur les causes de la maladie (réponses 3 et 4).

A contrario de la répartition des choix de réponse de ces élèves de SESC favorisé, celle des élèves de SESC défavorisé est moins binaire. Leur choix s'oriente deux à trois fois plus vers les conséquences de la maladie (réponses 1 et 2) que les élèves de SESC favorisé. La réponse 2 est même le second choix sélectionné par les élèves de SESC défavorisé, juste après la réponse 3 (réponse attendue). La réponse 4 (l'une des causes pouvant provoquer une maladie), second choix des élèves de SESC favorisé, n'est qu'un troisième choix pour les élèves de SESC défavorisé.

Nous pouvons alors conclure, au travers de la répartition des choix de réponse, qu'il est plus difficile pour les élèves de SESC défavorisé de distinguer les causes des conséquences de la maladie alors que cette distinction est essentielle pour pouvoir dire sur quoi agira directement le médicament prescrit par le médecin.

En revanche, notre hypothèse de mise en place d'une stratégie de matching (correspondance du symptôme évoqué dans la situation et l'énoncé de la question avec celui proposé en réponse 1 est, au regard de la répartition des choix de réponse, difficile à valider pour le moment car c'est le dernier choix de réponse sélectionné par les élèves de SESC défavorisé.

Tableau 33. Répartition des choix de réponse selon le SESC des élèves de l'échantillon PISA Science 2015.

	SESC Défavorisé	SESC Favorisé
Réponses proposées dans le choix multiple		
Réponse 1 *(conséquence de la maladie)*	19 %	9 %
Réponse 2 *(conséquence de la maladie)*	24 %	8 %
Réponse 3 *(cause de la maladie présentée par le patient et* ***réponse attendue)***	33 %	51 %
Réponse 4 *(cause de maladie)*	21 %	31

2.3 Analyse de l'ensemble des stratégies de réponse mises en place par les élèves selon leur SESC (favorisé vs défavorisé) et leur niveau scolaire (haut/moyen/bas)

Pour la répartition des choix de réponse des élèves de notre échantillon selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences, nous constatons également une différence en termes de résultats entre les élèves de SESC favorisé et défavorisé de notre échantillon. En effet, l'ensemble des élèves de SESC favorisé (tous niveaux confondus) sélectionnent la réponse (3) attendue sur cet item. Nous avons observé que les stratégies mises en place pour résoudre l'item diffèrent selon le niveau scolaire des élèves (bas, moyen ou haut).

En revanche, seulement la moitié des élèves de SESC défavorisé ont réussi à trouver la réponse attendue et les choix de réponse erronés sont différents selon les binômes (cf. tableau 34).

Tableau 34. Réponse(s) choisie(s) par les élèves de SESC défavorisé en fonction de leur niveau scolaire en sciences.

	Binôme 6	**Binôme 9**	**Individuel 1**	**Individuel 2**	**Binôme 10**
SESC	Défavorisé	Défavorisé	Défavorisé	Défavorisé	Défavorisé
Niveau scolaire	Haut	Haut	Moyen	Moyen	Bas
Réponse(s) choisie(s)	Réponse 1	Réponse 4	**Réponses 3** et 4	Réponse 4	Réponse 2

Toutefois, comme le montre le tableau 35, la moitié des binômes de SESC défavorisé arrivent à trouver la réponse attendue. Il est alors intéressant d'analyser les stratégies des élèves et de les comparer en fonction de la réponse donnée.

Tableau 35. Ensemble des réponses données par les élèves de SESC défavorisé selon leur niveau scolaire.

Niveau scolaire des élèves de SESC défavorisé	**Réponse erronée**	**Réponse attendue**
Haut	Binôme 6	Binôme 8
	Binôme 9	Binôme 11
		Individuel 3
Moyen	Individuel 1	Binôme 4
	Individuel 2	
Faible	Binôme 10	Binôme 5

Pour débuter notre analyse des stratégies des élèves, il nous faut revenir sur les conceptions erronées des élèves sur les micro-organismes. Un item comme le 478Q01 qui traite des micro-organismes peut effectivement amener à l'activation de certaines conceptions erronées chez les élèves pouvant influencer leurs stratégies et in fine leur choix de réponse.

Jones & Rua (2006) ont montré que les élèves de différents niveaux (grade 5, 8 et 11 équivalents en France du CM2, de la 4ème et de la 1ère) ont des conceptions erronées sur les micro-organismes avec une persistance dans le temps pour certaines d'entre elles. Les élèves ont tendance par exemple à estimer que les micro-organismes cités en réponse 4 dans l'item 478Q01 sont plus dangereux que ceux cités en réponse 3 (Jones & Rua, 2006; Simonneaux, 2000) **[conception 1]**. De ce fait, les micro-organismes cités en réponse 3 seraient d'une dangerosité moindre dans l'esprit de certains élèves de grade 5 (CM2) car ils provoqueraient des symptômes plus légers mais plus ces micro-organismes seraient nombreux plus ils deviendraient dangereux (Simonneaux, 2000) **[conception 2]**.

Nous avons effectivement souvent tendance à percevoir les micro-organismes à travers les symptômes qu'ils provoquent du fait qu'ils soient imperceptibles à l'œil nu (Fraga, 2018) rendant leur représentation plus complexe (Simard, 2021).

Appréhender les micro-organismes cités en réponse 4, comme étant plus dangereux amène ainsi plusieurs élèves à les imaginer d'une taille plus imposante que les autres (Jones & Rua, 2006) **[conception 3]**. De ce fait, ils deviennent, pour certains élèves, une maladie à part entière rattachée à un ensemble spécifique de symptômes. Cette association trompeuse est due, le plus souvent dans nos sociétés modernes, à l'expression des symptômes provoqués par ces micro-organismes au lieu d'évoquer le type précis de maladie dont les gens sont atteints (Jones & Rua, 2006) **[conception 4]**. Or, certaines maladies peuvent amener à un tableau clinique similaire alors qu'elles ne sont pas causées par les mêmes micro-organismes.

Une idée partagée par tous les élèves de l'étude de Jones & Rua (2006) est celle que les micro-organismes cités en réponse 4 seraient créés à partir de ceux cités en réponse 3 **[conception 5]**.

Il semble difficile pour les élèves interrogés dans l'étude de Jones & Rua (2006) de dire précisément quel médicament est utilisé pour stopper des micro-organismes au caractère pathogène ; caractéristique que les élèves associent pourtant le plus fréquemment aux micro-organismes.

Nous résumons les stratégies et connaissances mobilisées par tous les élèves dans les tableaux 36 et 37 et tous les extraits de transcription qui justifient notre analyse sont disponibles à l'annexe 34. L'analyse montre une palette variée de stratégies mises en place par les élèves lors de la réalisation de cette tâche portant sur les maladies et plusieurs élèves de notre échantillon expriment les mêmes conceptions que les cinq évoquées ci-dessus.

Le tableau 36 indique les différentes stratégies et connaissances mobilisées par les élèves de SESC favorisé en fonction de leur niveau scolaire en sciences pour construire leurs réponses à l'item 478Q01. Nous remarquons qu'elles diffèrent en fonction du niveau scolaire en sciences des élèves. En effet, les élèves de haut niveau scolaire répondent directement et sans aucune hésitation car ils distinguent immédiatement les causes des conséquences d'une maladie et comprennent la fonction du médicament utilisé pour traiter la cause de la maladie.

Certains élèves de moyen et bas niveau scolaire font référence à des connaissances quotidiennes pour justifier leurs réponses ; lesquelles renvoient dans ce cas à une conception erronée des micro-organismes qui diffère selon les binômes (cf. tableau 36).

De plus, nous constatons que la réalisation de la tâche par les élèves de niveau moyen de notre échantillon nécessite moins d'étapes car ils n'hésitent pas dans leur réponse contrairement aux élèves de bas niveau qui ont un peu plus de difficulté à se positionner sur une réponse.

Tableau 36. Stratégies de réponse mises en place et connaissances mobilisées par les élèves de SESC favorisé selon leur niveau scolaire, pour répondre à l'item 478Q01.

Niveau scolaire en sciences	**Binômes**	**Stratégies** (utilisées au cours de la réalisation de l'item) *Connaissances* (convoquées au cours de la réalisation de l'item)
Niveau haut	Binôme 1 (E1 et E2) Binôme 2 (E3 et E4)	Temps total de lecture du texte (binôme 1) : 31 secondes. Temps total de lecture du texte (binôme 2) : 44 secondes. •**Réponse** (3) **directe sans hésitation,** *-Compréhension de la fonction des différents types de médicaments.* → Les entretiens montrent que les élèves : *-distinguent bien les causes des conséquences de la maladie.*
Niveau moyen	Binôme 3 (E5 et E6)	Temps total de lecture du texte : 20 secondes. •**Réponse** (3) **directe** et ***sans argumentation.*** → L'entretien révèle l'utilisation d'une **référence à la vie quotidienne** (E6) pour justifier leur réponse, *-Conception erronée des micro-organismes : Le symptôme présenté par le patient (cité en réponse 1) fait partie d'un groupe de symptômes causés par les micro-organismes cités en réponse 4.* **[conception 4]**
Niveau bas	Binôme 7 (E16 et E17)	Temps total de lecture du texte : 45 secondes. •**Proposition de la réponse** (4) par E17 **en première intention** mais ***sans argumentation,*** •**Choix final de la réponse** (3) proposée par E16 mais s***ans argumentation.*** → L'entretien indique une élimination directe des deux premières réponses puis révèle l'utilisation d'une **référence à la vie quotidienne** (E16) pour justifier leur réponse au cours de l'entretien, *-Conception erronée des micro-organismes : Le symptôme présenté par le patient (cité en réponse 1) est associé aux micro-organismes cités en réponse 3.* **[conception 2]**
	Binôme 12 (E26 et E27)	Temps total de lecture du texte : 38 secondes. •**Référence à la vie quotidienne** (E27) **pour éliminer une réponse** (2) via une **expérience vécue**,

	-Compréhension de la fonction des différents types de médicaments, •**Étayage d'un élément du texte** (analyse médicale) **pour sélectionner réponse** (3) **ou** (4), •**Référence à la vie quotidienne** (E26) **pour choisir la réponse** (3), → L'entretien confirme que E26 et E27 ont des : *-Conceptions erronées des micro-organismes : la taille des micro-organismes est en lien avec leur dangerosité* **[conception 3]** *et le processus de génération des micro-organismes cités en réponse 4 s'effectue à partir de ceux cités en réponse 3* **[conception 5]**.

Note. *E1 : élève 1 ; E2 : élève 2, etc.*

Le tableau 37 indique les différentes stratégies et connaissances mobilisées par les élèves de SESC défavorisé en fonction de leur niveau scolaire en sciences. Tout comme les élèves de SESC favorisé, nous remarquons qu'elles diffèrent en fonction du niveau scolaire en sciences des élèves surtout sur le plan des stratégies de réponse. En effet, les élèves de haut niveau scolaire ont tendance majoritairement à répondre de manière plus directe à l'item 478Q01. Les binômes 8 et 11 donnent la réponse attendue (3) juste après avoir lu le texte. Les élèves du binôme 9 procèdent de la même manière mais des éléments du texte vont les faire hésiter les amenant alors à modifier leur réponse donnée en première intention. L'élève E11 en individuel semblait ne pas avoir hésité beaucoup sur sa réponse. Il n'y a que le binôme 6 qui hésite entre deux réponses erronées. Les autres élèves de moyen et bas niveaux ont besoin de passer par davantage d'étapes pour arriver jusqu'à la réponse et sont plus dépendants du texte. Les élèves E7 et E10 se basent beaucoup sur le texte pour les aider à éliminer les réponses 1 et 2 (conséquences de la maladie) et pour les guider dans leur choix définitif. C'est aussi le cas des élèves du binôme 10 qui proposent la réponse attendue (3) en première intention ce qui les poussent à rechercher des informations dans le texte pour justifier leur réponse et ne les trouvant pas, ils cherchent une autre solution et activent une référence à la vie quotidienne les conduisant à une réponse erronée. Enfin, les élèves du binôme 4 expriment chacun une conception erronée différente des micro-organismes ce qui fait qu'ils sont en désaccord sur la réponse à donner, finissant par choisir une réponse par défaut.

La situation de cet item possède un niveau élevé de référence à la vie quotidienne qui incite forcément les élèves à se référer à leur propre expérience vécue au quotidien pour répondre. Cette expérience du quotidien peut dans ce cas aussi bien conduire à une réponse correcte (élève E11 en individuel 3 *(Défavo Haut)* et E27 du binôme 12 *(Favo Bas)*) qu'incorrecte (élève E22 du binôme 10 *(Défavo Bas)*).

Par exemple, les élèves E27 *(Favo Bas)* et E22 *(Défavo Bas),* utilisent une même expérience du quotidien (celle de la prise de médicament) dans une optique différente puisqu'elle permet au premier d'éliminer la réponse 2 (non attendue par PISA) alors qu'elle sert à conforter la sélection de cette réponse par le second. Comme l'ont remarqué Ahmed & Pollitt (2000), les connaissances quotidiennes aident parfois à se rapprocher des concepts scientifiques attendus ou induisent en erreur (Ahmed & Pollitt, 2000).

L'utilisation distincte d'une référence à une expérience de vie quotidienne entre ces deux élèves s'explique par leurs connaissances antérieures. En effet, l'élève E27 du binôme 12 possède suffisamment de connaissances sur les différentes fonctions des médicaments pour détecter que celui sur lequel porte la question n'est pas le même qu'on utilise pour le symptôme donné en réponse 2 :

> *Échange :*
> *« E27 : En fait regarde c'est marqué euh (lecture d'une partie du texte à droite de l'item) donc* ***c'est pas sur (réponse 2) parce qu'on peut prendre un médicament genre un doliprane*** *(0:02:37.5) ».*
> *Entretien :*
> *« E27 : Parce que ça les (médicament évoqué dans la question) ça agit pas que, enfin qu'une seule chose après* ***c'est pas la (réponse 2) non plus parce que on peut prendre des médicaments où on a pas besoin d'ordonnance pour ça*** *(0:01:03.7) ».*

A contrario, l'élève 22 du binôme 10 n'a pas l'air de connaître le médicament évoqué dans la question donc se base sur une expérience personnellement vécue pour transformer la donnée inconnue *(médicament évoqué dans la question)* en une donnée connue *(le médicament pris au cours de l'expérience vécue prend la place de celui évoqué dans la question)(Jones & Rua, 2006) :*

> *Échange :*
> *« E22 : J'dis (réponse 2) (0:06:37.2)(pause) (0:06:38.5) parce que quand (0:06:39.7)*
> *E23 : (coche la réponse 2) (0:06:41.3)*
> *E22 :* ***Quand t'as mal au ventre tu prends un médicament t'as plus mal*** *(0:06:44.0) ».*
>
> *Entretien :*
> *« E23 : On a coché la (réponse 2) (0:01:11.8)*
> *E22 :* ***Ben quand on prend un (médicament évoqué dans la question) enfin moi****... (0:01:35.5)*
> *E23 :* ***Pour enlever (réponse 2)*** *(0:01:36.4)*
> *E22 : ...personnellement* ***ben j'ai plus mal*** *(0:01:38.3) ».*

À partir de son expérience vécue, l'élève E22 fait une généralité sur les médicaments comme si ceux-ci avaient tous les mêmes propriétés alors que ces deux médicaments (celui évoqué par l'élève et celui de la question) n'ont pas la même utilité et que l'un ne peut pas remplacer l'autre :

> *Échange :*
> *« E23 : Mais est-ce que c'est (nom du médicament cité dans la question) (0:06:46.0)*
> *E22 :* ***(nom du médicament évoqué dans la question) c'est tous les médicaments*** *(regarde R) (0:06:51.8) ».*

Nous observons aussi que, pour deux des binômes de SESC défavorisé et de haut niveau scolaire en sciences (binômes 6 et 9), les informations présentes dans le texte prennent une importance telle qu'ils en arrivent à invalider leurs connaissances pourtant pertinentes pour la question. Autrement dit, ces élèves donnent plus d'importance aux éléments du texte qu'à leurs propres connaissances. Dans le binôme 6 c'est en particulier l'élève E15 qui dévoile, durant l'entretien, des connaissances encore non évoquées au cours de la réalisation de la tâche et qui explique qu'avec son binôme, elles ont délibérément fait le choix de la réponse 1 car le symptôme donné dans cette réponse était présent dans le texte :

> *Entretien :*
> *« R : Et qu'est-ce qui vous a fait hésiter (0:01:03.3)*
> *E15 : Ben quand on enfin quand* ***on prend des médicaments c'est forcément****...(0:01:08.2)*
> *E14 : ...pour tuer les (réponse 3) (0:01:09.3)*
> *E15 : ...****tuer les (réponse 3) ou pour euh éliminer les (réponse 4)*** *(0:01:12.2)*
> *R : Hum hum (0:01:12.8)*
> *E15 : Donc euh c'est pour ça* ***qu'on a hésité mais quand on a vu (réponse 1) dans le texte et ben on a mis ça*** *(0:01:17.7) ».*

En revanche, les élèves du binôme 9 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences haut) changent de réponse au cours de la réalisation de l'item. Ces élèves choisissent d'abord la réponse 3 :

> *Échange :*
> *« E20 :* ***C'est pas (réponse 3) (ton interrogatif)*** *(0:03:44.1)*
> *E21 : Ouais (0:03:47.9)*
> *E20 :* ***Ouais mais ça a empiré*** *(0:03:58.6)*
> *E21 : Voilà ouais c'est les (réponse 3) j'crois (0:04:02.7)*
> *E20 : (lecture à voix haute d'une information dans le 1er paragraphe) "aucun effet" (0:04:03.4)*
> *E21 : T'es d'accord (coche la réponse 3) (0:04:04.2) ».*

Puis un élément du texte va complètement les faire changer d'avis, à savoir l'aggravation de la maladie ce qui signifie pour elles que les micro-organismes comme ceux de la cause donnée en réponse 3 vont se multiplier et donc que le médicament évoqué dans la question n'aura plus d'effet :

> *<u>Échange :</u>*
> *« E21 : Non mais le truc en fait c'est plus* ***ça aggravé ça veut dire les*** *(réponse 3)*
> [...] ***se multiplient*** *et* ***(médicament évoqué dans la question) il a rien fait*** *(0:04:41.1)*
> *E20 : Voilà du coup j'sais pas si c'est les (réponse 3) (0:04:43.2)*
> *[...]*
> *E20 : Les (réponse 3) ça a empiré à moins qu'c'est (réponse 4) alors (0:06:10.1)*
> *E21 :* ***Ben c'est (réponse 4) voilà tout simplement aller (coche la réponse 4)*** *adjugé vendu (0:06:14.2) ».*

Tableau 37. Stratégies de réponse mises en place et connaissances mobilisées par les élèves de SESC défavorisé selon leur niveau scolaire, pour répondre à l'item 478Q01.

Niveau scolaire en sciences	**Binômes**	**Stratégies** (utilisées au cours de la réalisation de l'item) *Connaissances* (convoquées au cours de la réalisation de l'item)
Niveau haut	Binôme 6 (E14 et E15)	<u>Temps total de lecture du texte :</u> 64 secondes. •**Hésitation entre réponse** (1) **et** (2), •**Choix de la réponse** (1) par E15 qui invalide la réponse (2) proposée par E14. →L'entretien nous apprend que c'est un **élément du texte** (le symptôme présenté par le patient) **qui les amène à choisir la réponse** (1) (correspondant au même symptôme que celui décrit par le patient) **=Utilisation d'une stratégie de matching,** *- Les éléments du texte ont engendré une stratégie de matching malgré des connaissances évoquées sur les causes de maladie au cours de l'entretien. Un autre but a ainsi été donné à la question.*
	Binôme 8 (E18 et E19)	<u>Temps total de lecture du texte</u> : 63 secondes. •**Réponse** (3) **directe.** →L'entretien nous indique que c'est un **élément du texte** (analyse médicale) **qui les aide à <u>valider</u> la réponse** (3) et éliminer les autres réponses,

→ **Référence à la vie quotidienne** (E19) pour justifier, au cours de l'entretien, l'élimination de la réponse 4 et le choix de la réponse 3,

-Conception erronée des micro-organismes : Le symptôme présenté par le patient (cité en *réponse 1) est associé aux micro-organismes cités en réponse 3.* **[conception 2]**

Binôme 9 (E20 et E21)

Temps total de lecture du texte : 115 secondes.

•**Réponse** (3) **directe avec hésitation** due à un élément du texte

•**Élimination de la réponse** (4) **à partir d'une référence à la vie quotidienne** (E20),

-Conception erronée des micro-organismes : Le symptôme présenté par le patient (cité en *réponse 1) est associé aux micro-organismes cités en réponse 4,* **[conception 4]**

•**Élément du texte** (aggravation de la maladie) **les pousse à invalider la réponse** (3) **et donner la réponse** (4),

-Pas de distinction entre action du médicament directe et indirecte (plutôt entre action vs inaction).

→L'entretien nous indique une **élimination de :**

-la réponse (1) **uniquement à partir du texte** puis,

-la réponse (2) car **association du symptôme proposé en réponse** (2) **avec celui proposé en réponse** (1),

-Ces élèves assimilent l'aggravation du symptôme présenté par le patient dans la situation (et proposé en réponse 1) à la multiplication de la cause (donnée en réponse 3).

→L'entretien permet donc de confirmer que c'est **cette information** (aggravation de la maladie) précisée dans la situation qui **les amène à éliminer la réponse** (3) pourtant sélectionnée en première intention **et à choisir la réponse** (4).

Binôme 11 (E24 et E25)

Temps total de lecture du texte : 47 secondes.

•**Réponse** (3) **directe sans hésitation.**

→L'entretien nous éclaire sur le fait que ces élèves :

-distinguent bien les causes et les conséquences de la maladie et,

-se souviennent avoir traité un sujet en cours de 3ème sur le médicament évoqué dans la question.

	Individuel 3 (E11)	•**Référence à la vie quotidienne pour choisir la réponse** (3) via une **expérience vécue**.
Niveau moyen	Binôme 4 (E8 et E9)	Temps total de lecture du texte : 208 secondes. •**Proposition de la réponse** (1) **en première intention** mais ***sans argumentation,*** •**Rappel du but de la question** par E8 **et élimination des réponses** (1) **et** (2), •**Hésitation entre réponse** (3) **et** (4), puis E9 **propose réponse** (4) par le biais d'une **référence à la vie quotidienne**, *-Conception erronée des micro-organismes : Le symptôme présenté par le patient (cité en réponse 1) est associé aux micro-organismes cités en réponse 4,* **[conception 4]** •**Proposition de réponse** (3) par E8 **avec hésitation,** •**Choix de la réponse** (3) ***sans argumentation.*** →L'entretien permet de préciser que E8 a convoqué une **référence à la vie quotidienne pour choisir la réponse** (3), *-Conception erronée des micro-organismes : différence de dangerosité selon les micro-organismes et donc le symptôme présenté par le patient (cité en réponse 1) est associé aux micro-organismes cités en réponse 3.* **[conception 1]**
	Individuel 1 (E7)	•**Étayage d'un élément du texte** (analyse médicale) **pour éliminer les réponses** (1) et (2) et **qui amène à une référence à la vie quotidienne pour sélectionner les réponses** (3) **et** (4). →C'est seulement au cours de l'entretien que l'élève évoque une préférence pour la réponse 3 *(les deux réponses 3 et 4 ont été sélectionnées dans le questionnaire),* *-Conception erronée des micro-organismes : Le symptôme présenté par le patient (cité* en *réponse 1) est associé aux micro-organismes cités en réponse 3.* **[conception 2]**
	Individuel 2 (E10)	•**Étayage des éléments du texte pour éliminer les réponses** (1) **et** (2) avec une préférence pour la réponse 4, •**Hésitation entre réponse** (3) **et** (4),

		•**Étayage d'un élément du texte** (analyse médicale) **qui amène à une référence à la vie quotidienne pour <u>choisir</u> la réponse** (4) et éliminer les autres réponses, *-Conception erronée des micro-organismes : le processus de génération des micro-organismes cités en réponse 4 s'effectue à partir de ceux cités en réponse 3* **[conception 5]**
Niveau bas	Binôme 10 (E22 et E23)	<u>Temps total de lecture du texte :</u> 232 secondes. •**Proposition de la réponse** (1) par E22 **en première intention** mais ***sans argumentation,*** •**Proposition ensuite de la réponse** (3) par E23 mais ***sans argumentation,*** •**Recherche de l'information dans le texte pour justifier leur proposition de réponse** (3), • **Choix de la réponse** (2) **à la suite d'une référence à la vie quotidienne** faite par E22 via une **expérience vécue**, *-Difficulté de compréhension de la fonction des différents types de médicaments.* *-Pas de distinction entre causes et conséquences de la maladie.* →L'entretien confirme la remémoration par E22 d'une expérience vécue **(qui fait donc référence à la vie quotidienne)** à laquelle s'identifie aussi E23 et qui les pousse ainsi à choisir la réponse (2).
	Binôme 5 (E12 et E13)	<u>Temps total de lecture du texte :</u> 82 secondes. •**Élimination directe des deux premières réponses,** •**Hésitation entre les réponses 3 et 4 puis réponse** (3) ***sans argumentation.*** →L'entretien nous permet d'identifier l'élimination de la réponse (4) à la suite d'une **référence à la vie quotidienne** : *-Tentative d'explication, au cours de l'entretien, sur le fonctionnement d'un médicament et,* *-Conception erronée des micro-organismes : Les micro-organismes cités en réponse 4 sont associés à des maladies graves.* **[conception 1]**

Note. *E1 : élève 1 ; E2 : élève 2, etc.*

Grâce à la prise en compte des temps de résolution pour les 12 binômes de notre échantillon (cf. tableau 38), nous pouvons constater que les élèves des binômes de SESC favorisé de notre échantillon mettent moins de temps à répondre à l'item 478Q01 puisqu'ils l'exécutent, en moyenne, en 81 secondes alors que les élèves de SESC défavorisé le réalisent, en moyenne, en 150 secondes, sachant que le questionnaire proposé aux élèves de notre échantillon débute par cet item.

Tableau 38. Temps de résolution (en secondes) mis par les 12 binômes de notre échantillon pour répondre à l'item 478Q01.

SESC	SESC Favorisé					SESC Défavorisé						
Niveau scolaire en sciences	Haut		Moyen	Bas		Haut			Moyen		Bas	
Binômes	1	2	3	7	12	11	6	8	9	4	5	10
Temps de résolution (en secondes)	75	73	54	76	125	57	99	116	257	208	82	232

Plus précisément, la figure 36 nous permet d'observer que le temps de lecture prend entre la moitié et la quasi-totalité du temps de résolution, ce qui semble attendu étant donné que l'item 478Q01 contient plusieurs données textuelles à traiter. Nous remarquons surtout que le temps consacré à la lecture de l'item semble rester plutôt stable pour les binômes de SESC favorisé (binômes 1, 2, 3, 7 et 12) alors qu'il paraît varier davantage selon les binômes de SESC défavorisé (binômes 11, 6, 8, 9, 4, 5 et 10).

Par exemple, les élèves du binôme 10 rencontrent des difficultés à répondre à l'item 478Q01 et passent donc beaucoup de temps à relire des passages du texte. Ils maintiennent la même stratégie qu'observée précédemment dans les items 641Q03 et 641Q04 en revenant régulièrement au texte durant la résolution pour y rechercher des informations qui pourraient les aider à répondre. Ainsi, ce sont ceux qui consacrent le plus de temps à la lecture mettant presque 4 fois plus de temps que la moyenne des binômes de SESC favorisé.

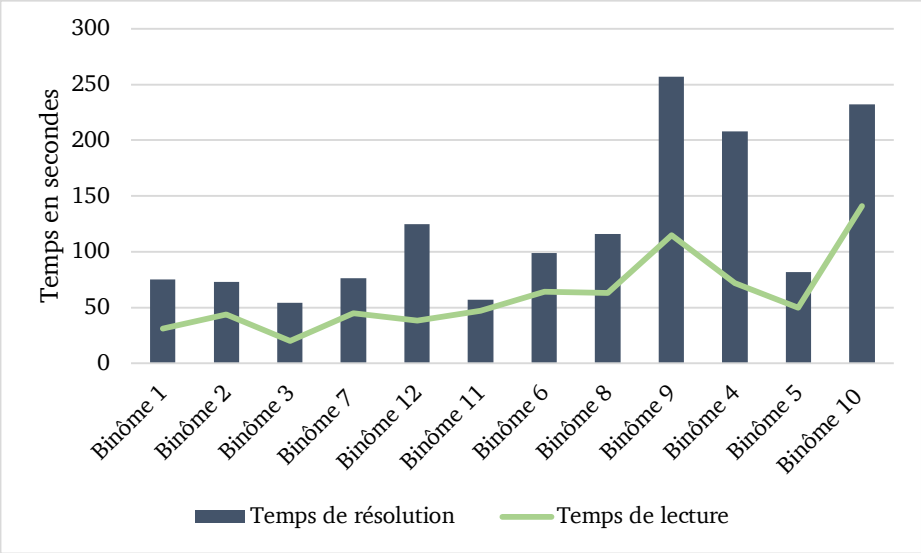


Figure 36. Temps de résolution et temps de lecture (en secondes) mis par chaque binôme de notre échantillon pour résoudre l'item 478Q01.

En ce qui concerne les conceptions erronées sur les micro-organismes, seuls les élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire n'en expriment aucune. Ils distinguent bien les causes des symptômes d'une maladie et connaissent les différentes fonctions des médicaments dont celui à prescrire dans le cas précis de l'item 478Q01.

Les différentes conceptions erronées, exprimées par les autres élèves au cours des échanges et/ou des entretiens, sont résumées dans le tableau 39 qui montre que les élèves activent plus de conceptions renvoyant aux micro-organismes cités en réponse 4 (conceptions 1, 3, 4, 5) qu'en réponse 3 (conception 2). Les élèves peuvent aussi activer des conceptions différentes au sein d'un même binôme comme c'est le cas pour les binômes 12 *(Favo Bas)* et 4 *(Défavo Moy)*. En effet, au sein du binôme 4, l'élève E8 exprime la conception 1 des micro-organismes alors que l'élève E9 les envisage selon la conception 4 et dans le binôme 12, les conceptions 3 et 5 émergent pour l'élève E27 et E26 respectivement.

Les conceptions 1, 2 et 4 sont toutes trois influencées par le symptôme présenté par le patient dans la situation de l'item 478Q01 (et proposé en réponse 1). C'est à partir de ce symptôme que les conceptions erronées des élèves se sont activées.

Tableau 39. Type de conceptions exprimées par les élèves de notre échantillon à partir des travaux de Jones & Rua (2006).

Conceptions	**Conception 1** Les micro-organismes cités en **réponse 4** sont plus dangereux et amènent à une maladie plus grave et donc à des symptômes plus importants.	**Conception 2** Les micro-organismes cités en **réponse 3** renvoient à des symptômes plus légers et donc leur dangerosité est amoindrie.	**Conception 3** Les micro-organismes cités en **réponse 4** sont perçus comme étant de taille plus grande.	**Conception 4** Les micro-organismes cités en **réponse 4** deviennent une maladie à part entière avec des symptômes spécifiques.	**Conception 5** Les micro-organismes cités en **réponse 4** se créent à partir des micro-organismes de la cause donnée en réponse 3.
Élèves	Binôme 4 (E8) (DM) Binôme 5 (E13) (DB)	Binôme 7 (E16) (FB) Binôme 8 (E19) (DH) Individuel 1 (E7) (DM)	Binôme 12 (E27) (FB)	Binôme 3 (E6) (FM) Binôme 9 (E20) (DH) Binôme 4 (E9) (DM)	Binôme 12 (E26) (FB) Individuel 2 (E10) (DM)

Note. *Abréviations : FH. SESC Favorisé et Haut niveau scolaire en sciences ; FM. SESC Favorisé et Moyen niveau scolaire en sciences. FB. SESC Favorisé et Bas niveau scolaire en sciences ; DH. SESC Défavorisé et Haut niveau scolaire en sciences ; DM. SESC Défavorisé et Moyen niveau scolaire en sciences ; DB. SESC Défavorisé et Bas niveau scolaire en sciences.*

2.4 Conclusion

Les items PISA s'accompagnent le plus souvent d'une mise en contexte sauf que plusieurs informations données dans les ressources (texte ou illustrations) peuvent être non pertinentes pour répondre (Bodin & Grapin, 2018), ce qui est d'autant plus le cas lorsque les items sont indépendants aux ressources (celles-ci étant non nécessaires pour répondre). Bien que ce soit le cas de l'item analysé, la majorité des élèves de SESC défavorisé se réfèrent beaucoup plus au texte, avec un temps moyen consacré à sa lecture et la réalisation de l'item, deux fois plus long que ceux de SESC favorisé, qui ont tendance à répondre directement à la question sans revenir au texte après sa lecture.

Certaines manières de présenter des informations sont plus propices à l'activation de stratégies qui consistent à traiter des informations non pertinentes (Tricot, 2009), comme c'est le cas de tous les items PISA pour lesquels la consigne indique d'« utiliser les informations fournies sous le titre de l'item». De cette manière, les élèves présupposent généralement que les données mentionnées dans un item ne sont pas indiquées par hasard (Ahmed & Pollitt, 2000). Ainsi, une mise en contexte riche avec de nombreuses informations à traiter, la plupart non pertinentes pour répondre, amène les élèves à utiliser des ressources destinées à leur traitement pour résoudre la tâche (Puma, 2016), engendrant une charge cognitive extrinsèque importante (Chanquoy et al., 2007 ; Sweller et al., 2011). Le maintien d'éléments non pertinents durant la réalisation de la tâche va ainsi diminuer la place disponible en mémoire de travail pour le traitement des informations pertinentes (charge intrinsèque) (Puma, 2016).

En plus de présenter des informations parfois non pertinentes, le contexte proposé dans les items PISA est proche du quotidien des élèves ce qui peut les amener à privilégier l'activation de connaissances quotidiennes. Certains d'entre eux peuvent avoir tendance à s'en servir pour répondre, au détriment de leurs connaissances scientifiques (Ahmed & Pollitt, 2000), pouvant alors provoquer un malentendu et les amener à transformer le but de la question (Ahmed & Pollitt, 2007; Le Hebel et al., 2012, 2014). Cette plus grande importance donnée aux éléments du texte par les élèves de SESC défavorisé les amène à avoir davantage d'hésitations au cours de la réalisation de la tâche et à beaucoup plus rechercher des informations dans le texte comme des mots clés, une attitude qu'adoptaient déjà les élèves en difficultés dans l'étude de Le Hebel et al. (2016). Le recours au repérage de mots dans le texte est une pratique de lecture installée très tôt dans la scolarité et qui a tendance à subsister chez ces élèves (Bautier & Rayou, 2013). Ces comportements indiquent une possible confusion au moment de construire une représentation mentale du but de l'item (Le Hebel et al., 2012, 2014). Durant la phase de lecture, tous les élèves vont progressivement construire leur représentation mentale de la question qui dépendra du

contexte en activant plusieurs schémas dont certains incorrects (Ahmed & Pollitt, 2000) que les élèves de SESC défavorisé sont plus susceptibles de conserver.

Toute stratégie entreprise par un élève a un impact sur sa performance et certaines informations dans le texte peuvent interférer plus que d'autres dans ce processus stratégique (Tricot, 2009). De ce fait, bien qu'elle ne soit pas la source d'un matching invalidant, comme nous en faisions l'hypothèse, l'information relative au symptôme présenté par le patient, dans l'item analysé, exerce tout de même une influence sur les élèves. En effet, cette information renvoie directement à une expérience vécue au quotidien et qui joue un rôle au cours de la résolution, par l'activation de certaines conceptions erronées sur les micro-organismes, rendant la réponse des élèves incertaine. Il s'agit plus précisément des conceptions erronées de type 1, 2 et 4 (Jones & Rua, 2006) qui sont davantage activées par les élèves de SESC défavorisé de moyen et bas niveau scolaire en sciences. De plus, notre analyse montre que ces conceptions, pour la plupart, proviennent d'idées anthropocentriques car elles prennent naissance à partir de l'effet que provoquent les micro-organismes sur les humains, à savoir les symptômes (Byrne et al., 2009).

Cette analyse de l'ensemble des stratégies mises en place par les élèves sur un même item appuie l'idée qu'il est important, d'un point de vue didactique, de connaître le cheminement de pensée des élèves car le simple fait qu'ils donnent la réponse attendue ne signifie pas forcément qu'ils disposent des connaissances scientifiques requises pour y répondre.

3 Analyse selon la réponse ouverte donnée par les élèves et confrontation avec les transcriptions

L'item 603Q02 présente une expérience scientifique et les résultats PISA Science 2015 montrent qu'il produit un écart des performances très important selon le SESC des élèves et implique un haut niveau de difficulté, c'est-à-dire que de manière générale cet item est peu réussi par les élèves français (40%) (cf. tableau 40).

3.1 Présentation de l'item 603Q02

Tableau 40. Taux de réussite, écart de réussite selon le SESC et niveau de difficulté à PISA Science 2015 pour l'item 603Q02.

Taux de réussite France	Taux de réussite OCDE	Groupe SESC 1	Groupe SESC 2	Groupe SESC 3	Groupe SESC 4	Écart SESC Quartile 4-1	Type d'écart SESC 4-1	Niveau de difficulté
0,3982	0,3497	0,2514	0,3166	0,4331	0,5917	0,3402	4	3

L'unité, dans laquelle se trouve cet item, présente deux expériences réalisées par des chercheurs au sujet du régime alimentaire d'une certaine espèce de mammifères.

Celle-ci débute par une partie introductive formée d'un long texte de trois paragraphes détaillant avec précision l'espace dans lequel évoluent ces mammifères et dont la nourriture est essentiellement composée de végétaux. Ils sont donc herbivores et consomment les plantes environnantes avec une préférence pour l'une d'entre elles (espèce A) qu'ils mangent effectivement en plus grande quantité en comparaison à l'autre (espèce B) qui pourtant se trouve aussi dans leur environnement proche.

Il s'avère que l'espèce A est exposée de façon naturelle à un élément qui n'est pas présent sur l'espèce B. Cette information de l'introduction est accompagnée par une illustration (dessin) qui montre très clairement la différence de consommation des deux espèces de plantes par les mammifères ; l'une des deux plantes apparaît effectivement bien plus dégradée (espèce B) que l'autre (espèce A). C'est comme si l'élément présent sur l'espèce A la préservait de prédateurs comme les mammifères présents dans l'environnement.

À la fin du texte introductif, il est indiqué aux élèves que les chercheurs ont mené des expériences dans le but de déterminer ce qui incite les mammifères à se nourrir davantage d'une espèce de plante présente dans l'environnement par rapport à l'autre, alors qu'elles sont semblables à un détail près : présence ou non d'un élément « répulsif » sur la plante.

L'expérience de l'item 603Q02 est menée par les chercheurs sur ces mammifères et il est précisé aux élèves que les chercheurs émettent une hypothèse sur la raison pour laquelle ces mammifères se nourrissent plus d'une plante que de l'autre et celle-ci se base sur les observations initiales qui sont présentées dans la partie introductive.

En effet, à première vue, les chercheurs semblent supposer que ce comportement est dû à une préférence des mammifères pour une des espèces de plante (B) plutôt que l'autre (A) indépendamment de l'élément présent sur l'une des deux espèces (A). La question est donc de savoir si c'est vraiment le cas et c'est pourquoi les chercheurs mènent une expérience.

Ainsi, pour vérifier cette hypothèse, ils décident d'effectuer une expérience qui consiste à retirer l'élément qui empêche les mammifères de se nourrir de l'une des deux espèces de plante (A) afin d'observer le comportement des mammifères et de savoir s'ils continuent à consommer davantage l'espèce A que l'espèce B ou si les deux espèces de plante leur conviennent. Si ce dernier cas s'avère véridique alors l'hypothèse ne sera pas validée car leur comportement ne viendra pas d'une préférence pour l'une ou l'autre espèce mais bien de l'élément présent sur l'une des plantes.

Il est donc demandé aux élèves de choisir parmi deux comparaisons de résultats celle qui permettra de vérifier cette hypothèse.

La première comparaison place les données dans les mêmes conditions alors que la deuxième comparaison les place dans des conditions différentes, difficilement comparables. La réponse correcte d'un point de vue scientifique est donc la première comparaison. Pour les aider dans leur choix, les élèves ont à leur disposition un graphique qui montre les résultats obtenus pour les deux comparaisons. En plus de devoir choisir une des deux comparaisons, les élèves devront justifier leur réponse de manière construite que nous avons évaluée selon le codage PISA Science 2015 prévu pour cet item (cf. annexe 35).

Dans cet item, les élèves ne doivent pas se laisser influencer par l'observation initiale décrite dans la partie introductive et par laquelle découle directement l'hypothèse émise par les chercheurs, car les résultats de l'expérience montrent que la raison pour laquelle ces mammifères adoptent un tel comportement va dans le sens contraire de l'hypothèse émise par les chercheurs et donc de l'observation initiale.

3.2 Analyse des stratégies de réponse mises en place par les élèves selon leur SESC et leur niveau scolaire

L'item 603Q02 est l'avant-dernier item de notre questionnaire proposé aux élèves. Les seuls élèves à avoir exprimé, au cours de l'entretien d'explicitation, leur engouement pour cet item sont ceux des deux binômes de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences :

> *Entretien binôme 1 :*
> *« E2 : (item 608Q02) (sourit) (0:49:31.8)*
> *E1 : **C'était cool** (0:49:32.0)*
> *E2 : **C'était cool** 0:49:32.8) ».*
>
> *Entretien binôme 2 :*
> *« R : (item 608Q02) après c'est terminé (0:36:45.5)*
> *E4 : Ah oui **ça on aimait bien** ».*

Cet item se classe dans les réponses ouvertes car, comme nous l'avons dit, il requiert une explication écrite de la part des élèves, en complément de leur choix de réponse (un choix parmi deux réponses possibles : comparaison 1 ou 2). Si nous procédons à une analyse des réponses écrites des élèves, nous observons des disparités entre les élèves de leur SESC et aussi selon le niveau scolaire en sciences, au sein des groupes SESC.

L'analyse des choix de réponse des élèves montre que la majorité d'entre eux choisissent la 1ère comparaison contre seulement trois élèves de notre échantillon ayant choisi la 2ème comparaison.

Toutefois, parmi ceux qui choisissent la 1ère comparaison, certains d'entre eux ne parviennent pas à fournir une explication adéquate leur permettant d'obtenir un crédit complet[76] à cet item 603Q02.

La plupart des élèves de SESC favorisé ont choisi la 1ère comparaison (80%) sauf le binôme d'élèves de bas niveau scolaire en sciences qui s'est orienté vers la 2ème comparaison.
L'analyse de leur réponse écrite montre que parmi ceux qui ont choisi la bonne réponse (comparaison 1), les élèves des binômes 1, 2 *(Favo Haut)* et 12 *(Favo Bas)* utilisent un vocabulaire précis ce qui rend leur explication très claire tandis que les élèves du binôme 3 (Favo Moy) n'utilisent pas de vocabulaire particulièrement précis mais leur explication montre une bonne compréhension du but de la question. En revanche, la réponse donnée par les élèves du binôme 7 (Favo Bas), pour justifier leur choix de la comparaison 2, relève plutôt de la description que de l'explication.

Les élèves de SESC défavorisé ont eux aussi choisi, en grande partie, la 1ère comparaison (90 %) puisque seul l'élève E11, ayant passé le questionnaire individuellement, fait le choix de la 2ème comparaison. Néanmoins, contrairement aux élèves de SESC favorisé, beaucoup d'entre eux ne justifient pas assez clairement ou de manière incomplète leur choix de réponse et seuls certains en donnent une explication claire à l'écrit.

Ces résultats peuvent renvoyer à l'étude d'Arffman (2016) qui, à l'issue d'une série d'entretiens semi-directifs auprès de codeurs finlandais qui ont travaillé sur le codage des items ouverts à PISA 2012, a dévoilé trois menaces principales à la validité des items ouverts et la plus courante s'est révélée être celle concernant les réponses des élèves. Les codeurs interrogés ont effectivement exprimé la difficulté à coder des réponses dont le discours est parfois peu intelligible avec la présence d'ambiguïtés rendant les propos difficilement interprétables et donc de ce fait peu codifiables.

Finalement, à partir de l'ensemble des réponses rédigées par les élèves de notre échantillon à l'item 603Q02, nous identifions quatre grands types de réponses écrites (cf. tableau 41). Une grande partie des réponses données par les élèves de notre échantillon renvoient bien à une explication selon les attendus pour cet item mais certaines d'entre elles donnent lieu à une explication peu claire (avec certains éléments manquants) ou partielle qui, pour cette dernière, se limite à reprendre l'observation initiale des chercheurs. D'autres réponses écrites sont davantage descriptives de la situation.

[76] Pour la notation des réponses ouvertes, un crédit complet correspond au score le plus élevé, c'est-à-dire que la réponse se rapproche au plus près des attendus de l'évaluation. Il existe toutefois des intermédiaires pour certains items pouvant être noter en « crédit partiel », c'est-à-dire que les éléments attendus ne sont que partiellement présents dans la réponse. Si la réponse de l'élève ne se réfère pas aux éléments attendus alors aucun crédit n'est donné à la réponse. Cette terminologie est privilégiée par PISA Science 2015 par rapport à « réponse correcte » ou « réponse incorrecte ».

Plus précisément, tous les élèves de SESC favorisé ont donné une explication claire sauf les élèves du binôme 7 ayant choisi, comme nous l'avons mentionné, la comparaison 2. Parmi les élèves de SESC défavorisé, ceux de niveau scolaire en sciences haut sont autant à proposer une explication claire (binôme 8 et 11) qu'incomplète (binôme 6 et 9) et l'un d'eux fait le choix de la comparaison 2 (E11). Ensuite, seul l'un des élèves de niveau scolaire en sciences moyen donne une explication claire (E7) et les autres produisent une explication peu claire (E10) voire restent dans une description (binôme 4) comme les élèves de niveau scolaire en sciences bas (binôme 5 et 10).

Tableau 41. Type de réponses écrites données par l'élèves de notre échantillon à l'item 603Q02.

Type de réponse écrite	Élèves	Réponse écrite donnée
1. Explication claire	Binôme 1 (FH) *E1 & E2*	**Comparaison 1 :** Dans la situation où les deux espèces sont sans *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)*, *(le mammifère)* pourra sélectionner sa préférence dans des **conditions égales.**
	Binôme 2 (FH) *E3 & E4*	**Comparaison 1 : On essaie** de savoir si c'est le goût des feuilles qui impactent la préférence des *(mammifères)*. Ainsi, il est essentiel de prendre **2 échantillons** sans *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et des deux espèces pour ne pas fausser les résultats. Il ne faut pas avoir des **facteurs perturbateurs** tels que les *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)*.
	Binôme 3 (FM) *E5 & E6*	**Comparaison 1 :** La comparaison 1 car **on compare** les goûts et non la présence *(des éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* sur les feuilles.
	Binôme 12 (FB) *E26 & E27*	**Comparaison 1 :** la comparaison 1 se base sur les **mêmes critères de comparaison.**
	Binôme 8 (DH) *E18 & E19*	**Comparaison 1 :** Avec cette comparaison **on peut déduire** que c'est les *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* qui empêchent les *(mammifères)* à se nourrir des branches de l'espèce A et que sans *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ils préfèrent le goût de l'espèce A au celui de l'espèce B.

	Binôme 11 (DH) *E24 & E25*	**Comparaison 1 :** Puisque la présence de *(élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* diminue les chances d'une branche d'être mangée, dans la comparaison 2, qui compare 1 branche sans *(élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et 1 autre avec, *(le mammifère)* va manger la branche sans *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* sans tenir compte du goût de la branche.
	Individuel 1 (DM) *E7*	**Comparaison 1 :** Parce que seul un **paramètre** change et que donc, les *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* n'influenceront pas le choix des *(mammifères)*.
2. Explication peu claire avec certains éléments manquants	Binôme 9 (DH) *E20 & E21*	**Comparaison 1 :** Les *(mammifères)* car avec le même nombre de feuilles et sans les *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ils préfèrent la A.
	Binôme 6 (DH) *E14 & E15*	**Comparaison 1 :** Car la **consistance** des branches comparées dans la comparaison A est la même tandis que dans la B, elle diffère.
	Individuel 2 (DM) *E10*	**Comparaison 1 :** On voit mieux en détail sur le graphique la différence lorsqu'il n'y a pas de *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* car lorsque c'est le cas les *(mammifères)* consomme alors lorsque ce n'est pas le cas il n'ent consomme pas asser pour que l'on puisse en faire des déduction.
3. Explication partielle basée sur l'observation initiale avec choix de la comparaison	Individuel 3 (DH) *E11*	**Comparaison 2 :** Les *(mammifères)* préfèrent le goût l'espèce B car il n'abrite pas de *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* alors que l'espèce A abrite des *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* sauf que dans la comparaison 1 l'espèce A est sans *(élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale).*
	Binôme 7 (FB) *E16 & E17*	**Comparaison 2 :** car nous voyons qu'ils mangent plus de la branche de l'espèce avec *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* de l'espèce B.

4. Description plutôt qu'explication	Binôme 4 (DM) *E8 & E9*	**Comparaison 1 :** car les branches n'ont pas de *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)*
	Binôme 5 (DB) *E12 & E13*	**Comparaison 1 :** Car le % est beaucoup plus élevé et dans la comparaison 1 les *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ont été enlevés.
	Binôme 10 (DB) *E22 & E23*	**Comparaison 1 :** l'espèce B ne possède aucun *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et l'espèce A de même.

Note. ***En vert :*** *choix de réponse attendu pour cet item ;* ***En orange :*** *choix de réponse erroné.*
Dans un souci d'authenticité, les réponses ont été recopiées telles qu'elles ont été écrites par les élèves dans le livret de questions, incluant notamment leurs fautes d'orthographe. Il nous semblait effectivement primordial de ne pas dénaturer le discours écrit des élèves.
Abréviations : FH. SESC Favorisé et Haut niveau scolaire en sciences ; FM. SESC Favorisé et Moyen niveau scolaire en sciences. FB. SESC Favorisé et Bas niveau scolaire en sciences ; DH. SESC Défavorisé et Haut niveau scolaire en sciences ; DM. SESC Défavorisé et Moyen niveau scolaire en sciences ; DB. SESC Défavorisé et Bas niveau scolaire en sciences.

Au travers de leur réponse écrite, nous remarquons que les élèves qui ont fait le choix de la comparaison 2, à savoir ceux du binôme 7 *(Favo Bas)* et l'élève E11 *(Défavo Haut)*, restent sur l'observation initiale des chercheurs qui est décrite dans la partie introductive et se laissent ainsi d'autant plus influencer par l'hypothèse émise par les chercheurs dans l'énoncé de l'item 603Q02 ; cette dernière se rapproche d'ailleurs beaucoup de l'observation initiale réalisée dans le milieu naturel des mammifères.

En effet, la configuration de la 2ème comparaison ne fait que reproduire le scénario déjà observé au départ par les chercheurs et n'amène donc aucun nouvel élément.

Nous observons aussi que ces élèves ont employé le « ils » ou « les *(mammifères)* » dans leur réponse écrite respective :

> Réponse écrite ; Binôme 7 (E16 et E17) :
> « Comparaison 2 : car nous voyons **qu'ils** mangent plus […] de l'espèce B ».

> Réponse écrite ; Individuel 3 (E11) :
> « Comparaison 2 : **Les *(mammifères)*** préfèrent […] l'espèce B car *(pas d'élément gênant les mammifères)* […] alors que l'espèce A *(présence de l'élément gênant les mammifères)* sauf que dans la comparaison 1 l'espèce A *(suppression de l'élément qui gênait les mammifères)* ».

L'emploi de ces pronoms personnels peut indiquer une certaine prise de distance par rapport à l'expérience menée par les chercheurs. Ces élèves n'ont pas tendance à s'inclure dans la situation donnée dans l'item 603Q02. Leurs réponses écrites montrent aussi qu'ils restent dans le descriptif plus que dans l'explicatif et cela nous indique qu'ils n'ont pas réussi à saisir l'objectif de l'expérience menée par les chercheurs.

D'ailleurs, au cours de leurs échanges, ces trois élèves sont les seuls à se référer à l'illustration de l'introduction générale pour justifier leur choix de la deuxième comparaison :

Extrait d'échange ; Binôme 7 (E16 et E17) :

« E17 : Okay (lecture de la question)"quelle comparaison des résultats de l'expérience permettra de vérifier le mieux si les (mammifères) préfèrent le goût de l'espèce B à celui de l'espèce A" en fait en soi il préfère aucun des deux (montre le graphique) il préfère juste quand y'a pas d'(élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) (rire et regarde E16) (1:04:08.9)

E16 : Voilà ben ça ça prouve on va dire ça ***(montre l'image de l'arbre de l'espèce A représentée dans l'introduction générale)*** *que les (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) elle protège l'espèce A du coup les (mammifères) ils viennent pas (1:04:17.6) »*

E17 : Mais non mais c'est pas ça c'est pas ça la question (1:04:18.6)

E16 : ***Non mais je sais je sais mais du coup c'est celui-là (montre la comparaison 2)*** *(1:04:20.5)*

E17 : (relecture de la question) "quelle comparaison des résultats de l'expérience permettra de vérifier le mieux si les (mammifères) préfèrent le goût de l'espèce B à celui de l'espèce A" ben (1:04:28.9)

E16 : Ben en soi c'est c'est (1:04:31.7)

E17 : ***Attends ben le la comparaison 2*** *parce que là "(montre le graphique) ils mangent plus ils mangent plus (montre les deux courbes en bas du graphique) (1:04:37.6) ».*

Extrait d'entretien ; Individuel 3 (E11) :

« E11 : Oui, la ***comparaison 2*** *euh proche de l'espèce B sans (élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) comparé aux branches de l'espèce A avec (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale). En fait il m'a paru un peu logique parce que déjà les branches de l'espèce A (0:44:29.1)*

R : Ouais (0:44:29.7)

E11 : Qui sont là ***(revient sur la page précédente, d'introduction pour montrer l'arbre de gauche nommé "espèce A" sur l'illustration)*** *naturellement elles ont*

des (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) (0:44:33.6)

E11 : Et du coup euh ben (soufflement) j'sais pas en fait c'est, ils préfèrent euh le B parce qu'il y a pas d' (élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale), j'sais pas, les (mammifères) ils aiment l'espèce où il y a pas de sans (élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) donc là par exemple ***(retourne la page sur la page précédente introductive de l'item)*** *on peut voir que là y'a pas de sans (élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ***(montre l'arbre à droite « espèce B » de l'illustration)*** *et là y'a des sans (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ***(montre l'arbre à gauche « espèce A » de l'illustration)*** *(0:45:43.5) ».*

Certains élèves avec un haut niveau scolaire en sciences de SESC favorisé (binômes 1 et 2) et de SESC défavorisé (binôme 9) reviennent aussi, au cours de la réalisation de la tâche, sur l'illustration de la partie introductive de l'item mais plutôt pour rejeter la comparaison 2.

Par exemple, un des élèves du binôme 1 repère que la comparaison 2 n'est qu'une répétition de la situation présentée dans l'introduction :

<u>Extrait d'échange ; Binôme 1 (E1) :</u>

« E1: Donc la ***comparaison 2*** *ça montre rien parce que c'est ça en fait* ***ça illustre déjà notre euh (montre l'illustration de l'introduction générale) notre situation*** *(1:07:16.3) ».*

L'élève E3 du binôme 2 revient sur l'illustration de l'introduction générale au moment de choisir la comparaison 1 :

<u>Extrait d'échange ; Binôme 2 (E3 et E4) :</u>

« E4 : C'est la **comparaison 1** (1:00:54.0)

E3 : oui c'est logique (1:00:54.3)

E4 : *(coche la réponse "comparaison 1")* (1:00:56.0)

E3 : **Donc on teste sans les *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale),*** parce que toute manière les *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale), (montre la comparaison 2)* vivent en dessous ***(montre le bas de l'arbre de l'espèce A sur l'illustration de l'introduction générale)*** (1:01:00.5)

E4 : parce que on veut être sûr que c'est pas les *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* qui affectent et que c'est vraiment à cause de la nourriture du coup faut enlever les *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* (1:01:05.8) ».

Et c'est aussi le cas de l'élève E21 du binôme 9 qui se réfère à l'illustration de l'introduction pour démontrer que la comparaison 1 est la plus adaptée.

> Extrait d'échange ; Binôme 9 (E21) :
> « E21 : **Ben c'est celle-là *(montre la comparaison 1)*** celle-là non c'est la A ici tu vois bien que en fait là la A elle est moins mangée mais pour montrer en fait c'est celle-là parce qu'en fait la A la A elle est plus mangée avec le même nombre de trucs et moins de *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* en fait ils préfèrent la A mais comme ici y'a des *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ***(montre l'illustration de l'arbre de l'espèce A sur l'illustration de l'introduction générale)*** et ben ils la mangent pas j'sais pas si t'as compris (1:07:05.4) ».

L'échange entre les élèves du binôme 2 montre qu'ils essayent d'aller au-delà de la question posée, car l'élève E3 propose une explication au fait que les mammifères ne consomment pas l'espèce végétale contenant des éléments à l'état naturel que l'autre espèce ne possède pas :

> Extrait d'échange ; Binôme 2 (E3) :
> « E3 : Mais de toute manière c'est les *(éléments présents sur l'espèce A)* c'est manger **à mon avis ils digèrent pas les *(éléments présents sur l'espèce A)*** (1:04:00.1) ».

Nous constatons également des différences chez les élèves, en fonction de leur SESC, dans leur façon de rédiger leurs réponses écrites.

Les élèves de SESC favorisé utilisent un vocabulaire précis et scientifique : Le binôme 1 parle de « conditions égales », le binôme 2 d'« échantillons » et de « facteurs perturbateurs », le binôme 12 évoque les « mêmes critères de comparaison ». Parmi ces élèves, ceux du binôme 2 et 3 de niveau scolaire en sciences moyen utilisent le pronom indéfini « on » pour introduire leur réponse : « on essaie de » ; « on compare » (cf. tableau 41). Nous supposons que l'emploi de ce pronom indéfini par les élèves peut indiquer l'appropriation de la situation ; hypothèse que nous développerons ultérieurement.

Les élèves de SESC défavorisé font moins usage d'un vocabulaire précis et scientifique dans leur réponse écrite, seul l'élève E7 (individuel 1) parle de « paramètre ». Les élèves du binôme 8 sont aussi les seuls à employer le pronom indéfini « on peut déduire » (cf. tableau 41).

Toutes nos observations citées ci-dessus, même si elles sont en nombre plus restreint pour les élèves de SESC défavorisé, ne concernent que les élèves qui ont donné une réponse de type « explication claire ». Les trois autres types de réponses donnés par les élèves ne mentionnent pas de termes précis et scientifiques. Nous ne relevons qu'un seul terme, dans la réponse écrite des élèves du binôme 6, celui de « consistance des branches » qui nous semble peu approprié à la situation car la consistance des branches ne change pas d'une comparaison à l'autre.

Toutefois, nous remarquons que, parmi les élèves qui ont choisi la réponse attendue (comparaison 1) sans réussir à justifier assez clairement leur choix de réponse à l'écrit[77], certains d'entre eux sont tout de même parvenus à fournir une explication plus complète durant l'entretien d'explicitation. Cela concerne plus particulièrement les élèves de SESC défavorisé et de niveau scolaire en sciences moyen. Il s'agit effectivement de l'élève E9 du binôme 4 et de l'élève E10 (individuel 2) qui expliquent leur réponse de manière plus complète à l'oral (durant l'entretien) qu'à l'écrit (réponse construite) :

> <u>Extrait d'entretien ; Binôme 4 (E9) :</u>
>
> « R2 : Alors qu'est-ce qui a fait que vous avez choisi la comparaison 1 ? (0:33:24.9)
>
> E9 : Ben c'est mieux de comparer les deux branches sans *(élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* parce que si on en met une avec *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et l'autre sans ben ça attire, j'pense que les *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ça attire moins *(les mammifères)* (sourire) du coup euh **pour savoir laquelle ils préféraient euh c'était mieux de mettre les deux pareilles** enfin sans *(élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et voilà (0:33:47.0)
>
> E9 : Ben pour savoir quel goût quel est leur goût préféré donc quelle branche il préfère **faut mettre les deux branches dans les mêmes conditions** c'est-à-dire sans *(élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et après c'est plus facile de comparer (0:34:30.7) ».

[77] Pour rappel, il s'agit des élèves suivants : binômes 6 et 9 de SESC défavorisé et de haut niveau scolaire en sciences ; binôme 4 et individuel 2 de SESC défavorisé et de moyen niveau scolaire en sciences ; binômes 5 et 10 de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences.

Extrait d'entretien ; Individuel 2 (E10) :

« E10 : Euh j'ai quand j'ai regardé euh j'ai lu le texte j'me suis dit que pour comparer fallait que euh l'espèce B et l'espèce A soient euh dans **les mêmes conditions au même niveau** (0:51:29.1)

R : Hum hum (0:51:29.9)

E10 : Donc euh j'ai choisi la 1 parce que c'était parce que c'était là où euh c'était c'était là où euh **y'a les mêmes conditions qui ont été réunies** et euh j'ai pas choisi la 2 car les, les mêmes conditions n'étaient, enfin les conditions n'étaient pas réunies, les mêmes, ils avaient pas les mêmes conditions et euh quand on regarde sur le graphique on voit que c'est plus facile de déterminer s'ils préfèrent la A ou la B si ils en mangent que si ils n'en mangent pas du tout (montre sur le graphique)(0:51:57.8) ».

L'élève E15 de SESC défavorisé et de de niveau scolaire en sciences haut donne aussi, durant l'entretien, une explication plus complète que celle écrite avec son binôme (6) bien que cet élève continue de parler de « consistance des branches » ce qui n'est pas vraiment le terme adéquat dans cette situation :

Extrait d'entretien ; Binôme 6 (E15) :

« E15 : Mais de si euh on veut que ce soit **pour faire une comparaison il faut qu'ça soit les mêmes** (0:30:18.3)

E15 : C'est comme quand on fait une expérience il faut que ce soit dans le même environnement sinon on peut pas c'est pas comparable et donc là euh c'est ça qu'on a mis parce que **la consistance des branches comparées dans la comparaison A est la même** tandis que dans la B elle diffère (0:30:39.4) ».

Au cours de l'entretien, l'élève E21 du binôme 9 opère une transformation du but de la question car elle ne consiste pas à démontrer que les mammifères préfèrent l'une ou l'autre des espèces végétales mais à vérifier l'hypothèse des chercheurs qui vise à dire qu'une consommation plus importante de l'espèce B serait due à une préférence de leur part.

Extrait d'entretien ; Binôme 9 (E21) :

« E21 : (relecture) euh **la question c'était euh comment on peut savoir que les *(mammifères)* préfèrent l'espèce B que l'espèce A** [...] (0:23:12.7) (pause et montre le graphique) (0:23:15.4) »

Finalement, les élèves E21 et E22 du binôme 9 parviennent à expliquer le résultat obtenu à partir de la comparaison 1 mais ont encore des difficultés à exprimer la raison pour laquelle cette comparaison permettra d'obtenir de meilleurs résultats :

> Extrait d'entretien ; Binôme 9 (E21) :
>
> « E21 : Et ben **en fait ils préfèrent l'espèce A parce qu'on voit sur l'graphique que l'espèce A a beaucoup plus été mangée** (montre la courbe tout en haut sur le graphique) (0:23:21.4) »
>
> R : Hum hum (0:23:22.0)
>
> E21 : ...que sur la même euh enfin voilà que par rapport à l'espèce B du coup c'est pour ça c'est tout en fait ils préfèrent l'espèce A parce qu'ils l'ont plus mangée (0:23:33.3)
>
> R : Mais qu'est-ce qui fait qu'vous avez choisi la comparaison 1 (0:23:36.0)
>
> E21 : **Ben parce que celle-là** (montre la courbe tout en haut du graphique) (0:23:38.3)
>
> E20 : **Ben le graphique** (0:23:38.6)
>
> E21 : euh la comparaison 2 montre qui préfèrent l'espèce euh comment dire ben montre qui préfère plus l'espèce B que l'espèce A alors qu'il y a des (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) et pas beaucoup de alors qu'il y a des (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) et **quand il y a pas (d'éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) et autant d'branches ils préfèrent l'espèce A** (0:23:58.0)».

Les élèves de SESC défavorisé et de niveau scolaire en sciences bas restent tout autant dans la description lors de l'entretien qu'au moment de répondre par écrit à la question.

Pour finir, nous estimons que la présence d'un graphique dans l'item 603Q02 n'est pas essentielle pour y répondre même si un lien existe entre la question et l'illustration de manière implicite[78]. En effet, ce graphique sert à illustrer les données récoltées par les chercheurs sur le comportement des mammifères en situation expérimentale.

Nous remarquons que les élèves de SESC favorisé de niveau scolaire en sciences haut n'y ont pas ou peu recours durant la réalisation de la tâche. En tout cas, les éléments du graphique ne sont pas décisifs pour leur choix de réponse.

[78] Une partie du graphique est renseignée dans l'énoncé de la question via la légende qui se trouve dans un tableau de présentation des comparaisons mais sans précision explicite sur le fait qu'elle renvoie au graphique à droite de l'item (pour lequel la légende se répète).

Les élèves de SESC défavorisé (tous niveaux confondus) prêtent davantage attention aux données du graphique qui fait office de support d'aide durant la réalisation de la tâche.
Nous reviendrons plus précisément, dans une prochaine partie, sur la manière dont les élèves utilisent le graphique au cours de la réalisation de la tâche, en nous concentrant sur les potentielles différences de compréhension selon leur SESC.

3.3 Conclusion

L'analyse de la dominance issue de notre étude statistique indique que l'influence du format de réponse s'exerce plus fortement sur la réussite des élèves de bas niveau de performance selon leur SESC. Plus précisément, tous les élèves ayant un bas niveau en sciences subissent une diminution de leurs performances avec un format ouvert comparé à un choix multiple simple qui est d'autant plus importante chez les élèves de SESC défavorisé creusant ainsi l'écart entre ces deux populations. Cette caractéristique du format ouvert représente donc une difficulté spécifique pour les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance en sciences.

D'autres études, qui ont porté séparément soit sur le SESC, soit sur le niveau de performance des élèves en sciences, vont dans le même sens que notre analyse statistique mixant ces deux aspects. En sciences notamment, Wright et al. (2016) ont identifié que les élèves de SESC faible ont plus de difficulté à répondre à des questions au format ouvert que ceux de SESC élevé. En mathématiques, Powell (2012) a, par exemple, montré que des questions pourtant thématiquement similaires, étaient réussies différemment, selon leur format (choix multiple vs ouvert), par les élèves en grande difficulté. En effet, ils parviennent mieux à répondre aux questions à choix multiple qu'à celles au format ouvert.

Notre analyse qualitative nous permet de constater les mêmes résultats concernant le format ouvert mais aussi de les compléter par rapport à notre étude statistique. En effet, des différences s'observent entre les élèves selon leur SESC dans leur manière de rédiger leur réponse construite. Bien que certains d'entre eux, de niveau scolaire en sciences haut et moyen, donnent une explication tout à fait claire en réponse à l'item étudié, la plupart des élèves de SESC défavorisé semblent plus en difficulté que les élèves de SESC favorisé lorsqu'il faut expliquer leur choix de réponse à l'écrit. Ils ont effectivement tendance à choisir un vocabulaire moins précis et leur explication est plus souvent insuffisante pour déterminer avec exactitude leur degré de compréhension de la question. Malgré une réponse donnée à l'écrit insuffisante, certains élèves de SESC défavorisé de haut et moyen niveau scolaire en sciences, parviennent tout de même à donner une explication convenable à l'oral lors de l'entretien d'explicitation. Ce résultat notable démontre une compréhension adéquate du but de la question chez certains des élèves de SESC défavorisé et reflète donc, avant tout, une difficulté à transposer leurs idées sous une forme écrite.

Nos résultats qualitatifs peuvent être complétés par ceux de l'étude récente de Dölek & Hamzadayi (2018), réalisée selon une approche quantitative, qui montrent des différences de compétences rédactionnelles selon le SES(C) des élèves. En effet, les élèves de bas statut socio-économique obtiennent des performances plus faibles pour leurs textes écrits, se différenciant de ceux composés par les élèves de haut SES(C) sur le plan de la forme, du choix des mots, des dimensions grammaticales des expressions écrites puis de la formation et de l'organisation du contenu. Autrement dit, l'ensemble des dimensions des compétences en écriture, identifiées au préalable par les auteurs, distinguent les élèves en fonction de leur SES(C) ($p=0.001$; $p<0.01$) et ce d'autant plus pour la formation et l'organisation du contenu qui entraînent la plus grande différence de performance.

Nous partageons donc le raisonnement de Schoultz et al. (2001) qui contestent l'idée selon laquelle la compréhension et/ou les connaissances des élèves se manifestent nécessairement au travers de leur réponse écrite. Ce format de réponse implique un travail d'écriture exigeant pouvant paraître abstrait, c'est pourquoi, à partir de deux questions de physique-chimie (TIMSS) au format ouvert et posant beaucoup de difficultés à des élèves de 13-14 ans, les auteurs ont décidé de reprendre ces questions avec eux, au moyen cette fois d'un entretien. Leurs résultats révèlent alors que les difficultés rencontrées à l'écrit ne transparaissent plus au cours de l'interaction, ce qui a eu pour effet d'engendrer de meilleures performances chez les élèves (sans prise en compte de leur niveau ni de leur SESC).

Chapitre 9.
Analyse focalisée sur les stratégies de réponse des élèves selon une ou des caractéristiques spécifiques à plusieurs items PISA Science 2015

Comme nous avons pu le montrer dans la sous-partie portant sur l'analyse quantitative, certaines caractéristiques sont plus sensibles que d'autres au SESC des élèves, c'est pourquoi il nous semble important d'étudier plus précisément ces caractéristiques-là afin d'examiner dans quelle mesure nos analyses qualitatives abondent dans le sens de nos résultats statistiques. L'idée est d'enrichir nos résultats statistiques avec nos données qualitatives, que nous estimons plus sensibles aux spécificités de chacun des groupes d'élèves.

Nous présentons également des résultats à propos de certaines caractéristiques qui n'entraînent pas forcément un écart de réussite particulièrement significatif selon le SESC. En effet, notre étude qualitative nous permet d'accéder à des données supplémentaires au sujet de ces caractéristiques, ceci nous permet d'améliorer notre compréhension des différents profils d'élève lors de la réalisation de tâches de sciences.

Dans ce chapitre, nous analysons la caractéristique « projection » de manière plus approfondie que les autres, car elle est peu traitée dans les travaux antérieurs.

1 Focus sur la caractéristique « projection »

Par le biais de nos analyses statistiques, nous avons montré que la caractéristique **« projection »** est l'une de celles **particulièrement sensibles au SESC** des élèves.

Dans notre échantillon qualitatif, 14 items ont cette caractéristique, mais seulement deux d'entre eux présentent différents types de projection[79] et il s'agit des deux items 478Q01 et 603Q02 présentés dans le chapitre précédent.

Si nous comparons ces items sur l'ensemble de leurs caractéristiques, nous pouvons observer que sur les 23 caractéristiques codées, il s'avère qu'ils n'en partagent que trois (cf. annexe 36). Tout d'abord, ils font, tous deux, référence aux **systèmes vivants**. Ensuite, la situation relatée

[79] La projection vers une communauté proche et la projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique.

dans ces deux items incite à une **projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique** ; il s'agit d'un médecin pour l'item 478Q01 et de chercheurs pour l'item 603Q02. Enfin, cette **projection** est **directe** dans les deux cas puisqu'elle est réactivée au moment de la lecture de l'énoncé de la question. En revanche, ils ne convoquent pas le même type de connaissances puisque l'item 478Q01 fait appel à des connaissances de contenu alors que l'item 603Q02 à des connaissances épistémiques.

Lors de l'analyse des transcriptions, il apparaît globalement que la projection des élèves vers une communauté n'est pas la caractéristique la plus évidente à repérer dans les transcriptions. Toutefois, nous cherchons à déterminer, au travers des échanges et des entretiens, si nous observons une appropriation différente de la situation par les élèves selon leur SESC. Autrement dit, nous essayons de détecter si, lors de la réalisation des items 478Q01 (cf. annexe 37) et 603Q02 (cf. annexe 38), les élèves arrivent d'une part, à intérioriser la situation dans laquelle on leur évoque le travail de professionnels représentant une autorité scientifique et d'autre part, à se considérer comme protagonistes actifs de cette situation. Nous pensons effectivement qu'une capacité d'inclusion dans la situation de la part des élèves peut indiquer qu'ils se l'approprient et qu'ils font preuve d'une forte identification à la communauté de professions représentant une autorité scientifique, révélant ainsi une plus grande aptitude à se projeter vers celle-ci.

Nous pouvons repérer cette capacité d'inclusion au moyen d'une analyse du discours, portée par exemple sur le type de pronoms – personnels (je, il, nous, ils, etc.) ou indéfinis (on) – et de verbes employés par les élèves pour évoquer la situation. En effet, certains pronoms, selon le contexte dans lequel ils sont employés, peuvent indiquer une projection vers la communauté de professions représentant une autorité scientifique. C'est le cas lorsque les élèves s'expriment au moyen des pronoms personnels de la 1ère personne comme « je » ou « nous » ou du pronom indéfini « on », indiquant qu'ils s'incluent en tant qu'élèves dans la situation au travers de la profession à laquelle ils sont confrontés dans l'item. Le codage nommé « the grammar of agency » d'Arnold (2012) montre qu'en fonction du pronom utilisé, le positionnement social des élèves, en tant qu'agent, est amené à se déplacer au cours d'une situation de classe en sciences. Par exemple, l'utilisation de la deuxième personne (tu ou vous) oriente davantage la responsabilité vers autrui alors que la première personne (je ou nous) renvoie à un positionnement tourné vers le collectif (Arnold & Clarke, 2014). En effet, le « nous » représente une forme d'inclusion au collectif (Vertalier, 1976).

Au contraire, les élèves qui font référence aux pronoms personnels de la 3ème personne comme « il » ou « ils » ont tendance à rester en retrait par rapport à la situation proposée et à maintenir un point de vue extérieur sans s'autoriser à s'inclure personnellement à la situation.

Ils restent ainsi dans leur posture d'élève et non « d'apprenti-chercheur » en décrivant seulement la situation et semblent présenter une forme de rejet de la figure d'autorité scientifique. Leur discours se caractérise ainsi beaucoup moins par des verbes d'action que lorsque les élèves arrivent à se projeter vers la communauté de professions représentant une autorité scientifique.

Par exemple, Brunyé et al. (2009) ont montré qu'un pronom à la 1ère et à la 2ème personne révèle davantage une perspective incarnée tandis qu'un pronom à la 3ème personne indique plutôt une perspective externe. De plus, ces auteurs montrent que l'utilisation de pronoms à la 1ère et 2ème personne, dans un texte lu par un lecteur, peuvent l'encourager à internaliser le point de vue proposé dans la situation.

Ceci peut s'expliquer par le fait que le « nous » et le « vous », renvoyant respectivement au locuteur et à l'auditeur, se situent dans l'espace conversationnel alors que le pronom personnel de la 3ème personne du pluriel « ils » est considéré comme le plus éloigné de l'espace conversationnel à la fois du locuteur et de l'auditeur (Kamio, 2001) (voir figure 37).

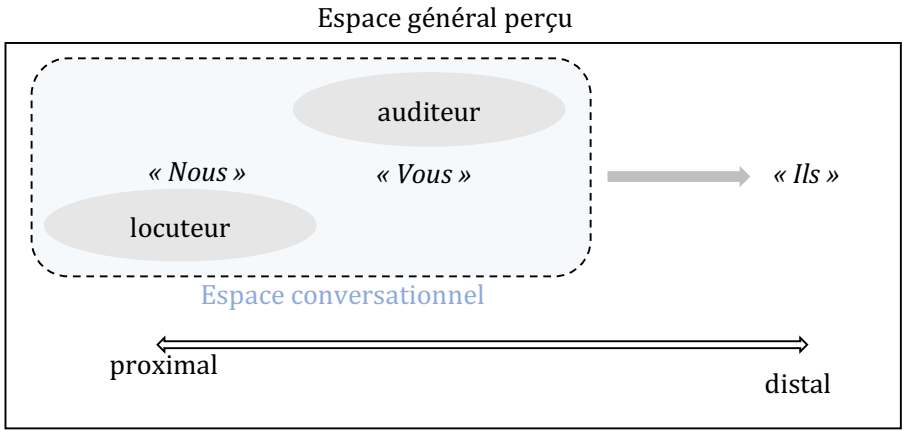


Figure 37. Schématisation de l'espace conversationnel reprise à partir des travaux de Kamio (2001).

Dans notre cas, le recours au pronom indéfini « on » par les élèves est le plus fréquent puisque nous les avons placés en binôme. Précisons que nous avons essayé de distinguer le « on » employé lorsque l'élève parle au nom du binôme et le « on » qui laisse supposer à une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique. Cette distinction est notamment effective lors de l'entretien d'explicitation durant lequel les élèves se trouvent être dans une démarche de description d'une action passée.

Le « on » employé dans le discours de l'élève désigne alors les actions effectuées par le binôme au moment de résoudre la tâche. Pour expliciter notre propos, l'exemple ci-dessous présente deux répliques d'élèves du binôme 4 pour lesquelles le « on » ne peut être classé selon le même statut énonciatif :

Extrait d'entretien ; binôme 4 (E8) :

« E8 : Et **on a vu** *que les (mammifères) ils mangeaient enfin ils mangeaient plus l'espèce où y'avait pas de (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale),* ***on a regardé*** *les deux,* ***on a comparé les deux*** *(montre le tableau des comparaisons) on a vu que ben (0:33:19.7) ».*

Extrait d'entretien ; binôme 4 (E9) :

« E9 : Ben c'est mieux de comparer les deux [...] sans (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) parce que si **on en met** *une avec (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) *et l'autre sans ben ça attire, je pense que les (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) [...] ».*

L'usage du « on » est parfois employé pour décrire l'implication dans une action passée comme au moment de faire un choix entre la comparaison 1 et 2 : « on a vu », « on a regardé », « on a comparé les deux ». Dans une autre configuration, l'emploi du « on » laisse plutôt penser à une inclusion dans la situation en tant que chercheurs : « si on met une avec (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) et l'autre sans… ».

Nous observons que le temps des verbes est lui aussi distinct, l'un au passé composé et l'autre au présent. L'emploi du passé permet alors de mieux exprimer une action antérieure alors que la subordonnée de condition (hypothétique) associée à l'emploi du présent rend compte d'un changement de positionnement de l'élève dans lequel il semble davantage se projeter dans la situation.

Néanmoins, la situation proposée par ces deux items est différente. Celle de l'item 478Q01 décrit un **médecin généraliste** dans l'exercice de ses fonctions et l'interaction avec son **patient** alors que l'item 603Q02 explique le déroulement d'une expérience comportementale, menée par des **chercheurs**, sur des **mammifères**.

Dans l'item 478Q01, les élèves doivent déterminer quel élément, parmi ceux proposés, reçoit l'action directe d'un médicament et dans l'item 603Q02 les élèves doivent expliquer quelle comparaison expérimentale, parmi les deux proposées, est selon eux la plus valide pour obtenir des résultats non biaisés et atteindre l'objectif souhaité par les chercheurs.

La capacité de projection peut être corrélée à la capacité à comprendre la situation. Pour répondre à l'item 603Q02 par exemple, les élèves ne doivent pas se contenter de reprendre l'observation de départ donnée dans la partie introductive (qui précède l'item). Ils doivent aussi intégrer les nouvelles données disponibles dans les ressources disponibles (texte et illustration) de l'item, qui viennent compléter et expliquer les toutes premières, issues de l'observation initiale.

L'analyse qualitative suivante montre des différences d'appropriation de la situation, ce qui semble aller dans le même sens que les résultats de notre analyse statistique mettant en évidence que la présence d'une projection entraîne une augmentation des écarts de réussite en fonction du SESC des élèves.

1.1 Analyse d'indices de projection dans un item de niveau élevé de référence à la vie quotidienne

Les résultats de nos analyses pour l'item 478Q01 (cf. tableau 42) montrent que peu d'élèves parviennent à se projeter vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique. En effet, seuls les élèves de SESC favorisé, de haut et moyen niveau scolaire en sciences (binômes 1,2 et 3) ainsi que le binôme 11 de SESC défavorisé et de haut niveau scolaire en sciences y arrivent. Toutefois, les indices de cette forme de projection dans les transcriptions sont différents selon les binômes d'élèves.

Les élèves du binôme 1 *(Favo Haut)* se projettent vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique, en se mettant à la place du médecin lorsqu'ils expliquent la situation au cours de l'entretien. Nous notons l'utilisation du pronom indéfini « on » accompagné de verbes d'action comme « agir » ou « chercher » :

> Extrait d'entretien ; binôme 1 (E1 et E2) :
> *« E1 : Et ben c'est pas,* ***on agit pas sur*** *(réponse 2) déjà (regarde E2) (0:01:10.5)*
> *E2 :* ***On agit ni sur la*** *(réponse 2) ni la (réponse 1) en fait* ***c'qu'on cherche à faire*** *c'est éliminer les (réponse 3) (geste main droite qui vient appuyer la main gauche), c'est* ***on peut donner d'autres choses en complément*** *pour enlever la (réponse 1)[…] (0:01:29.6) ».*

Par ailleurs, les élèves des binômes 2, 3 *(Favo Haut et Moyen)* et 11 *(Défavo Haut)* n'ont pas recours à ce type de verbes d'action et expliquent simplement qu'ils savaient (« on sait », « on savait déjà ») (cf. annexe 37). Ces élèves trouvent la réponse attendue peu après avoir lu l'énoncé de la question prouvant qu'ils ont réactivé rapidement les connaissances requises. D'ailleurs, ils se contentent de donner la réponse sans discuter longuement de la situation. Ils privilégient un langage impersonnel, largement adopté par les experts scientifiques pour faire part de leurs résultats à la communauté (Oliveira, 2011). Il y a donc une dépersonnalisation du savoir scientifique qui laisse supposer que ces élèves se projettent également vers la communauté de professions représentant une autorité scientifique.

Les élèves de SESC favorisé de bas niveau scolaire en sciences (binômes 7 et 12) se projettent vers une communauté proche en se mettant à la place du patient lorsqu'ils évoquent le symptôme proposé en réponse 1 ou encore la prise de médicament ; s'accompagnant même pour certains (binôme 12), d'une prise de distance avec la figure d'autorité scientifique, représentée dans cette situation par le médecin. Nous retrouvons des comportements similaires chez la majeure partie des élèves de SESC défavorisé sans pointer de différences selon le niveau scolaire en sciences.

Tableau 42. Type de projection identifié grâce aux différents indices de projection dans le discours oral des élèves lors de la réalisation de l'item 478Q01.

SESC des élèves	*Indices de projection dans le discours oral des élèves*
Niveau des élèves	Type de projection et/ou prise de distance
Élèves de SESC favorisé	**Projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique**, aucune projection ou projection vers une communauté proche.
Niveau Haut	• *Utilisation du pronom indéfini « on » accompagné parfois des verbes d'action « agir » et « chercher » (binôme 1).* →Projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique. • Dépersonnalisation du savoir scientifique : *« on sait » « la cause » « la conséquence » (binôme 2).* →Projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique.
Niveau Moyen	• Dépersonnalisation du savoir scientifique : *« on savait déjà » (binôme 3).* →Projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique.
Niveau Bas	• *Utilisation du « on » associé au symptôme présenté par le patient dans la situation ou pour exposer une situation de la vie quotidienne comme celle de la prise de médicaments (binôme 7 et 12).* →Projection vers une communauté proche. • *Utilisation du pronom personnel « il » pour décrire les actions du médecin (binôme 12).* →Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique.

Élèves de SESC défavorisé	Projection vers une communauté proche ou aucune projection.
Niveau Haut	• *Utilisation du « on » associé au symptôme présenté par le patient dans la situation ou pour exposer une situation de la vie quotidienne comme celle de la prise de médicaments (binôme 6 et 9).* • *Analogie entre la situation de l'item et une expérience similaire vécue par la mère de l'élève E11 (individuel 3).* →Projection vers une communauté proche. • *Utilisation du « il » pour décrire les actions du médecin (binôme 8).* →Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique. • Dépersonnalisation du savoir scientifique : *« on l'savait déjà » (binôme 11).* →Projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique.
Niveau Moyen	• *Utilisation du « il » pour évoquer le patient et le médecin (individuel 1 et 2).* →Prise de distance avec à la fois le patient et la figure d'autorité scientifique. • *Pas d'indices de projection (binôme 4).* →Aucun type de projection relevé.
Niveau Bas	• *Utilisation du pronom indéfini « on » et du pronom personnel « je » pour exposer une situation de la vie quotidienne comme celle de la prise de médicaments (binôme 5 et 12).* →Projection vers une communauté proche. • *Utilisation du « il » pour évoquer le médecin (binôme 5).* →Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique.

1.2 Analyse d'indices de projection dans un item de niveau faible de référence à la vie quotidienne

Nous pouvons noter que, dans l'item 603Q02, le nombre d'indices d'une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique dans le discours oral des élèves varie selon leur SESC (cf. tableau 43).

Les élèves de SESC favorisé ont effectivement systématiquement recours à l'emploi du pronom indéfini « on » et parmi eux, les deux binômes de haut niveau scolaire en sciences (binômes 1 et 2) emploient aussi le pronom personnel « nous ». Les élèves du binôme 1 vont même jusqu'à utiliser l'adjectif possessif « notre » au cours de leur échanges ; indice extrêmement évocateur d'une appropriation de la situation et d'une nette prise de position de la part de ces élèves :

Extrait d'échange ; Binôme 1 (E1) :
*« E1 : Et c'est la base de **notre** problème (1:07:09.9) ».*

Ainsi, il semblerait que, toujours parmi les élèves de SESC favorisé, plus le niveau scolaire en sciences des élèves est haut, plus les indices d'une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique se renforcent (cf. annexes 37 et 38). En effet, l'emploi du pronom indéfini « on » chez les élèves de moyen et bas niveau devient progressivement l'emploi du « nous » ou du « notre » dans le discours des élèves de haut niveau scolaire en sciences.

L'emploi du pronom indéfini « on » pouvant indiquer une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique est plus mitigé chez les élèves de SESC défavorisé.

Parmi eux, plusieurs élèves de haut et moyen niveau scolaire en sciences l'utilisent (cf. tableau 43) tandis que les autres prennent de la distance vis-à-vis de la figure d'autorité scientifique, comportement parfois accompagné d'une projection proche (E9 du binôme 4).

Les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences se projettent plutôt vers une communauté proche ou prennent de la distance avec la figure d'autorité scientifique mais n'ont jamais recours à l'emploi du pronom indéfini « on » pouvant indiquer une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique.

Tableau 43. Type de projection identifié grâce aux différents indices de projection dans le discours oral des élèves lors de la réalisation de l'item 603Q02.

SESC des élèves Niveau des élèves	Type de projection *Indices de projection dans le discours oral des élèves*
Élèves de SESC favorisé	Projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique.
Niveau Haut	• *Utilisation du pronom indéfini « on » et du pronom personnel « nous » (binôme 1 et 2) et utilisation de l'adjectif possessif « notre » (uniquement pour le binôme 1).*
Niveau Moyen	• *Utilisation du pronom indéfini « on » accompagné du verbe d'action « comparer » (binôme 3).*
Niveau Bas	• *Utilisation du pronom indéfini « on » (binôme 7 et 12).*
Élèves de SESC défavorisé	Projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique et/ou projection vers une communauté proche.
Niveau Haut	• *Utilisation du pronom indéfini « on » accompagné parfois du verbe d'action « comparer », « enlever » ou déduire (binôme 6, binôme 8).* • *Utilisation du pronom indéfini « on » (E24, binôme 11).* →Projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique. • *Utilisation du pronom personnel « ils » pour parler des chercheurs (binôme 9, E25 du binôme 11 et individuel 3).* →Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique.
Niveau Moyen	• *Utilisation du pronom indéfini « on » (individuel 1).* • *Utilisation du pronom personnel « je » accompagné du verbe d'action « comparer » (individuel 2).* →Projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique. • *Utilisation du pronom personnel « ils » pour parler des chercheurs (binôme 4) et E9 invite E8 à se projeter à la place des mammifères.* →Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique. →Projection vers une communauté proche.
Niveau Bas	• *Utilisation du pronom personnel « ils » pour parler des chercheurs (binôme 5).*

→Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique.

- *L'élève E23 (binôme 10) se met à la place des mammifères.*

→Projection vers une communauté proche.

De plus, la plupart des élèves de l'échantillon reprennent la terminologie utilisée dans l'énoncé de la question, à savoir le verbe « préférer » alors que les élèves du binôme 5, de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences, ont plus tendance à privilégier l'usage du verbe « aimer » pour parler de la préférence des mammifères, attribuant des sentiments aux mammifères comme pour les humaniser. En attribuant cette propriété psychologique spécifiquement humaine à un animal, ces élèves font preuve d'anthropocentrisme (Gouvea & Simon, 2018). Cela laisse aussi penser qu'il est plus facile pour ces élèves de se projeter dans la situation par le biais des sujets de l'expérience, à savoir ici les mammifères étudiés, que par un biais purement expérimental au travers des chercheurs.

1.3 Comparaison des indices de projection - items de niveau référence à la vie quotidienne faible vs élevé

Sur le plan statistique, le type de projection, qui augmente l'écart de réussite entre les élèves selon leur SESC, n'est pas le même selon qu'ils soient de haut ou bas niveau scolaire en sciences.

En effet, la projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique distingue les élèves de haut niveau scolaire en sciences selon leur SESC alors que la projection vers une communauté proche distingue les élèves de bas niveau scolaire en sciences selon le SESC.

Si la projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique entraîne une diminution des performances chez tous les élèves de haut niveau scolaire en sciences, ceux de SESC favorisé voient leurs performances diminuer dans une moindre mesure avec ce type de projection comparées à celles de SESC défavorisé.

Au niveau qualitatif, ce résultat semble uniquement vérifiable à l'aide de l'item **603Q02** car c'est le seul, parmi les deux items analysés, qui active une projection vers une **communauté de professions représentant une autorité scientifique** chez les élèves de **haut niveau scolaire en sciences** à la fois parmi ceux de SESC favorisé et défavorisé (cf. tableau 44)**.**

Les élèves de haut niveau scolaire en sciences et de SESC défavorisé de notre échantillon qui parviennent à se projeter dans la communauté de professions représentant une autorité scientifique suscitée par la situation de l'item 603Q02, affichent des performances plus mitigées que celles des élèves de SESC favorisé, malgré l'activation de la projection attendue dans cet item.

Pour la projection vers une communauté proche, nos données statistiques révèlent que ce sont aussi, parmi les élèves de bas niveau scolaire en sciences, les élèves de SESC favorisé qui en bénéficient davantage avec des performances plus élevées que les élèves de SESC défavorisé**.**

Au niveau qualitatif, ce résultat semble uniquement vérifiable à l'aide cette fois de l'item **478Q01** car c'est le seul, parmi les deux items analysés, qui active une projection vers une **communauté proche** chez les élèves de **bas niveau scolaire en sciences,** à la fois parmi ceux de SESC favorisé et défavorisé (cf. tableau 44)**.**

Les élèves de bas niveau scolaire en sciences et de SESC favorisé de notre échantillon réussissent à donner la réponse attendue dans l'item 478Q01, malgré une projection vers une communauté proche, pourtant inappropriée dans cette situation. Il semblerait donc qu'ils puissent se détacher de cette projection au moment de la réponse contrairement à leurs homologues de SESC défavorisé qui peuvent parfois la maintenir active, les conduisant alors à sélectionner une réponse directement relative à la projection effectuée.

Ainsi, dans cet item 478Q01, les élèves de SESC défavorisé se projettent plutôt vers une communauté proche ou, quand ce n'est pas le cas, adoptent une posture distanciée vis-à-vis de la figure d'autorité scientifique.

Pour affiner ces résultats déjà riches, nous observons qu'aucun élève de SESC défavorisé de bas niveau scolaire en sciences ne parvient à effectuer une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique (cf. tableau 44).
Dans le cas de l'item 478Q01, ces élèves ont tendance à privilégier une projection vers une communauté proche, en l'occurrence ici celle du patient ce qui est très vraisemblablement dû au niveau élevé de référence à la vie quotidienne dans cet item puisque nous retrouvons moins fortement ce type de projection pour l'item 603Q02.

De plus, les élèves qui ne donnent pas la réponse attendue dans l'item 478Q01 sont le plus souvent ceux qui se projettent vers une communauté proche ou qui se distancient de la figure d'autorité scientifique au lieu de réaliser la projection souhaitée, vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique (cf. tableau 44).

Ce constat n'est pas le même pour l'item 603Q02 puisque certains élèves qui n'ont pas donné la réponse attendue à cet item, ont pourtant effectué la projection souhaitée vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique. Ce résultat peut s'expliquer par le caractère ouvert de la réponse qui peut, comme dit au chapitre 8, renvoyer à une difficulté à transposer les idées de l'oral à l'écrit. Ainsi, malgré une réponse écrite pas assez proche des attendus de PISA, l'entretien d'explicitation peut laisser transparaître une compréhension et une appropriation du contenu scientifique de la tâche.

Nos résultats semblent concorder dans ce sens puisque ce sont effectivement les mêmes binômes 4, 6 et l'élève E10 (individuel 2), qui donnent une explication insuffisante à l'écrit mais correcte à l'oral, pour lesquels nous retrouvons des indices de projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique au cours de l'échange et/ou de l'entretien.

Tableau 44. Mise en correspondance du type de projection effectué par les élèves de notre échantillon, avec leur choix de réponse, selon leur SESC et leur niveau scolaire.

Item	**Type de projection & Réponse donnée**	**Caractéristiques des élèves**															
		SESC	**SESC favorisé**					**SESC défavorisé**									
		Niveau scolaire en sciences	*Haut*		*Moyen*		*Bas*	*Haut*					*Moyen*			*Bas*	
		Binôme ou Individuel	Bin 1	Bin 2	Bin 3	Bin 7	Bin 12	Bin 6	Bin 8	Bin 9	Bin 11	Ind 3	Bin 4	Ind 1	Ind 2	Bin 5	Bin 10
Item 478Q01	Type projection		C.**AS**	C.**AS**	C.**AS**	C.**Pr**	C.**Pr** D.AS	C.**Pr**	D.AS	C.**Pr** D.AS	C.**AS**	C.**Pr**	*NC*	D.AS	D.AS	C.**Pr** D.AS	C.**Pr**
	Réponse donnée *C=RA*		C	C	C	C	C	**A**	C	**D**	C	C	C	C, **D**	**D**	C	**B**
Item 603Q02	Type projection		C.**AS**	C.**AS**	C.**AS**	C.**AS**	C.**AS**	C.**AS**	C.**AS**	D.AS	C.**AS** (E24) D.AS (E25)	D.AS	C.**Pr** D.AS *échange* C.**AS** *entretien*	C.**AS**	C.**AS**	D.AS	C.**Pr**
	Réponse donnée *1=RA*		1	1	1	**2**	1	**1 EI**	1	**1 EI**	1	**2**	**1 EI**	1	**1 EI**	**1 EI**	**1 EI**

Note. C.**AS**. Projection vers une Communauté de professions représentant une **A**utorité **S**cientifique ; C.**Pr**. Projection vers une Communauté **Pr**oche ; D.AS. Prise de Distance avec la figure d'Autorité Scientifique ; *NC.* Projection Non Connue ; EI. Explication Insuffisante ; RA. Réponse Attendue.

Nos résultats montrent que l'item 603Q03 active plus facilement une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique que l'item 478Q01. Ceci s'explique probablement par le fait que l'item 603Q02 renvoie à des connaissances épistémiques qui amènent les élèves soit à se projeter dans la situation en adoptant une posture d'« apprenti-chercheur », soit à rester en retrait de celle-ci en maintenant une distance par rapport à la figure d'autorité scientifique. Nous pouvons mettre ce constat en lien avec le cadre PISA qui estime que les connaissances épistémiques sont un prérequis pour l'engagement dans des raisonnements analogues à ceux adoptés par les scientifiques (OCDE, 2016c). Ainsi, il ne paraît pas surprenant que des indices d'une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique soient davantage repérés au cours des échanges à propos de la situation de l'item 603Q02 qui aura plus tendance, étant donné les connaissances requises pour y répondre, à activer chez les élèves, ce type de projection.

1.4 Points de discussion

1.4.1 Interprétation générale des résultats qualitatifs

La capacité de projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique semble plus ancrée chez les élèves de SESC favorisé car elle paraît moins sensible aux changements situationnels que la projection effectuée par les élèves de SESC défavorisé et ce d'autant plus que le niveau scolaire en sciences augmente.

Tous les élèves de SESC favorisé de haut et moyen niveau scolaire en sciences parviennent à maintenir une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique malgré une situation d'un niveau de référence à la vie quotidienne élevé, propice à activer une projection vers une communauté proche. Dans ce cas-là, les élèves de même niveau scolaire en sciences et SESC défavorisé ne réussissent que très rarement à la maintenir et privilégient celle vers une communauté proche ou une prise de distance par rapport à la figure d'autorité scientifique. Nous retrouvons ce même comportement chez les élèves de bas niveau scolaire en sciences, tous SESC confondus.

Ceci semble montrer qu'effectivement, les situations quotidiennes proposées en arrière-plan du problème scientifique n'aident pas forcément les élèves à s'engager dans l'activité de résolution de problème comme il est attendu d'eux (Serder & Jakobsson, 2015).

1.4.2 Les difficultés d'une projection incorporée dans une situation fortement liée au quotidien

Comme nous l'avons vu, la situation de l'item 478Q01 est plus propice à déclencher une projection vers une communauté proche de la part des élèves qu'une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique, en particulier pour les élèves de SESC défavorisé.

Ainsi, la difficulté de cet item 478Q01 réside dans le fait que les élèves sont censés faire preuve d'une capacité de projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique, elle-même insérée dans une situation au niveau de références à la vie quotidienne élevé. Il se pourrait donc que la projection souhaitée ne soit pas activée compte-tenu de son incorporation dans une situation quotidienne, qui peut fausser la compréhension des élèves sur les attendus réels de la tâche, les empêchant d'identifier cet item comme une question scientifique (e.g. Schoultz, 2000, cité dans Persson, 2016 ; Gellert & Jablonka, 2009).

La situation de cet item présentant un dialogue entre un médecin et son patient peut conduire les élèves à s'y projeter selon leur propre expérience vécue de la maladie et/ou de la prise de médicaments. Pour déterminer sur quoi agit directement le médicament évoqué dans la situation, les élèves doivent se détacher de la familiarité entretenue avec certains objets pour revenir sur des savoirs plus scientifiques et, comme le montrent nos résultats, c'est loin d'être un processus évident pour tous les élèves. En effet, une rupture avec le regard familier que les élèves peuvent avoir sur certaines pratiques sociales est nécessaire (Bonnéry, 2007 p.117). La confrontation à des situations trop familières aux élèves les empêchent parfois de s'engager dans la culture scientifique (Serder & Jakobsson, 2015) ; comportement qu'il est pourtant attendu d'eux.

L'item 478Q01 est l'exemple même de cette difficulté puisque la situation proposée dans cet item possède un niveau élevé de référence à la vie quotidienne et nous y observons justement une activation de la projection vers une communauté proche bien plus récurrente que pour l'item 603Q02 dont le niveau de référence à la vie quotidienne est faible (cf. annexe 36).

1.4.3 Réflexion sur l'importance de la compétence de prise de perspective dans la compréhension et l'apprentissage des sciences

La compétence sociocognitive de prise de perspective est fondamentale pour s'engager dans des activités académiques (Kim et al., 2018). Avec une amplification à l'adolescence, le développement de cette capacité peut permettre, en sciences, d'adopter le point de vue d'un scientifique pour mieux comprendre sur quoi repose notamment les pratiques des chercheurs (Larison, 2018). Elle joue aussi un rôle dans la compréhension approfondie en lecture (LaRusso et al., 2016) et conduit à une créativité plus développée (Rubenstein et al., 2019).

Bien que nous nous trouvions aux prémices des recherches portant sur l'implication de la prise de perspective dans l'apprentissage des STEM[80] (Leopold et al., 2019), la plupart vont dans le sens d'une supériorité des résultats chez les élèves lorsqu'ils peuvent adopter une prise de perspective à la 1ère personne[81] plutôt qu'à la 3ème (e.g. Fiorella et al., 2017 ; Fiorella & Mayer, 2016). Par exemple, selon Leopold et al. (2019), combiner une stratégie d'imagination à la prise de perspective à la 1ère personne pourrait promouvoir un traitement cognitif génératif c'est-à-dire permettre aux élèves d'appliquer du sens aux informations fournies permettant une compréhension plus profonde des textes scientifiques ainsi qu'un meilleur transfert de leurs apprentissages.

Quelques recherches ont étudié des enseignements qui favorisaient le développement de la capacité de projection, dans la perspective d'un apprentissage actif, en référence à la théorie socioconstructiviste (Vygotski, 1978, 1997; Bruner, 1960). Par exemple, Kolovou & Kim (2020) ont étudié l'impact de l'apprentissage intégratif par l'enquête et l'art dramatique (IDI[82]) dans un cours de biologie (relatif à l'ADN) auprès de deux groupes de collégiens : l'un expérimental, a reçu un enseignement par la méthode IDI et le groupe témoin a continué à recevoir un enseignement traditionnel.

[80] STEM (science, technology, engineering, and mathematics), ou STIM (science, technologie, ingénierie et mathématiques).
[81] Apprentissage au moyen d'une vidéo avec caméra embarquée montrant l'action du point de vue de l'instructeur.
[82] Autrement dit « Integrative Drama-Inquiry Learning » qui équivaut à un mixte entre l'apprentissage basé sur l'enquête et sur l'art dramatique.

Les résultats quantitatifs montrent un meilleur apprentissage des concepts biologiques de la part du groupe expérimental (élèves ayant suivi la méthode IDI) comparé à ceux du groupe témoin. De surcroît, les données qualitatives (observations et entretiens) démontrent, un engagement intense des élèves du groupe expérimental, grâce auquel ils ont endossé un rôle actif d'« expert » (Sarah et Dimitri : *« je me sentais comme un scientifique »*[83]*)* leur permettant d'améliorer leur compréhension du concept biologique étudié.

Cette recherche s'avère donc encourageante sur la possibilité de renforcer chez les élèves une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique et ce d'autant plus lorsque nous considérons les apports bénéfiques de l'exploration de tâches d'enquête sur les performances d'élèves de faible statut socio-économique (Blanchard et al., 2010).

D'autres solutions en dehors de la classe (temps périscolaire) peuvent aussi contribuer à développer la projection des élèves vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique (par exemple, Salvadó et al., 2021). Les résultats montrent que le capital scientifique[84] des élèves de SES défavorisé peut s'enrichir notamment au travers du lien qu'ils ont entretenu avec les experts scientifiques animant les ateliers.

2 Focus sur la caractéristique « référence à la vie quotidienne »

Notre analyse statistique montre qu'un niveau élevé de **« référence à la vie quotidienne »** (pour l'ensemble des items présentant cette caractéristique) ne semble pas jouer un rôle sur l'écart de réussite selon le SESC. En revanche, c'est plutôt un **haut niveau de performance en sciences** qui permettrait aux élèves de **SESC défavorisé** d'améliorer leurs scores et ainsi se rapprocher des résultats obtenus par les élèves de même niveau et de SESC favorisé. Notre échantillon qualitatif comporte 7 items dont le niveau de référence à la vie quotidienne est élevé. Même si cela n'apparaît pas dans nos résultats statistiques, notre analyse qualitative nous a permis de remarquer que des références à la vie quotidienne peuvent être convoquées par l'ensemble des élèves de notre échantillon mais que l'utilisation qui en est faite durant la résolution est différente selon le SESC des élèves. Nous l'avons déjà constaté, notamment avec l'item 478Q01 (chapitre 8), dans lequel les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau en sciences de notre échantillon activent des connaissances quotidiennes les amenant souvent à une compréhension incomplète de la situation et/ou une réponse erronée.

[83] Extraits d'entretien (Kolovou & Kim, 2020).

[84] Le capital scientifique représente l'ensemble des ressources (économiques, sociales et culturelles) auxquelles un individu peut avoir accès pour promouvoir sa réussite en sciences (Archer et al., 2014, 2015).

Ceci peut s'expliquer par le fait que les élèves en difficulté ont souvent tendance à modifier les données du problème, consciemment ou non, jusqu'à trouver une démarche de résolution qui leur est familière (Depover & Noël, 1999).

L'impact que peuvent avoir les références à la vie quotidienne sur la performance reste donc à éclaircir, c'est pourquoi nous sélectionnons ici des items de notre échantillon qualitatif pour lesquels le niveau de ces références est élevé. À partir de là, nous proposons de montrer de quelles façons les élèves utilisent la vie quotidienne dans ces différents items. Au travers des extraits de transcriptions, nous donnons quelques exemples de la manière dont les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau en sciences en font usage mais pas seulement, comme nous allons le voir ci-après. Ces extraits illustrent notamment deux types d'utilisation : celle qui montre que les élèves prennent une approche anthropomorphique, ou s'appuient sur l'efficacité d'une pratique (par exemple « le froid conserve ») qu'ils posent en principe global (sans regarder les caractéristiques de ce qui fait le froid, dans le cas étudié, la glace).

2.1 Adoption d'un point de vue anthropomorphiste

L'anthropomorphisme se définit comme l'attribution de certaines caractéristiques humaines (comme une intention, une émotion, etc.) à des objets non humains comme des dispositifs robotiques et technologiques, les animaux etc. (Türkoguz & Ercan, 2022).

L'item 421Q03 (cf. annexe 26, ligne 25), se caractérise par un **niveau élevé de référence à la vie quotidienne** et entraîne **un fort écart de performance selon le SESC des élèves**. Cet item fait d'ailleurs parti, dans PISA Science 2015, des dix items dont l'écart de performance est le plus important selon le SESC des élèves.

Pour résoudre cet item, dans lequel il s'agit de classer différents corps célestes selon leur taille (systèmes de la Terre et de l'univers), les élèves du binôme 10 se fient à leurs sens (ici, la vue) pour juger de la situation présentée, tout comme cela était déjà le cas pour l'item 641Q03 de « météorites et cratères » (cf. chapitre 8) :

> *Extrait d'échange (binôme 10) :*
> *« E22 : **ça s'voit t'as pas vu** […] (lève la main droite pour montrer le ciel et regarde par la fenêtre) (1:13:05.6)*
> *E23 : (regarde par la fenêtre) Mais non qu'est-ce tu m'racontes toi (1:13:07.4) ».*

<u>Extrait d'entretien (binôme 10) :</u>
*« E23 : […] **quand on regarde** […] (lève le bras gauche en direction de la fenêtre) […] (0:40:56.0) ».*

Pour ce même item 421Q03, nous remarquons également que l'élève E23 a tendance à adopter un point de vue anthropocentrique. En effet, cet élève se laisse influencer par la présence (nombreuse) des humains sur Terre pour juger de la taille de cet objet céleste et estimer que c'est le plus grand de tous :

<u>Extrait d'entretien (binôme 10) :</u>
*« E23 : ...moi j'ai mis que **la Terre était plus grande que tout** (0:40:38.4)*
R : Ouais (0:40:39.1)
E23 : Parce que déjà elle est plus grande que tout en fait (0:40:40.7)
E22 : (rire) (0:40:41.6)
R : Et qu'est-ce qui t'fait dire ça (0:40:41.9)
*E23 : Ben j'sais pas **pour moi la Terre enfin c'est énorme** c'est enfin enfin **y'a tous les pays dessus en fait** (0:40:47.8)*
R : Ouais (0:40:48.6)
E23 : Enfin j'sais pas c'est logique pour moi (0:40:50.2) ».

L'item 656Q01 de « migration des oiseaux » (cf. chapitre 1) ne présente pas un écart de réussite important selon le SESC des élèves ni un niveau de référence à la vie quotidienne élevé. Toutefois, nous remarquons que, pour le résoudre, plusieurs élèves de SESC défavorisé de notre échantillon ont tendance à réaliser une analogie entre le comportement des oiseaux lorsqu'ils sont seuls et celui des humains. En effet, nous observons cela à la fois dans le discours de l'élève individuel 2 *(Défavo Moy)* et celui des élèves du binôme 5 *(Défavo Bas)* :

<u>Extrait d'entretien (individuel 2-E10) :</u>
*« E10 : Euh j'me suis basée sur **euh j'me suis un peu basée sur euh comme un peu les humains** euh en choisissant la 1ère réponse j'me suis dit que si un oiseau il migrait seul et qu'il euh ben qu'il euh, il avait moins de chance de survivre et d'se reproduire c'était logique parce que s'il est seul il ne peut pas se reproduire et **si il est seul il est exposé à plusieurs dangers euh qu'il ne peut pas forcément combattre tout seul** (0:42:24.5)*
R : D'accord et tu m'as parlé d'humains avant (0:42:27.4)
*E10 : Oui c'est pareil pour nous euh **si on est seul on peut pas se reproduire et si on est seul sur Terre et qu'il n'y a personne et bien nos chances de survies sont très minimes** (0:42:37.9) ».*

<u>Extrait d'entretien (binôme 5) :</u>

« E13 : ***Ben vu qu'on est seul on s'fait pas aider donc c'est plus difficile et on cherche tout seul et peut prendre du temps*** *ça fait que* ***quand ils ont besoin d'nourriture ça fait ils prennent plus de temps ils savent pas où aller ou j'sais pas ils restent tout seul*** *enfin et euh (lecture de la réponse 3) "voler en grands groupes permettra à d'autres espèces d'oiseaux de se joindre à la migration" ben en fait euh les espèces d'oiseaux euh en fait ils ont pas les le même j'sais pas comment on dit mais on va dire* ***ils ont pas l'même train de vie*** *euh soit il mange pas la même chose soit ils vont pas dans les mêmes endroits ils ils s'reproduisent pas avec les mêmes animaux (0:41:43.9)*

E12 : La 1ère : "les oiseaux qui migraient seuls ou en petits groupes avaient moins de chances de survivre et de se reproduire" parce que j'me dis que c'est c'est vrai c'qui disent en gros que ***si on est tout seul ben y'a moins d'chances de survivre ah ouais et d'se reproduire aussi parce que si on est tout seul euh*** *(0:43:23.0)*

E13 : (rire) (0:43:24.0)

E12 : ...on va s'reproduire avec quoi (0:43:24.7)

E13 : Ouais c'est vrai voilà c'est ça en plus (regarde St12) c'est ça ouais (0:43:26.8) ».

Ainsi, il semble qu'un item comme 656Q01 (cf. annexe 26, ligne 21) qui se caractérise notamment par une question à propos des systèmes vivants puisse aussi inciter à faire preuve d'anthropomorphisme malgré une situation faisant faiblement référence à la vie quotidienne.

Ces données exemplifient la tendance qu'ont les élèves de SESC défavorisé à davantage adopter un point de vue anthropomorphiste et à tenter de rapprocher certains éléments des items de leur vie quotidienne pour les rendre plus tangibles pour eux. Certaines analogies peuvent être incorrectes car elles donnent aux animaux par exemple une intentionnalité qu'ils n'ont pas et les élèves peuvent passer à côté des mécanismes réellement mis en jeu dans le comportement animal (Gouvea & Simon, 2018).

Des recherches antérieures (e.g. Dorion, 2011) suggèrent que les idées anthropomorphiques subsistent lorsque les élèves ne parviennent pas à comprendre un sujet ou ne se rappellent pas les connaissances antérieures requises pour répondre au problème. Si une explication scientifique est difficile à donner, elle peut ainsi être substituée par un discours anthropomorphique (Türkoguz & Ercan, 2022).

En comparaison, les élèves du binôme 1 rejettent la conception anthropomorphiste :

> *Extrait d'échange (binôme 1) :*
> *« E2 : Vivre "...en grands groupes permettaient à d'autres espèces d'oiseaux de se joindre à la migration"(réponse 3) oui mais ça te donne pas euh* ***c'est pas c'est pas sociable comme les humains*** *j'vois pas le rapport (0:57:15.9) ».*

2.2 Référence à la vie quotidienne aidante versus non-aidante

L'item 458Q01, réussi à 47 % par les élèves de notre échantillon (cf. annexe 39), traite de la conservation des espèces par le froid. De par la nature même de la situation, cet item possède aussi un **niveau élevé de référence à la vie quotidienne** mais, à l'inverse de l'item 421Q03 présenté ci-dessus, les résultats PISA Science 2015 ne montrent **pas d'écart de performance important selon le SESC**.

Cet item devrait donc avoir tendance à susciter des références à la vie quotidienne chez tous les élèves ; c'est bien ce que nous constatons et ce, quel que soit le SESC ou le niveau scolaire des élèves.

Parmi ces références au quotidien, l'une d'entre elles revient à plusieurs reprises au cours des échanges et/ou des entretiens, il s'agit de l'utilisation du congélateur et/ou du réfrigérateur. Autrement dit, la situation décrite dans l'item 458Q01 suscite chez ces élèves une analogie avec la conservation quotidienne des aliments. Les autres élèves activent d'autres références à la vie quotidienne comme le binôme 10 qui se réfère à une situation quotidienne plus rare (la conservation d'un membre dans de la glace en cas d'accident).

Le tableau 45 montre si l'explication donnée par les élèves[85], qui activent une référence à la vie quotidienne au cours de la réalisation de cet item, peut être estimée comme suffisante ou insuffisante selon le codage PISA Science 2015.
L'analyse des réponses construites montre que tous les élèves ne donnent pas une explication suffisante, c'est-à-dire se rapprochant de celle attendue par PISA Science 2015.

[85] Les explications rédigées par les élèves ne peuvent être révélées car elles sont trop proches de l'énoncé d'un l'item ne pouvant lui-même pas être divulgué en raison de son caractère « non libéré ».

Tableau 45. Estimation du caractère "suffisant" ou "insuffisant" de l'explication donnée par les élèves ayant activé une référence à la vie quotidienne au cours de la réalisation de l'item 458Q01.

	Activation d'une référence à la vie quotidienne	**Explication suffisante**	**Explication insuffisante**
SESC Favorisé			
Niveau scolaire en sciences haut	Binôme 1	×	
Niveau scolaire en sciences moyen	Binôme 3	×	
Niveau scolaire en sciences bas	Binôme 7		×
	Binôme 12		×
SESC Défavorisé			
Niveau scolaire en sciences haut	Binôme 11	×	
	Binôme 8		×
	Individuel 3		×
Niveau scolaire en sciences moyen	Individuel 2		×
Niveau scolaire en sciences bas	Binôme 5		×
	Binôme 10		×

À partir de là, nous pouvons estimer que les références à la vie quotidienne ne sont pas aidantes du moment où elles donnent lieu à une explication insuffisante sur la façon dont fonctionne ce procédé de conservation. Une majorité des élèves dans ce cas sont de SESC défavorisé et parmi eux cela concerne l'ensemble de ceux ayant un niveau scolaire en sciences bas. En fait, ils réalisent une analogie qui les conforte dans l'idée qu'ils sont proches de l'explication attendue alors qu'ils ne produisent finalement qu'une reformulation de la question.

Les extraits verbatim précis des échanges et ou des entretiens montrent effectivement que tous les élèves donnant une explication insuffisante activent une référence à la vie quotidienne se rapportant à l'analogie avec le congélateur, ce qui est moins le cas des élèves ayant donné une explication suffisante qui font référence à une autre situation de la vie quotidienne (cf. tableau 46).

En effet, si les élèves du binôme 3 *(Favo Moy)* font aussi référence à la fonction du congélateur, c'est pour leur permettre d'expliquer scientifiquement comment fonctionne le procédé de conservation. Les élèves du binôme 1 *(Favo Haut)* évoquent, quant à eux, la conservation de la viande par le froid ce qui leur sert à exemplifier leur explication reposant sur des connaissances de contenu activées dès le début de la réalisation. Tout en sachant que l'explication donnée par les élèves du binôme 1 à l'écrit est plus complète qu'au cours de leurs échanges. Pour le binôme 11 *(Défavo Haut)*, la référence à la vie quotidienne est mentionnée par l'élève E24 durant l'entretien pour exemplifier leur explication donnée au cours de l'échange, comme les élèves du binôme 1.

Tableau 46. Lien entre l'explication fournie par les élèves de notre échantillon à l'item 458Q01 et les références à la vie quotidienne réalisées durant la réalisation de la tâche ou l'entretien.

	Types d'explication donnée par les élèves	
	Explication suffisante	**Explication insuffisante**
Extraits de verbatim des références à la vie quotidienne mentionnées au cours de la réalisation de la tâche	Binôme 1 *(Favo Haut)* *« E2 : Mais tu peux pas en fait quand une chose enfin quand **t'atteins la température en-dessous de zéro** la chose gèle et techniquement [...] le froid tue [...] donc **c'qui empêche** en fait [...] **d'agir sur la viande** par exemple [...] (0:09:15.4) ».* Binôme 3 *(Favo Moy)* *« E5 : Ben oui **comme tous les aliments** c'est pour ça que **tu les mets dans un congélateur** (0:07:17.3) ».* Binôme 11 *(Défavo Haut)* *« E25 : **C'est un peu comme à la morgue** les (0:05:37.5)* *R: Hum hum (0:05:38.3)* *E25: **les corps sont gardés au frais** pour pas se décomposer donc c'est enfin voilà (sourit)(0:05:45.0) ».*	Binôme 7 *(Favo Bas)* *« E16 : [..] c'est **comme quand tu congèles euh la viande** chez toi (0:08:04.7)* *E17 : [...] ça met moins d'temps à périmer on va dire (0:08:08.1)* *E16: **Si tu la congèles elle périme pas** (0:08:09.5) ».* Binôme 12 *(Favo Bas)* *« E26 : Ben oui **tu l'mets dans l'frigo il se conserve plus longtemps** (0:11:14.7)* *E27: Voilà et en soit euh (0:11:16.9) E26: Ben **c'est comme la viande** (0:11:17.9) ».* Binôme 8 *(Défavo Haut)* *« E19 : Et après on a au lieu de voir plantes animaux et êtres humains on a comparé par exemple euh **c'est un peu les comme dans le réfrigérateur qui permet de conserver** (0:06:11.6) ».* Individuel 3 *(Défavo Haut)* *« E11 : Et euh y décompose pas, **c'est comme quand on met de la nourriture dans le réfrégidère**, c'est ça non? (0:06:14.3) ».* Individuel 2 *(Défavo Moyen)* *« E10 : Euh, euh **quand on congèle des choses qu'on peut pas manger tout de suite** parce **qu'on sait qu'elles vont périmer on les met au réfrigérateur** (0:08:30.7) au congélateur pardon, et euh du coup [...] **au congélateur c'est comme si elle était figée dans le temps** et là c'est la même chose sauf que c'est dehors dans un glacier (0:08:46.0) ».* Binôme 5 *(Défavo Bas)*

	*« E13 : **Comme quand on met quelque chose dans l'congélateur** (regarde E12) (0:11:46.6) ».* Binôme 10 *(Défavo Bas)* *« E22 : J'sais pas comment l'dire mais ils sont conservés en tout cas (0:19:55.6)(pause) (0:19:57.1) **regarde quand tu perds un membre tu dois vite le mettre dans un bout de dans d'la glace** pour pouvoir le recoller (0:20:03.6)* *E23 : Ah (0:20:04.9)* *E22 : Genre **imaginons tu perds ton bras** (regarde E23) vas-y (0:20:07.9)* *E23 : Ouais (0:20:08.3)* *E22 : Et **ben faut qu'tu l'mettes vite dans la glace avant euh 24 heures** j'sais plus combien c'était avant que ben **pour qu'on puisse te l'remettre** (regarde E23) qu'on puisse te l'recoudre (0:20:17.9) [...]* *E22 : C'est c'que j'ai vu hein dans un dans un.... (0:20:27.4) E23: Ben j'sais pas moi hein (0:20:27.7)* *E22 : ...documentaire (0:20:28.1) ».*

Ainsi, les élèves qui activent ces références à la vie quotidienne et donnent une explication insuffisante sont principalement de SESC défavorisé (tous niveaux scolaires en sciences confondus) et de SESC favorisé mais seulement ceux de bas niveau scolaire en sciences.

2.3 Conclusion

L'analyse qualitative de la caractéristique « référence à la vie quotidienne » révèle que les élèves de SESC favorisé et défavorisé ne font pas référence à la vie quotidienne de la même manière ce qui ne les amènent pas au même type de réponse.

Si les références à la vie quotidienne réalisées par les élèves de SESC favorisé servent à exemplifier leur explication, pour les élèves de SESC défavorisé elles font office d'explication. Le fait de trouver une analogie les confortent dans l'idée qu'ils sont proches de l'explication attendue alors qu'ils ne produisent finalement qu'une reformulation de la question.

3 Focus sur la caractéristique « contextes »

Nos résultats statistiques montrent que **la caractéristique « contextes »** influence les taux de réussite des élèves plutôt en fonction de leur **niveau de performance** que de leur SESC.

Pour rappel, nous avons recodé les trois contextes proposés par PISA en 2015 (personnel ; local/national ; mondial) en cinq contextes pour obtenir une granularité plus fine car certains contextes nous semblaient renvoyer à deux situations conjointes. Ainsi, nous avons obtenu la catégorisation suivante : global, global-personnel, sociétal[86], sociétal-global et sociétal-personnel. Nous avions fait l'hypothèse que le contexte personnel, combiné à d'autres, pourrait poser davantage difficulté aux élèves ne sachant pas quel contexte privilégier pour répondre.

Les résultats statistiques montrent que le contexte personnel-sociétal diminue les écarts de réussite entre les élèves d'un niveau de performance haut et bas en comparaison à un contexte personnel-global.

Ce même résultat est retrouvé pour les élèves de SESC favorisé selon qu'ils soient de haut ou bas niveau de performance. Ce sont, dans les deux cas, les élèves de bas niveau de performance qui semblent bénéficier du contexte personnel-sociétal par rapport à un contexte personnel-global. Il apparaît donc que le contexte personnel serait plus facilement « gérable » au côté d'un contexte sociétal que global.

Parmi les items de notre échantillon qualitatif, 10 d'entre eux se placent dans un contexte personnel-sociétal. Nous décidons d'en analyser deux : les items 326Q01 et 326Q02 pour lesquels des aspects fictifs s'ajoutent au contexte personnel-sociétal.

3.1 Influence de la dimension fictive ajoutée à un contexte personnel-sociétal

Bien que nous ayons recodé les contextes PISA Science 2015, certaines subtilités des contextes ne peuvent transparaître de ce recodage. Par exemple, le contexte des items 326Q01 et 326Q02 est sociétal-personnel selon notre codage mais il présente également la particularité d'être irréaliste dans le sens où la situation ne pourrait pas survenir dans la vie réelle. Une autre spécificité de ces items repose sur le fait qu'ils requièrent des élèves tout d'abord une argumentation prouvant que la situation est plausible (item 326Q01) puis un contre-argument réfutant la véracité du récit (item 326Q02).

[86] La différence entre un contexte sociétal et global est que le 1er fait référence à des aspects sociétaux liés à la collectivité et le 2ème à des aspects plus universels liés à la vie dans le monde en général.

Comme nous avons pu l'évoquer dans le cadre théorique, un contexte hautement personnifié – c'est-à-dire dans lequel se trouvent plusieurs indices de liens personnels dans le texte et entre ce dernier et le lecteur – diminue les scores en sciences des élèves les moins performants (Persson, 2016). Nous pouvons supposer que ce constat sera d'autant plus fondé si la personnification du contexte est mêlée à des aspects fictifs présentant des situations peu vraisemblables ce qui rejoint les travaux réalisés par Derolez & Bécu-Robinault (2019) en situation de résolution de problème. Ainsi, les résultats obtenus par l'échantillon représentatif des élèves français à PISA Science 2015 sont meilleurs à l'item 326Q02 (réfuter que l'idée puisse être vraie) avec un taux de réussite de 63 % qu'à l'item 326Q01 (soutenir que l'idée puisse être vraie) avec un taux de réussite de 50 %. Il en va de même pour l'ensemble de l'échantillon d'élèves de notre analyse qualitative, avec un taux de réussite de 80 % pour l'item 326Q02 contre 53 % pour l'item 326Q01 (cf. annexe 40). L'écart de réussite selon le SESC des élèves est important pour ces deux items et ce d'autant plus pour l'item 326Q02. Ce dernier est davantage réussi par les élèves de SESC favorisé (83 %) que de SESC défavorisé (45 %) (cf. annexe 26, lignes 18 et 24 du tableau).

Dans notre analyse qualitative, globalement, tous les élèves de SESC favorisé arrivent à donner un argument qui présente la situation comme possible et un contre-argument.

Pour les autres élèves de SESC défavorisé, seuls certains d'entre eux de haut niveau scolaire en sciences arrivent à donner à la fois un argument et un contre-argument (binômes 8 et 9) alors que le reste des élèves de ce groupe SESC parvient mieux, le plus souvent à réfuter la véracité de la situation (326Q02) (cf. annexe 41) qu'à donner un argument prouvant la nature plausible de celle-ci (326Q01) (binôme 6, individuel 3, individuel 1, individuel 2). La plupart ont effectivement tendance à anticiper la réponse attendue à l'item 326Q02 (réfuter que le récit puisse être vrai) dès la lecture de l'item 326Q01.

Nous faisons aussi l'hypothèse que la lecture du tableau, associé au texte de l'item, a pu augmenter l'incompréhension pour certains élèves.

À présent, si nous analysons plus finement les réponses écrites des élèves aux items 326Q01 et 326Q02 (cf. annexe 41) qui vont dans le sens du raisonnement adopté par les élèves au cours des échanges, nous constatons que certains binômes de SESC favorisé de haut et bas niveau scolaire en sciences (binômes 1 et 7) emploient le conditionnel dans leur réponse à l'item 326Q01 tandis qu'ils privilégient le présent à celle donnée à l'item 326Q02. Ceci peut laisser penser que, même s'ils parviennent à utiliser les données du tableau pour avancer des arguments et contre-arguments à la véracité de la situation, ils ont tendance à la considérer plutôt invraisemblable. Ce qui est aussi le cas de la plupart des élèves de SESC défavorisé qui, pour certains d'entre eux (de moyen et bas niveau scolaire en sciences), n'arrivent plus à nuancer au moment de répondre à l'item 326Q02 (binômes 4 et 5 puis individuel 1 et 2) comme le révèlent certains extraits de réponse construite : « C'est faux » ; « Ce récit n'est pas réaliste » ; « ce récit n'est pas vrai ».

L'analyse du discours écrit montre donc à quel point les élèves croient davantage au caractère invraisemblable de la situation au point de ne plus se référer aux données du tableau pour expliquer leur réponse à l'item 326Q02 alors qu'ils avaient pensé à le faire pour l'item 326Q01 (binômes 5 et 10- *Défavo Bas*).

Durant les entretiens, les élèves du binôme 5 *(Défavo Bas)* affirment également à plusieurs reprises ne pas trouver ce récit plausible.

> *Extrait d'entretien à l'item 326Q01 (binôme 5-Défavo Bas) :*
> *« E12 : Mais après on a trouvé que* ***c'est pas réaliste*** *en fait dans le prochain (0:23:45.1) ».*
>
> *Extrait d'entretien à l'item 326Q02 (binôme 5-Défavo Bas) :*
> *« E12 : Ben en fait* ***c'est pas logique*** *[…] (0:23:56.7)*
> *E12 : Ouais (0:24:00.3)*
> *E13 :* ***C'est bizarre*** *(0:24:01.2)*
> *[…]*
> *E12 : C'est dur enfin moi j'trouve* ***c'est pas même c'est pas réaliste*** *[…] (0:24:29.0)*
> *E13 :* ***C'est pas réaliste*** *ouais (0:24:35.5) ».*

Il est donc intéressant d'observer une forte influence du contexte sur les réponses des élèves. En effet, il semble particulièrement difficile aux élèves de SESC défavorisé de démontrer le caractère possiblement vraisemblable d'une situation, au seul moyen de données fournies dans un tableau alors même que celles-ci résonnent comme irréalistes dans un contexte personnel-sociétal.

En effet, ce contexte double, présent dans les items 326Q01 et 326Q02 implique à la fois des aspects sociétaux mais surtout une dimension personnelle à laquelle les élèves ne semblent pas parvenir à se détacher pour trouver des arguments factuels au moyen du tableau de données dont ils disposent.

L'item implique également une projection vers une communauté proche et nous pouvons supposer que les élèves ne croient pas à la situation en raison également de cette projection qui les poussent à donner plus d'importance à leur expérience personnelle plutôt qu'aux données du tableau sur lesquelles ils sont censés s'appuyer pour répondre aux items. Pourtant, le lien question-illustration est explicite car il est très clairement indiqué aux élèves, dans la question, de prendre appui sur les données du tableau pour exposer leurs arguments.

3.2 Conclusion

Lorsque le contexte combine des références à la vie quotidienne à une dimension fictive, les performances des élèves se distinguent en fonction de leur SESC.

S'il semble possible pour une grande partie des élèves de notre échantillon de montrer le caractère non véridique d'une situation, ceux de SESC défavorisé ont plus de difficultés à trouver des arguments pouvant prouver la véracité de la situation car il leur est plus difficile de considérer comme « acceptable » la partie irréaliste de la situation. Les aspects peu vraisemblables de celle-ci peuvent effectivement les empêcher de répondre d'un point de vue strictement factuel.

Ainsi, un item peut paraître aux élèves, difficile à traiter sur le plan strict des données scientifiques renseignées, lorsque dans un contexte, proche de leur vie personnelle, s'entremêlent des aspects irréalistes par rapport à leur propre expérience.

4 Focus sur la caractéristique « matching[87] »

Les résultats de notre analyse statistique montrent, de manière générale, une influence de la caractéristique « matching » sur la réussite des élèves selon leur SESC.

Pour rappel, nous avons distingué deux types de matching, à savoir, aidant et invalidant ; l'analyse statistique révèle des effets distincts sur les performances des élèves selon le type de matching.

D'un côté, le matching aidant différencie la réussite des élèves de bas niveau de performance selon leur SESC et contribue à augmenter davantage les performances des élèves de SESC favorisé. D'un autre côté, le matching invalidant distingue les élèves de SESC défavorisé selon leur niveau de performance (haut ou bas) et semble davantage entraver les performances des élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance.

Rappelons que dans notre analyse statistique nous avons qualifié ce matching invalidant de « faiblesse » chez les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance et sur lequel il faudrait être plus attentif durant l'élaboration de questions.

[87] Pour rappel, le « matching » de mots dans un item signifie la correspondance de termes entre la question et les réponses possibles proposées.

4.1 Influence du matching « invalidant »

Cette stratégie de « matching invalidant » apparaît également, dans notre analyse qualitative, chez les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences sachant que notre échantillon d'items en comporte 10 se caractérisant par un matching « invalidant ».

Par exemple, nous avons catégorisé un matching invalidant dans l'item 603Q05 (non libéré par PISA) (cf. annexe 26, ligne 12 du tableau). Cet item fait directement suite au 603Q02 présenté précédemment et porte également sur l'étude du comportement des mammifères. Dans la continuité de leurs recherches, les chercheurs décident de faire une nouvelle expérience dans laquelle ils installent deux zones semblables au niveau de la végétation (comprenant les deux espèces déjà utilisées dans l'item 603Q02). L'une des deux zones a été entourée d'une clôture pour empêcher les mammifères étudiés précisément dans cette étude d'y entrer tout en laissant potentiellement passer d'autres espèces puisque la clôture reste ajourée. Ensuite, il est expliqué que les chercheurs procèdent à un certain nombre de relevés. À partir de là, il est demandé aux élèves de trouver, parmi plusieurs questionnements, celui qui leur semble être celui des chercheurs de la situation proposée dans l'item. L'un des questionnements incorrects contient justement le terme « clôture » et peut induire les élèves en erreur s'ils utilisent la stratégie de correspondance de mots. Pour cet item, nous constatons que cette stratégie « invalidante » de correspondance de mots est utilisée uniquement par les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en science (binôme 5 et 10) les conduisant donc à une réponse erronée contrairement à la majorité des élèves qui trouvent la réponse attendue (cf. annexe 42). Cette stratégie est employée de manière évidente par les élèves du binôme 10 puisqu'ils se dirigent directement, dès le début de la réalisation de la tâche, vers le seul questionnement qui contient le terme « clôture » (réponse 2) et nous pouvons observer que l'élève E23 recherche ensuite une information dans le texte et s'arrête sur le terme « clôture ».

> *Extrait d'échange (binôme 10) :*
>
> *« E23 : **Le les clôtures (lecture de la réponse 2) « Les clôtures sont-elles le meilleur moyen de [...] ? »** (1:31:08.6)*
>
> *E22 : Hum (1:31:09.0)*
>
> *E23 : Parce que (lecture d'un passage du texte) "...consiste à choisir les zones..." (1:31:12.7) **(recherche une information dans le texte) et y'avait des clôtures** (1:31:19.4)*
>
> *E22 : Ouais (coche la réponse 2) (1:31:28.1) ».*

L'entretien nous confirme l'utilisation de cette stratégie de correspondance de mots :

> *<u>Extrait d'entretien (binôme 10) :</u>*
> *« E22 : Ben voilà les clôtures euh sont les meilleurs moyens de [...] (lecture de la réponse 2) parce que* ***comme ça vu que c'est marqué dans le p'tit texte là*** *(montre le texte au-dessus de l'item) que les mammifères ils peuvent enfin les grosses bêtes peuvent pas rentrer dans dans les* ***clôtures*** *(0:51:19.1)*
> *R : D'accord (0:51:19.9)*

L'observation de cette stratégie de correspondance de mots est moins nette chez les élèves du binôme 5 mais nous pensons que le terme « clôture » a aussi une influence, en particulier chez l'élève E13 puisque cet élève a tendance à vouloir sélectionner la réponse 2 alors que l'élève E12 souhaite plutôt sélectionner la dernière réponse :

> *<u>Extrait d'échange (binôme 5) :</u>*
> *« E13 : (montre la 1ère réponse et lecture de la 2ème réponse) «* ***les clôtures elles sont le meilleur moyen de protéger*** *[...] » (regarde E12) (1:07:23.1)*
> *E12 : Ben oui parce que les mammifères ils peuvent pas passer (1:07:24.9)*
> *E13 : Ouais (lecture de la 3ème réponse) (1:07:31.8)*
> *E12 : Oui mais ils ont ben si de base ils mangent ça mais y'a la clôture (1:07:34.5)*
> *E13 : Non ils mangent pas le truc avec les (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) (1:07:36.1)* ***C'est pas ça c'est la 2 (montre la réponse 2)*** *(1:07:39.4)*
> *E12 : Moi j'aurais dit la dernière non (lecture de la 4ème réponse) « ...ont-ils d'autres sources de nourriture..." et ils s'nourrissent c'est obligé (regarde E13) (1:07:43.6) ».*

Au terme de la réalisation de la tâche, les élèves du binôme 5 finissent par choisir la dernière réponse suite au changement de choix de l'élève E13 :

> *<u>Extrait d'échange (binôme 5) :</u>*
> *« E13 : (relecture des choix de réponse) en fait là on peut en mettre 2 là (1:07:48.2)*
> *E12 : Ouais mais t'es sûre qu'on peut en mettre deux déjà (1:08:09.3)*
> *E13 :* ***Non en fait non non non mets la dernière*** *(montre la dernière réponse) (1:08:10.5)*
> *E12 : Ouais (coche la réponse 4) (1:08:13.8) ».*

Les élèves ont sélectionné cette dernière réponse car il leur semblait important que les mammifères de l'expérience puissent continuer à se nourrir mais avec la présence de clôture, ceci leur semblait impossible :

<u>Extrait d'entretien (binôme 5) :</u>

« E13 : Ben là déjà ils nous ont dit que euh les (espèces végétales) ils ils les avaient entourées avec des grillages (0:55:28.6)

R : Hum hum (0:55:29.6)

E13 : ça fait que ils nous ont dit que (1ère réponse) ben non parce que les mammifères ils pouvaient pas rentrer ils nous ont dit qui y'avait des p'tites bêtes ou des p'tits animaux qui pouvaient rentrer ça fait en fait en gros c'était d'leur faute les mammifères ils pouvaient rentrer dedans et euh "les clôtures sont-elles le meilleur moyen de [...]"(2ème réponse) ***en fait on est on a on a hésité avec euh cette réponse*** *(0:55:51.6)*

R : Et alors si vous êtes allées en 1er vers cette réponse qu'est-ce qui vous a fait ensuite l'éliminer pour aller vers la 4ème (0:57:10.0)

E12: Ben en fait au début elle m'a dit qu'c'était la 2ème parce que en gros elle disait que c'était ça en fait c'était (inaudible) qu'les clôtures elles soient elles étaient les meilleures enfin quand ils nous disent "est-ce que c'est le meilleur moyen de [...]" ben elle s'est dit vu qui y'a des clôtures ben ouais mais euh moi après j'me dis non parce que enfin oui c'est un bon moyen mais n'empêche ***après ils peuvent pas manger*** *s'ils peuvent pas manger ça ils vont manger quoi donc dans tous les cas ils doivent manger (0:57:34.1)*

E12 : Du coup la 1ère on a dit qu'c'était pas elle parce que les mammifères ils peuvent rien faire si y'a des clôtures (0:58:11.3)

R : D'accord (0:58:12.1) ».

Toutefois, l'élève E13 continue à hésiter sur le choix de la réponse 2 jusqu'à la fin de l'entretien et l'élève E12 insiste sur le fait que la « meilleure » réponse est la dernière qui porte sur la question de savoir si les mammifères ont d'autres sources de nourriture.

<u>Extrait d'entretien (binôme 5) :</u>

« E13 : Par contre là en fait ***j'suis en train d'hésiter*** *parce que vu qu'ils ont mis les (montre une réponse) les les les (regarde E12) clôtures ben c'est pour qu'les mammifères ils mangent pas puisqu'il y a des p'tites bêtes qui sont rentrées qui ont fait des trucs (0:58:23.5)*

E12 : Non ***pour moi moi c'est pas l'meilleur moyen*** *(0:58:24.7)*

E12 : ***Oui mais si ça aurait été le meilleur moyen on les aurait coché mais c'est pas l'meilleur moyen parce que y'a des animaux qui rentrent*** *(regarde E13) donc ça peut pas être le meilleur moyen (0:58:39.2)*

E13 : Justement t'as pas compris (rire) (0:58:40.1)

E12 : mais si justement (0:58:41.0)

E13 : C'est un moyen qui mangent pas ça les clôtures ça les aide à pas ça aide les mammifères à pas... (0:58:47.2)
E12 : Ah oui eux... (0:58:47.6)
E13 : ...aller manger ça voilà (0:58:48.7)
E12 : ...mais j'te parle en général de tous mais moi ***pour moi c'est ça (montre la 4ème réponse) parce que dans tous les cas s'ils peuvent pas passer ils sont obligés d'se nourrir*** *(0:58:55.6)*
E13 : ***de quelque chose d'autre ouais*** *(0:58:56.6) ».*

Nous pouvons observer que les élèves du binôme 5 ont du mal à comprendre le but de la question et choisissent leur réponse finale sur des arguments alternatifs à ceux attendus pour cette expérience. Ces élèves auraient effectivement choisi la réponse 2 contenant le terme « clôture » mais, selon l'élève E12, ce procédé empêche les mammifères de se nourrir alors que c'est une nécessité qu'ils se nourrissent. Ces élèves répondent donc à une autre question de recherche que celle menée dans l'expérience proposée dans cette situation.

Parmi les élèves de SESC défavorisé et de haut et moyen niveau scolaire en sciences, la grande majorité parvient à répondre à cet item (603Q02) sans utiliser de matching. Lorsque c'est le cas, ils adoptent plutôt une stratégie de matching aidant grâce au mot « dommages » évoqué dans l'énoncé de la question et qu'ils font correspondre avec le mot « dommages » de la réponse 1 (réponse attendue). Par exemple, les élèves du binôme 11 *(Défavo Haut)* de notre échantillon y ont eu recours pour choisir leur réponse :

Extrait d'échange (binôme 11) :

« E25 ***: À mon avis c'est la première*** *(montre la 1ère réponse) (1:02:30.5)* ***par rapport à la dernière phrase*** *(montre la dernière du texte au-dessus de la question : «les dommages subis par les deux espèces de végétation […] ») j'pense que c'est la première (1:02:57.4) ».*

L'entretien confirme l'utilisation de cette stratégie de matching aidant qui permet à ces élèves de consolider leur choix initial de réponse :

Extrait d'entretien (binôme 11) :

« E25 : Y'avait des rép' des questions auxquelles on pouvait pas vraiment répondre avec le texte comme (lecture de la réponse 2) c'est pas vraiment la question ici (0:39:20.2) ***en plus on parle des dommages (montre l'information dans le texte au-dessus de la question)*** *dans le dernier « dommages subis par les espèces de végétation" dans la dernière phrase donc (0:40:09.6) ».*

Cette stratégie de matching aidant est également évoquée par l'un des élèves du binôme 4 au début de la réalisation de l'item 603Q05 :

Extrait d'échange (binôme 4) :

« E8 : Regarde "ont relevé les dommages subis par" ***(montre l'information dans le texte*** *au-dessus de la question) ça peut être la 1 "les dommages subis…" (1:29:16.4)».*

Notons que les élèves du binôme 2 de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences, se laissent aussi parfois influencer par un matching invalidant dans l'item 604Q04 (cf. annexe 26, ligne 21 du tableau). Dans leur cas, c'est au niveau du terme « maximum » puisque celui-ci est répété dans l'énoncé de la question et la présentation du but de l'expérience B. Ces élèves l'expriment d'ailleurs de manière très explicite :

Extrait d'entretien de l'item 604Q04 (binôme 2-Favo Haut) :

« E3 : Et dans l'expérience B (0:21:09.7)

E4 : Et c'est ça qu'on veut savoir (0:21:10.3)

E3 : il ***utilise les mêmes*** *termes que dans la question parce que dans la question "[…] le* ***maximum*** *[…]" (montre la situation présenter au-dessus de la question)"déterminer […]* ***maximum*** *[…]" (montre l'expérience B dans le tableau) donc* ***c'est pour ça qu'on s'est tourné plus sur l'expérience B*** *(0:21:21.7) Et ici on cherche à (montre l'expérience B) sav'* ***ça ressemble à c'qui se passait dans la question*** *(0:21:40.9)».*

Nous retrouvons également cette stratégie chez certains élèves de SESC défavorisé et de haut niveau scolaire (binômes 6 et 8) pour cet item. Notons que celui-ci requiert des connaissances épistémiques et est en rapport avec les systèmes physiques, deux éléments dont l'analyse statistique a révélé la difficulté, plus particulièrement pour les élèves de SESC favorisé et haut niveau scolaire.

Nous pouvons donc faire l'hypothèse que, dans certaines circonstances, les élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire peuvent aussi avoir recours à une stratégie de matching « invalidant », notamment lorsque l'item rassemble certaines caractéristiques les mettant davantage en difficulté.

4.2 Conclusion

Concernant le matching, nos résultats qualitatifs concordent avec ceux statistiques puisque nous observons que les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences ont effectivement davantage tendance à utiliser un matching de type invalidant que les élèves de même SESC et de plus haut niveau. Néanmoins, ces derniers, comme leurs homologues de SESC favorisé, peuvent aussi y être confrontés lorsque certaines caractéristiques, particulièrement difficiles, sont réunies dans un item.

Nos résultats qualitatifs se rapprochent des données recueillies par Krstić et al. (2018) à partir de la méthode d' « eye tracking » montrant que la recherche d'information diffère selon le score obtenu par les élèves à des tâches PISA de compréhension de l'écrit. Les déplacements visuels des élèves, dont le score en lecture est faible, indiquent qu'ils semblent naviguer entre le texte et le graphique à la recherche d'information sans identifier celles qui sont réellement nécessaires pour répondre contrairement aux élèves ayant un score élevé en lecture.

Comme le montrent Hanin & Van Nieuwenhoven (2016), certains mots contenus dans l'énoncé sont considérés par les élèves comme des mots clés ou des indices et leur utilisation peut influencer le résultat de la résolution. En effet, McCarthy (2012) explique que lors de la résolution de problème de mots contextualisés en mathématique, certains élèves réalisent plutôt un balayage du texte à la recherche de mots-clés sans tenter d'en comprendre véritablement le contenu. Cette stratégie de mots-clés est effectivement plutôt considérée comme superficielle (Verschaffel et al., 2020) car elle ne requiert pas de comprendre le sens du problème et semble davantage être utilisée par les élèves en difficulté (Hegarty et al., 1995). Nous faisons l'hypothèse que ces élèves privilégient cette stratégie afin d'éviter une surcharge cognitive puisque cette stratégie permet de traiter un nombre restreint d'informations (Campbell et al., 2007). En effet, les informations qui peuvent être stockées et manipulées en mémoire de travail sont limitées (Baddeley, 2017). Plus la capacité de mémoire de travail est élevée, plus le nombre d'informations sur lesquelles il est possible de travailler simultanément est important (Engle, 2001).

5 Focus sur la caractéristique « connaissance »

Il ressort de notre analyse statistique que la caractéristique « connaissance » est, de manière générale, sensible au SESC des élèves.

5.1 Influence des connaissances de contenu

Plus spécifiquement, les « connaissances de contenu » ont tendance à augmenter l'écart de performance selon le SESC des élèves de haut niveau scolaire en sciences, en comparaison aux « connaissances épistémiques ».

Au total, 13 items de notre échantillon font appel à des connaissances de contenu et il est vrai qu'au cours de la résolution certains des binômes d'élèves de SESC défavorisé et de haut niveau scolaire en sciences, en comparaison à leurs homologues de SESC favorisé, ont rencontré des difficultés à mobiliser les connaissances requises. Nous revenons donc sur quelques extraits de transcription particulièrement évocateurs afin de comprendre plus précisément quelles connaissances de contenu viennent bloquer les élèves dans leur démarche de réalisation de tâche en sciences.

Comme nous l'avons vu précédemment, les élèves du binôme 8 *(Défavo Haut)* ne parviennent pas à rédiger une explication suffisante à l'item 458Q01[88] (cf. annexe 26, ligne 1 du tableau), à propos du phénomène de conservation par le froid. Cette difficulté semble aussi se retrouver à l'oral au cours de l'échange :

> *Extrait d'échange (binôme 8-Défavo Haut) :*
> *« E19 : […] je crois que comme ils sont dans la glace* ***la glace les protège*** *(0:10:17.5) dans la glace parce qu'elle les protège donc* ***y'a pas*** *par exemple* ***des phénomènes atmosphériques*** *ou quelque chose qui agit directement sur (0:11:09.6) ».*

Pour pallier à la difficulté rencontrée pour mobiliser les connaissances requises, ces élèves utilisent une stratégie de recherche d'information dans le texte, comme l'explique l'élève E18 (binôme 8) dans l'entretien *« […] puis on a relu le texte pour euh pour avoir plus d'informations par rapport à la question (0:05:51.2) »* dans l'espoir de trouver une aide extérieure qui leur permettrait de répondre à la question :

[88] Dont la connaissance est de « contenu », la compétence est « Expliquer un phénomène scientifique » et le contenu scientifique repose sur les « systèmes vivants ».

<u>Extrait d'échange (binôme 8-Défavo Haut) :</u>
*« E18 : Ben y'a encore l'ADN (**montre l'information dans le dernier paragraphe du texte**) du coup il s'est pas encore décomposé (0:10:32.0)*
E19 : Oui (0:10:32.2)
E18 : Du sang il a encore du sang (0:10:34.2) ».

Nous pouvons également observer que les élèves du binôme 9 ne parviennent pas à donner la réponse attendue à l'item 656Q01[89] (cf. annexe 26, ligne 11 du tableau) de l'unité « migration des oiseaux » (cf. chapitre 1) car ils privilégient les informations du texte les menant à l'utilisation d'une stratégie de matching de mots qui, dans ce cas, s'avère invalidante puisque conduisant vers une réponse erronée. Bien entendu, cela ne prouve en aucun cas une absence de connaissance de contenu chez ces élèves mais nous permet de constater que la mobilisation des connaissances antérieures requises dans cet item n'a pas pu s'effectuer en raison de la mise en place d'un matching.

À la lecture de la réponse attendue *(réponse 1 : Les oiseaux qui migraient seuls ou en petits groupes avaient moins de chances de survivre et de se reproduire)*, les élèves de ce binôme l'éliminent directement. Ceci peut être dû au fait que, dans le choix multiple, ce soit la seule réponse sous forme « négative » avec l'emploi de « moins de chances ». Leur choix se porte plutôt sur la 3ème réponse : « Voler en grands groupes permettait à d'autres espèces d'oiseaux de se joindre à la migration ». Cette dernière, comme la réponse 4, contient les termes « voler en grands groupes » pouvant influencer le choix des élèves car l'énoncé de la question précise qu'ils « **migrent en grands groupes plutôt que seuls. ».**

<u>Extrait d'échange (binôme 9) :</u>
« E20 : (lecture de la réponse 3) "Voler en grands groupes permettait à d'autres espèces d'oiseaux de se rejoindre à la..."(lecture de la réponse 4)"Voler en grands groupes donnait à chaque oiseau des meilleures chances de trouver un site de nidification nidification."(0:57:00.1) J'ai un doute pour les deux derniers (0:57:02.4)
E21 : Moi euh j'dis c'est la 3ème euh (0:57:05.5)
E20 : Ouais (0:57:06.1)
*E21 : Non c'est la 1ère (relecture) "Les oiseaux qui migraient seuls ou en petits groupes avaient moins..." **non non c'est pas du tout la 1ère** (0:57:12.4)*
*E20 : **C'est pas ça** (0:57:12.6)*
*E21 : **Pas du tout** (0:57:13.0)*
E20 : C'est la 3ème (0:57:13.6)

[89] Dont la connaissance est de « contenu », la compétence est « expliquer un phénomène scientifique » et le contenu scientifique repose sur les « systèmes vivants ».

E21 : (relecture de la réponse 2)"Les oiseaux qui migraient seuls ou en petits groupes avaient plus de chances de trouver la nourriture..." (0:57:18.2)
E20 : Ben non c'est l'autre il va l'voler moi j'dis c'est la 3 (0:57:22.0)
E21 : (relecture des autres choix de réponses puis ***coche la réponse 3*** *: ""Voler en grands groupes permettait à d'autres espèces d'oiseaux de se rejoindre à la migration")* ***ouais c'est la 3*** *(regarde St20) (0:57:30.7) ».*

L'entretien avec ce binôme permet de constater que ces élèves ont trouvé cet item plutôt difficile et nous confirme que c'est l'utilisation d'un matching de mots, à partir des termes « voler en grands groupes » présents dans l'énoncé, qui a orienté leur attention sur la réponse 3 plutôt que sur les autres :

Extrait d'entretien (binôme 9) :
« E21 : Moi je moi personnellement ***j'trouvais ça un peu dur*** *(regarde E20) (0:18:44.1) ben et on a vu dans l'document que* ***les migrations des oiseaux c'était par plusieurs*** *pour euh (0:19:09.7)* ***pour avoir plus de chances de survivre et du coup là c'est*** *(montre les réponses avec son menton)* ***c'était marqué (lecture de la réponse 3)****"Voler en grands groupes permet à d'autres espèces de se rejoindre à la migration"* ***plus on plus on est nombreux plus on on survit*** *(0:19:21.1)*
R : D'accord et est-ce que vous vous êtes aidées de quelque chose dans le document mise à part du fait qu'ils étaient nombreux (0:19:27.1)
E20 : Non (0:19:27.8) parce que là "(montre le texte au-dessus de l'image) ça parle des comptages des bénévoles non (0:19:31.9)
R : D'accord okay et dans cette partie ici (montre l'énoncé au-dessus du choix multiple) y'a quelque chose qui vous a (0:19:35.8)
E21 : Non parce qu'il ***les autres questions parlaient de ils migraient seuls*** *ils auront euh certes plus de nourriture mais ils vont pas mieux survivre parce qu'ils sont seuls (0:19:45.0) ».*

Les items 458Q01 et 656Q01 ont des similarités relatives dans le sens où ils requièrent d'une part des connaissances de contenu et d'autre part une compétence relative à l'explication d'un phénomène scientifique.

Nos données qualitatives montrent que les élèves de SESC défavorisé et de haut niveau scolaire en sciences se trompent davantage sur des items de ce type, contrairement aux élèves de SESC favorisé. Ceci rejoint nos résultats statistiques qui indiquent que ces élèves maîtrisent davantage la compétence qui consiste à interpréter les données et faits de manière scientifique plutôt que celle d'expliquer un phénomène scientifique.

L'explication à cette différence de performance peut se trouver dans le fait que les items de notre échantillon demandant une interprétation sont plus souvent accompagnés d'illustrations, de type graphique, schéma et tableau, sur lesquelles les élèves peuvent s'appuyer pour répondre. C'est le même constat dans l'échantillon PISA Science 2015 des 183 items puisque ces illustrations se concentrent aussi beaucoup au niveau de la compétence « interpréter des données et des faits de manière scientifique » (cf. chapitre 3). Lorsque cette compétence est demandée, nous observons que, pour de nombreux élèves, les taux de réussite augmentent, parfois très fortement, par rapport à la compétence « expliquer un phénomène scientifique » pouvant même provoquer un changement du niveau de difficulté. Malgré cela, les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance maintiennent des niveaux élevés de difficulté (cf. annexe 43).

5.2 Conclusion

Comme nous avons pu le voir dans le cadre théorique, les connaissances antérieures jouent un rôle central dans la compréhension de textes en sciences. Si l'élève n'active pas les connaissances antérieures attendues et que le texte ne fournit pas d'informations suffisantes pour répondre à la question alors des stratégies alternatives peuvent être mises en place comme celle du matching de mots pour guider les élèves vers leur choix de réponse.

C'est le cas de certains élèves de SESC défavorisé et de haut niveau scolaire en sciences qui recherchent des informations dans le texte et peuvent ainsi avoir recours à cette stratégie de matching[90] lorsqu'ils n'ont pas accès à des supports d'aide comme des illustrations leur permettant de compenser une potentielle insuffisance de connaissances.

Cependant, la caractéristique « connaissance » n'est pas évidente à évaluer sur le plan qualitatif car, même si les élèves utilisent une stratégie qui les conduit à une réponse erronée, cela ne s'explique pas forcément par une absence effective de connaissance dans le domaine requis. Les connaissances antérieures ont pu ne pas s'activer car les informations contextuelles de l'item (parfois délibérément incluses en tant que distracteurs) peuvent détourner les élèves du réel but de la question.

[90] Comme nous l'avons démontré précédemment, cette stratégie de matching de mots amène la plupart du temps à une réponse erronée (matching invalidant).

6 Focus sur la caractéristique « longueur du texte »

6.1 Influence de la caractéristique « longueur du texte »

Les résultats de notre analyse statistique n'ont pas montré d'effet significatif de la longueur du texte sur la réussite des élèves en fonction de leur SESC mais plutôt selon leur niveau de performance en sciences.

Nous avons donc orienté notre analyse qualitative sur l'étude des 6 items aux textes les plus longs de notre échantillon, c'est-à-dire comprenant entre 247 et 417 mots (quartile 4[91] de notre échantillon). Nous avons analysé les comportements verbaux des élèves au cours de la réalisation d'un de ces items (601Q01) qui comprend 400 mots[92] et de multiples illustrations (dessin et schéma).

Les résultats obtenus par les élèves de notre échantillon sont très bas pour cet item (cf. annexe 44), environ un quart (7 % pour l'échantillon à PISA Science 2015). Cet item reste donc difficile pour la plupart des élèves, car la demande en lecture est élevée et qu'il s'agit de placer plusieurs organismes dans une ferme aquatique durable, toute erreur de placement entraînant une réponse incorrecte[93].

Au-delà des réponses données par les élèves, nous remarquons que cet item, dont le texte est l'un des plus longs de notre échantillon, demande particulièrement plus de temps aux élèves de SESC défavorisé que favorisé en comparaison aux autres items les plus longs de notre échantillon (cf. annexe 45). Plus précisément, il s'agit d'un item libéré de l'unité PISA « ferme aquatique durable » (cf. annexe 46) qui requiert la lecture d'une longue introduction générale donnant un indice sur le caractère inhabituel du sujet. Un élève du binôme 8 *(Défavo Haut)* se demande même à quoi sert l'introduction : *« E18 : J'comprends pas à quoi il sert le texte de derrière (en parlant du texte de l'introduction générale) (0:23:44.7) ».*

Selon la théorie du double traitement, il existe des processus cognitifs de nature différente, certains sont automatiques et rapides puisqu'ils nécessitent un faible effort mental tandis que d'autres sont plus contrôlés et de ce fait se mettent en place bien plus lentement car ils requièrent beaucoup plus d'attention que les premiers (Schneider & Chein, 2003; Schneider & Shiffrin, 1977).

---

[91] Pour rappel, nous proposons un découpage des items en quartiles (25%) selon le nombre de mots recensés dans chaque item, (quartiles 1 : items de 44 à 136 mots ; quartile 2 : items de 137 à 195 mots ; quartile 3 : items de 196 à 244 mots ; quartile 4 : items de 247 à 417 mots).

[92] L'un des textes les plus longs parmi les 183 de l'échantillon représentatif de PISA Science 2015 (417 mots étant le maximum de mots recensés dans les items PISA Science 2015).

[93] Dans 73% des cas, l'erreur des élèves de notre échantillon concerne le placement des coquillages. L'item 601Q01 ne semble pas définir clairement le rôle précis de cet organisme et c'est pourquoi certainement les erreurs le concernant sont très fréquentes.

Certains processus de lecture seront traités de manière plus contrôlée qu'à l'accoutumée en fonction de la difficulté à faire correspondre la tâche au texte ou à la longueur de celui-ci, nécessitant ainsi plus de ressources cognitives (Naumann & Goldhammer, 2017) et de ce fait plus de temps. C'est ce qui semble se produire dans l'item de « ferme aquatique durable » étant donné que les élèves doivent lire un texte long et prendre en compte, dans un contexte peu familier, plusieurs nouvelles informations tout en les faisant correspondre avec le schéma d'une ferme aquatique durable. Nous supposons donc que cette mise en relation des différentes informations du texte avec le schéma peut engendrer de nombreux basculements entre la question et le texte plus coûteux en ressources cognitives.

En outre, la résolution de cet item demande près de deux fois plus de temps aux élèves de SESC défavorisé (7 minutes 40 secondes) par rapport aux élèves de SESC favorisé (5 minutes 39 secondes en moyenne) qui mettent tout de même aussi beaucoup de temps.

De plus, le temps mis par les élèves n'augmente pas forcément de manière linéaire selon leur niveau scolaire en sciences. Il y a effectivement peu de différence de temps entre les élèves de haut niveau scolaire en sciences selon leur SESC mais il en existe pour les autres niveaux. Par exemple, les élèves de SESC défavorisé et de niveau scolaire moyen en sciences mettent trois fois plus de temps que leurs homologues de SESC favorisé. En comparaison, la différence est moindre entre les élèves de bas niveau scolaire en sciences selon leur SESC.

Une différence de temps plus importante est constatée selon le SESC des élèves de niveau scolaire moyen en sciences car d'un côté les élèves du binôme 3 *(Favo Moy)* s'impliquent peu dans la résolution de l'item donc ils mettent moins de temps en comparaison aux élèves du binôme 4, qui eux recherchent davantage les informations dans l'item pour tenter de se mettre d'accord sur les réponses à donner. Ainsi, le temps de résolution peut apporter une information complémentaire, bien que le niveau d'engagement des élèves soit aussi à prendre en compte pour une analyse complète de la situation.

Dans l'ensemble, les élèves de SESC défavorisé de niveau moyen et bas sont ceux qui mettent le plus de temps à résoudre cet item. Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, plusieurs élèves de notre échantillon expriment leurs réactions en découvrant la longueur du texte (cf. annexe 47). De plus, certains d'entre eux, de SESC défavorisé, manifestent plus ou moins explicitement leurs difficultés de compréhension au cours des échanges ou des entretiens (pour le binôme 9 et l'élève E10 en individuel 2) (cf. annexe 48) :

<u>Extrait d'échange (binôme 4-Défavo Moy) :</u>
« E9 : ***Pff déjà on la met où elle*** *(montre la sole commune) (0:28:20.1) ».*

<u>Extrait d'échange (binôme 10-Défavo Bas) :</u>
« E22 : (tourne la page de l'introduction générale sur l'item) rhoo what (grande inspiration) alors (0:33:33.6)
*E23 : **Oh c'est trop ça** (0:33:37.1) **t'sais que j'comprends rien là** (pose sa main sur son front) (0:35:53.5)*
*E22 : **Viens on passe au suivant on revient après** (0:35:57.5) ».*

<u>Extrait d'échange (binôme 5-Défavo Bas) :</u>
*« E13 : **En fait là j'comprends rien** (regarde E12 et rire)(0:19:19.1)*
*E12 et E13 : **(relecture de l'item)** (0:19:51.2)*
*E12 : **C'est dur** (0:19:51.7)*
*E13 : **J'ai rien compris** (0:19:52.7)*
E12 : Attends (0:19:54.6) ».

Toutefois, les élèves de SESC favorisé et de niveau scolaire moyen en sciences sont aussi confrontés à la longueur du texte qui engendre chez l'élève E5 une forme de démotivation.

<u>Extrait d'échange (binôme 3-Favo Moy) :</u>
*« E5 : **Pff c'est tellement grand**, j'ai la flemme de le lire presque (0:14:37.7) ».*

Cet item peut paraître facile à certains élèves au premier abord (extrait de transcription, binôme 3) :

<u>Extrait d'échange (binôme 3-Favo Moy) :</u>
*« E5 : Ben **fallait juste suivre en fait** (0:09:17.0)*
E6 : Fallait ouais fallait voir c'qui mangeait (0:09:19.7)
E5 : Qui mange qui (0:09:19.8)
*E6 : **Qui mange qui, qui mange quoi** donc vu que les, ces deux-là on savait (0:09:24.6) ».*

Cet item peut donc laisser penser que le but de la question renvoie à une « simple » reconstitution de la chaîne alimentaire au sein de la ferme aquatique durable, comme l'interprète ci-dessus l'élève E6. Néanmoins, d'autres variables sont à prendre en compte pour le placement des organismes sur le schéma comme la présence de filtres que, justement, le binôme 3 n'identifie pas.

6.2 Influence possible d'autres caractéristiques linguistiques

D'autres caractéristiques linguistiques des textes scientifiques peuvent poser des difficultés aux élèves (cf. chapitre 2), parmi elles, la voix passive (Fang, 2006; Persson, 2016). L'une des réponses proposées (sous forme de questionnement) dans l'item 603Q05 (analysé sous l'angle d'une autre caractéristique à la section 4.2 de ce chapitre) est rédigée à la voix passive : « Les dommages subis par les espèces sont-ils principalement causés par les mammifères ? ». Il semble que cette formulation puisse faire obstacle, dans certains cas, à la compréhension des élèves. L'extrait de transcription suivant montre que l'élève E9 ne semble pas comprendre la structure grammaticale « les dommages subis par les espèces » :

> *Extrait d'échange (binôme 4) :*
> *« E9 : "les dommages subis **par les espèces**" (lecture de la fin du texte au-dessus de l'item) (1:29:56.7) **sur les espèces** (regarde St8) (1:30:00.1) **pourquoi « par les espèces », ça a aucun sens c'te phrase** (1:30:04.3)*
> *E8 : les dommages subis **sur les** espèces ou **par les** espèces parce que **c'est pas très logique** (1:30:11.7)*
> *E9 : **Les espèces comment ça pourrait causer des dommages** (1:30:13.3) **C'est, c'est de la végétation ça bouge pas** (1:30:15.4)*
> *E8 : Et ben non, les dommages subis par les espèces c'est forcément causé enfin à cause des mammifères en gros c'est logique (1:30:26.7) Comment ils sont hein, ils expliquent comment ils sont subis en gros (1:30:38.8) ».*

Nous faisons l'hypothèse que d'autres élèves ont pu rencontrer cette incompréhension. Par exemple, le binôme 5 *(Défavo Bas)* élimine directement la réponse 1 suite à sa lecture, sans justification et sans revenir sur cette décision.

6.3 Conclusion

Malgré l'absence de résultat significatif selon le SESC des élèves pour la caractéristique « longueur du texte » dans notre étude statistique, nous pouvons observer que certains éléments, comme le temps de résolution à notre disposition par le biais des transcriptions, laissent penser à de possibles différences selon le SESC des élèves. Vicente et al. (2007) précisent que l'ajout d'un nombre trop important de précisions sur le plan situationnel peut engendrer des textes dont la longueur et la complexité risquent de mettre en difficulté certains élèves réduisant ainsi leur chance d'aboutir à la réponse attendue.

Bien sûr cette caractéristique « longueur du texte » n'est pas le seul élément explicatif de la différence entre les élèves de SESC favorisé et défavorisé sur le temps passé à résoudre une tâche. Il semble que cette différence soit révélée dans un contexte peu familier qui déstabilise sûrement davantage les élèves de SESC défavorisé dans leur lecture et surtout dans leur stratégie de recherche d'informations. Partant de la supposition que l'enregistrement d'un temps de lecture plus long indique des traitements additionnels (McCarthy et al., 2018), nous pouvons estimer qu'ils pourraient être induits par la multiplicité des registres sémiotiques (texte et illustrations). Des recherches ont montré les difficultés que peuvent engendrer le passage d'un registre sémiotique à l'autre (e.g. Aldon & Bécu-Robinault, 2013) lorsque les règles sous-jacentes à chaque registre ne leur sont pas fournies (Bécu-Robinault, 2015).

Par ailleurs, Saß et al. (2017) ont montré, via une expérience par eye-tracking, que des items intégrant du texte et un schéma, demandent un temps plus conséquent aux élèves par rapport à ceux composés de texte et d'images représentatives. Ceci est dû au fait qu'un schéma contient des informations essentielles devant être intégrées au modèle mental pour une construction cohérente et complète, contrairement aux images représentatives dont le rôle est davantage d'étayer la représentation mentale. De plus, un texte trop séparé du schéma (format non intégré) requiert une mise à jour plus fréquente du modèle mental.

7 Focus sur la caractéristique « illustrations »

Examinons plus particulièrement les effets que certaines illustrations peuvent avoir sur les comportements des élèves au cours de la réalisation de la tâche.

7.1 ***Influence des graphiques***

Dans notre étude statistique, l'illustration de type « graphique » a tendance à augmenter l'écart de réussite entre les élèves selon leur niveau de performance (p< .10). Les élèves de bas niveau de performance sont particulièrement impactés par la présence de graphique(s) dans l'item (p< .01).

Dans notre échantillon qualitatif, 3 items contiennent un graphique et nous analysons plus finement l'un d'entre eux (657Q03) que nous comparons sur la fin à un autre (495Q01) puisqu'ils présentent tous deux des particularités graphiques. De plus, les résultats obtenus par l'échantillon représentatif des élèves français à PISA Science 2015 montrent que ces items ont à la fois un niveau élevé de difficulté et donnent lieu à un fort écart de performance selon le SESC (cf. annexe 26, lignes 19 et 20 du tableau).

L'item 657Q03 présente trois courbes dont nous proposons la représentation graphique se rapprochant le plus possible de l'original (cf. figure 38). Leur agencement requiert de porter une attention particulièrement à l'axe des ordonnées afin d'être lues correctement.

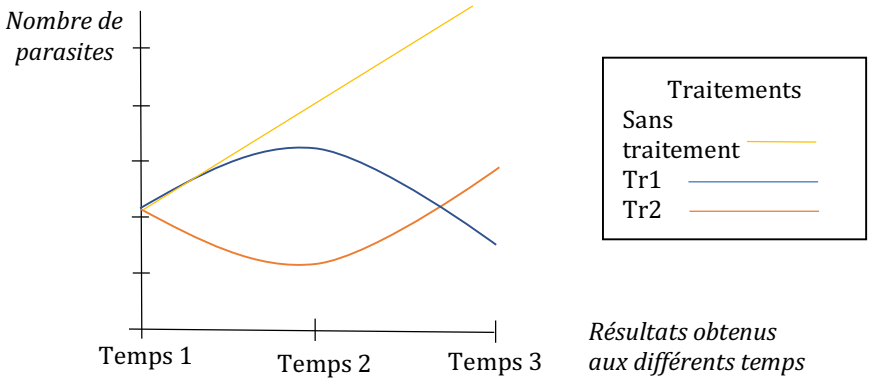


Figure 38. Représentation graphique proche de l'original proposé dans l'item 657Q03.

L'expérience proposée dans cet item consiste à déterminer quel traitement a été le plus efficace, selon le moment d'observation des résultats, pour détruire des parasites ce qui donne lieu à des courbes sur le graphique évoluant au fil du temps.

La question est rédigée de telle façon que les élèves ne sélectionnent qu'une seule réponse considérée comme meilleure par rapport aux autres (cf. tableau 47) sachant que :

- La première proposition de réponse ne correspond pas aux données pouvant être lues sur le graphique, bien qu'elle aurait pu être valide si elle avait porté sur l'évolution du temps 2 au temps 3.

- La deuxième proposition de réponse peut induire les élèves en erreur s'ils effectuent une observation trop brève du graphique les laissant penser à une meilleure efficacité du traitement compte-tenu de la disposition des deux courbes.
- La troisième réponse est tout simplement l'inverse de la quatrième (attendue par PISA).

Tableau 47. Réponses proposées dans le choix multiple de l'item 657Q03.

Réponse 1	Le traitement 1 a réduit le nombre de parasites au temps 2.
Réponse 2	Le traitement 1 est plus efficace que le traitement 2 car il a réduit le nombre de parasites au temps 2.
Réponse 3	Le traitement 1 est plus efficace que le traitement 2 avant de perdre en efficacité.
Réponse 4	Le traitement 1 est moins efficace que le traitement 2 puis le surpasse au temps 3.

Au cours des apprentissages scolaires comme les sciences, les élèves construisent certaines heuristiques scolaires (Borst, 2016) c'est-à-dire des règles de raisonnement conduisant à simplifier un problème lors de sa résolution afin de gagner en rapidité mais pas forcément en précision puisque ces règles ne fonctionnent pas de manière systématique (Gardair, 2007 ; Noveck et al., 2007).

Ces heuristiques permettent aux élèves un raisonnement moins coûteux sur le plan cognitif puisqu'elles sont considérées comme des « procédures de raisonnement raccourci » ne nécessitant pas forcément le recours à des connaissances (Maeyer & Talanquer, 2010)

Le graphique proposé dans l'item peut amener les élèves à utiliser ce type de raisonnements intuitifs en déduisant l'efficacité du traitement 1 par la seule observation du placement des courbes sur le graphique, sans examen préalable des axes du graphique. Dans ce cas, si la courbe correspondant aux données du traitement 1 se place au-dessus de celle du traitement 2 alors le traitement 1 peut être considéré comme plus efficace que le 2. Cette heuristique conduit donc à une mauvaise interprétation du graphique. Ceci s'explique par le fait que les caractéristiques spatiales, comme la hauteur d'une courbe sur le graphique[94], ne suffisent pas à comprendre un graphique et ce davantage lorsqu'il y a présence d'un **conflit** avec les caractéristiques conventionnelles[95] *« liées à des conventions graphiques arbitraires et (qui) ne peuvent être interprétées directement sur la base de l'expérience du monde réel »* comme l'étiquette des axes (Okan et al., 2016). Nous allons développer ce point ci-dessous.

[94] Par exemple : la variation de lignes selon une tendance croissante ou décroissante.
[95] Comme l'étiquette des axes, la légende, les valeurs numériques sur les échelles, etc.

7.2 Influence de la présence d'un conflit dans un graphique

Comme le montre le tableau 48, les réponses erronées 1, 2 et 3 sont plus fréquemment choisies par les élèves de SESC défavorisé que favorisé. Nous allons donc tenter de mieux appréhender la raison de ces choix au regard des éléments théoriques énoncés ci-dessus.

Tableau 48. Réponse donnée à l'item 657Q03 par les élèves de notre échantillon selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences.

	Réponse 1	**Réponse 2**	**Réponse 3**	**Réponse 4 (Réponse attendue)**
SESC Favorisé				
Niveau scolaire en sciences haut				Binôme 1
				Binôme 2
Niveau scolaire en sciences moyen	Binôme 3			
Niveau scolaire en sciences bas				Binôme 7
				Binôme 12
SESC Défavorisé				
Niveau scolaire en sciences haut				Binôme 6
				Binôme 9
				Binôme 11
				Individuel 3
		Binôme 8		
Niveau scolaire en sciences moyen				Binôme 4
				Individuel 1
		Individuel 2		Individuel 2
			Binôme 5	
Niveau scolaire en sciences bas		Binôme 10		

Note. *Les réponses grisées sont celles qui diffèrent de celle attendue par PISA (réponse 4).*

7.2.1 Lecture de graphique par les élèves de SESC favorisé et de haut niveau

Les extraits de transcriptions indiquent que les élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences de notre échantillon (binômes 1 et 2) identifient explicitement le conflit présent dans le graphique de l'item 657Q03 et l'exprime dans leur échange ou au cours de l'entretien :

> *Extrait d'échange (binôme 1- Favo Haut) :*
>
> *« E1 : Essaie celle-là déjà (montre une réponse) ah attends* ***est-ce que c'est la croissance ou c'est le nombre non c'est le nombre (montre l'axe des ordonnées)*** *[…] (0:47:53.1) ».*

<u>Extrait d'entretien (binôme 1- Favo Haut) :</u>
« E1 : ouais euh et comme ***souvent on est confronté à des graphiques qui sont au lieu du nombre mais plutôt la croissance*** *(dirige son index en direction du plafond et regarde E2) (0:34:23.6)*
E2 : Ouais la croissance (0:34:24.3) Ouais en fait ***la croissance on la voit au niveau du nombre*** *de (montre l'axe des ordonnées) on la voit au niveau de la courbe mais* ***nous on a l'habitude que directement****... (0:34:43.4) ...****au niveau de l'ordonnée est liée la croissance enfin c'est soit la croissance directement*** *mit et pas forcément le nombre de [...] (0:34:48.4) St2: Sauf que là* ***on est obligé d'interpréter*** *dans la courbe où est la croissance (0:34:51.5)*
R : Okay (0:34:52.3) ».

Durant l'entretien, l'élève E2 explique que la stratégie qu'il a « l'habitude » d'utiliser ne peut l'être dans ce cas, ce qui fait référence à la nécessité d'inhiber une heuristique qui s'est progressivement installée au cours de la scolarité à travers certaines régularités rencontrées durant des apprentissages antérieurs (Borst, 2016). Ce phénomène transparaît au cours de la réalisation de la tâche puisque les élèves du binôme 2 lisent d'abord le graphique de manière erronée avant de prêter davantage attention à l'axe des ordonnées leur permettant une lecture adéquate du graphique et ainsi identifier la réponse attendue.

<u>Extrait d'échange (binôme 2- Favo Haut) :</u>
« E4 : Oui mais il était plus efficace [...] (1:28:38.7)
E3 : Mais non (1:28:39.1)
E4 : ***On est en train de mal lire*** *(1:28:40.4)*
E3 : à l'envers (1:28:40.7)
E4 : Oui c'est l'inverse (1:28:41.6) ***Parce que là c'est le nombre (montre l'axe des ordonnées avec son stylo)*** *(1:28:43.4) »*
E3 : Oui et ben au final y'en a moins (montre la courbe qui descend) (1:29:10.6)
E4 : Oui oui oui parce que c'est le nombre (1:29:13.5)
E3 : ***Donc au final y'en a moins donc au début il était plus efficace*** *(1:29:19.2)*
E4 : Non au début... (1:29:20.6)
E3 et E4 : ...il était moins (accentuation verbale) efficace... (1:29:21.8) ».

Extrait d'entretien (binôme 2- Favo Haut) :

«E4 : Au début on avait pas bien lu ça (montre l'axe des ordonnées) on avait pas vu (regarde St3) qu'c'était le nombre (0:27:08.5)

E3 : On pensait que là (montre le bas du graphique au croisement des deux axes) ***c'était ceux qui étaient morts*** *(en parlant des parasites) en fait on va dire (montre les courbes) (0:27:16.7)*

E4 : Oui oui oui ***on pensait parce qu'on avait fait en SVT on avait fait une expérience comme ça*** *(0:27:20.1)*

E3 : Voilà en fait on pensait que plus ça augmentait plus y'en avait qui était mort (0:27:22.1) ***En fait c'est l'inverse*** *c'est... (0:27:23.4)».*

Les élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences discernent facilement les réponses erronées comme la réponse 3 qui est l'inverse de celle attendue par PISA :

Extrait d'échange (binôme 1- Favo Haut) :

« E2 : Et donc ***la 3 (lecture de la réponse 3) ben c'est l'inverse*** *en fait (explique la réponse 4) c'est au début (montre la courbe du traitement 1 qui croît) enfin au début le traitement 1 est moins efficace et après justement (montre la courbe du traitement 1 qui décroît) ça gagne en efficacité (0:35:40.6) ».*

Les réponses 1 et 2 sont également rapidement écartées par ces élèves qui se rendent compte que les données fournies sur le graphique ne correspondent pas à celles renseignées dans les réponses 1 et 2 :

Extrait d'échange (binôme 2- Favo Haut) :

« E4 : ça ***c'est faux*** *(fait une croix en face de la réponse 1) (1:27:12.8)*

E3 : (montre la réponse 1 puis le graphique) ***c'est entre le temps 2 et le temps 3*** *(1:27:39.2) ».*

Extrait d'échange (binôme 1- Favo Haut) :

« E2 : ***Et là en fait c'était quasiment la même chose (montre la réponse 2 et 4)*** *sauf qu'en fait* ***c'était entre le temps 2 et 3 qu'on avait un doute*** *sauf qu'en fait on s'rend compte qu'en fait c'est beaucoup plus proche du temps 3 au niveau du moment où ça commence à s'inverser (montre les deux courbes au temps 3) qu'au niveau de l'année 2 (montre les courbes au temps 2) (0:36:24.6) ».*

7.2.2 *Lecture de graphique par les élèves de moyen niveau en sciences selon leur SESC*

Certains élèves de notre échantillon sélectionnent la réponse 2 pour différentes raisons :

Binôme 3

(Favo Moyen)

Individuel 2

(Défavo Moyen)

Ils interprètent la réponse 2 comme étant « à partir du temps 2 » alors qu'il s'agit d'une comparaison des traitements au temps 2 uniquement.

Ces deux binômes d'élèves ont donc, en partie, porté attention aux caractéristiques conventionnelles du graphique. Ils prennent effectivement bien en compte l'axe des ordonnées (nombre de parasites) mais pas assez l'axe des abscisses (relevé de données aux différents temps) puisqu'ils n'interprètent pas convenablement les courbes au temps 2. Ils considèrent plutôt leur évolution du temps 2 au temps 3.

> *Extrait d'échange (binôme 3- Favo Moyen) :*
> *« E5 : Ben oui oui parce qu'après ça descend la courbe donc oui* ***il a réduit le nombre de parasites*** *(coche la réponse 1) (0:37:45.8)*
> *E6 : (donne une interprétation scientifique) (0:37:48.0) Ouais SVT qu'est-ce que SVT oblige c'est pas ma faute (0:37:51.3)*
> *E5 : Oui a été plus efficace aussi (coche la réponse 2) (0:37:58.2) ».*

Ces élèves ont donc bien compris que lorsque la courbe décroît sur le graphique, cela correspond à une diminution du nombre de parasites et donc équivaut à une meilleure efficacité du traitement. Nous remarquons que les élèves du binôme 3 se sont contentés des deux premières réponses sans chercher à confronter l'ensemble des propositions au graphique. À l'inverse, l'élève E10 a pris le temps de comparer chaque proposition de réponse au graphique mais a tout de même sélectionné à la fois la réponse attendue par PISA et la réponse 2 :

> *Extrait d'entretien (individuel 2- Défavo Moyen) :*
> *« E10 : Et* ***en regardant le graphique, j'ai fait par élimination*** *(regarde le choix multiple) euh (relecture de la question à voix haute) la réponse 1 était pas assez précise, la réponse 2 était juste et précise mais ne parlait que euh de la euh 2ème année et la réponse 3 euh était fausse (montre le graphique) c'est faux c'est l'inverse (0:34:46.0)* ***donc j'ai pris les deux (réponses 2 et 4)*** *car rassemblées ensemble les deux ça fait,* ***ça fait une réponse complète*** *(0:35:23.7) ».*

Ainsi, les élèves du binôme 3 et l'élève E10 ont tenu compte de l'axe des ordonnées leur permettant d'interpréter convenablement les courbes du graphique durant la réalisation de l'item. Pourtant, ils n'ont pas réalisé des choix de réponse entièrement valides, soit par oubli d'une partie des caractéristiques conventionnelles (binôme 3), soit par souci du détail (individuel 2). Néanmoins, nous ne pouvons pas considérer leurs réponses comme totalement fausses, car comme le fait remarquer Baucal et al. (2018), les réponses données par les élèves à PISA Science ne sont pas toujours le reflet exact de leurs compétences. Certaines réponses, considérées comme « défectueuses », sont repérables au moyen d'un entretien d'explicitation ou d'une étude des verbalisations produites entre les élèves en binôme.

L'énoncé de la question peut aussi, en partie, expliquer les choix de ces élèves : « de sélectionner la réponse qui décrit **le mieux** l'efficacité du traitement 1 ».
Selon la théorie de Grice (1989), cet énoncé contient une implicature conversationnelle puisqu'elle sous-entend que toutes les réponses proposées dans le choix multiple sont correctes et que, l'une d'entre elle, est « meilleure » que les autres. Or, dans l'item, toutes les réponses, sauf celle attendue par PISA, sont inexactes puisque ne correspondant pas à ce qui peut être lu sur le graphique.
Ainsi, nous faisons l'hypothèse que la lecture partielle des choix de réponses effectuée par les élèves du binôme 3 *(Favo Moy)* peut s'expliquer par la présence d'une implicature dans la question car, considérant que toutes les réponses étaient correctes, ils n'ont pas trouvé judicieux de lire les propositions restantes. Il en va de même pour l'élève E10 *(Défavo Moy)* qui n'a pas trouvé suffisant de sélectionner une seule réponse pour décrire « le mieux » l'efficacité du traitement.

7.2.3 Lecture de graphique par les élèves de SESC défavorisé de haut et bas niveau en sciences

Les élèves des binômes 8 *(Défavo Haut)* et 10 *(Défavo Bas)* sélectionnent aussi la réponse 2 et les extraits de transcription laissent transparaître, qu'au cours de certaines phases de leur démarche de résolution, ils peuvent se laisser influencer par l'heuristique.

Par exemple, l'élève E18 du binôme 8 *(Défavo Haut)* a beaucoup de difficulté à surpasser l'heuristique et élimine la réponse 4 (réponse attendue) pour cette raison. Pour cet élève, le fait que la courbe « surpasse » signifie « au-dessus de » :

> *Extrait d'échange (binôme 8-Défavo Haut) :*
> *« E18 : Ben non **il a surpassé ça veut dire dessus** (1:02:56.8)*
> *E19 : Oui mais en fait il faut voir l'affirmation qui décrit le mieux l'efficacité (1:03:02.5)*

E18 : ***Oui mais là (montre la réponse 4-attendue) c'est c'est faux là*** *(continue de montrer la réponse 4)... (1:03:04.3)...****parce que surpasser normalement il doit être en haut*** *(montre sur le graphique) (1:03:07.7) ».*

Les élèves du binôme 10 de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences répondent en deux fois à l'item 657Q03 et à des moments assez distants l'un de l'autre (environ 18 minutes plus tard et en ayant répondu à 5 autres items entre-temps), ce qui peut laisser penser que le graphique leur est apparu d'une certaine complexité.

Extrait d'échange (binôme 10-Défavo Bas) :
E22 : (regarde la page d'introduction générale) ***Non c'est une blague*** *[...] (tourne la page de l'introduction générale sur l'item)* ***rhoo what*** *(1:06:02.8)*
E23 : (commence à lire le texte à droite de l'item) (1:06:11.2) [...] ***Ah ben on fait celle l'autre avant et après on fera elle*** *(1:06:16.6)*

De plus, ces élèves effectuent une lecture basée exclusivement sur les caractéristiques spatiales qui *«peuvent véhiculer une signification indépendamment du niveau de compréhension des graphiques »* (Okan et al., 2016) :

Extrait d'échange (binôme 10-Défavo Bas) :
« E23 : [...] (montre la réponse 1) parce que ***genre la courbe elle descend (montre la courbe correspondant du traitement 2)*** *ça fait comme ça (suit la courbe du traitement du temps 1 à 2 avec son index) après ça remonte (suit la courbe du traitement 2 de l'année 2 du temps 2 à 3)(1:26:12.1)*
E23 : Hum hum hum (relecture de la question) ***ah traitement 1 ben hum l'efficacité du traitement 1*** *c'est que c'est (lecture de la réponse 2) (1:26:37.3)*
E23 : [...] mais c'est la 2 (accentuation verbale) (1:26:50.9) Le traitement 2 (montre la réponse 2) c'est ça (montre la courbe correspondante sur le graphique) (1:26:54.6) (relecture d'une partie de la réponse 2) "...pour réduire la population de..." (coche la réponse 2) (1:27:00.5)
E22 : Aller ben c'est ça hein (1:27:04.5) ».

Ce que semble confirmer l'entretien puisque ces élèves décrivent les courbes du graphique au temps 2 en les associant à la diminution ou l'augmentation des traitements et non au nombre de parasites. Ces élèves ont pourtant lu l'axe des ordonnées mais n'intègrent pas cette information à leur raisonnement. L'heuristique semble donc aussi jouer un rôle dans leur démarche de résolution puisqu'ils ont tendance à associer une meilleure efficacité au fait que la courbe « monte » :

<u>Extrait d'entretien (binôme 10-Défavo Bas) :</u>
« E23 : Et euh donc on va vu que ***le traitement 1 il était plus efficace que le traitement 2*** *parce que euh parce que euh le traitement 2 on voit que (montre sur le graphique) au temps 2 (0:35:20.2)*
R : Hum hum (0:35:20.7)
E23 : Il était en baisse (0:35:22.3) (regarde le choix de réponse) (0:35:27.9) ***il était en baisse mais non en fait faut qu'ça monte*** *(regarde R) (0:35:30.0)* ***Enfin j'sais pas en fait*** *(0:35:31.7)* ***si on regarde le temps 2 du coup le traitement 2 il diminue et le traitement 1 il augmente*** *(0:36:37.9)».*

Les élèves du binôme 5 *(Défavo Bas)* sélectionnent la réponse 3. Ils ne parviennent pas à inhiber l'heuristique puisqu'ils suivent une lecture intuitive du graphique (ne prenant pas en considération l'étiquette de l'axe des ordonnées) et estiment que lorsque la pente de la courbe est descendante alors le traitement est moins efficace et inversement :

<u>Extrait d'échange (binôme 5-Défavo Bas) :</u>
« E12 : Moi j'aurais dit euh il réduit donc moi j'aurais dit la troisième (0:48:58.2) celle qui était au début bien (0:49:01.1) puisqu'ils disent qu'il... (0:49:05.9)
E13 : ***Au début*** *(0:49:06.3)*
E12 : ... était plus que ça (0:49:06.8)
E13 : ***Il était plus efficace*** *(0:49:08.5)*
E12 : ***Et après il a perdu (montre la courbe descendante entre temps d'observation 2 et 3) son efficacité moi j'aurais dit c'est la 3*** *(regarde St13) (0:49:15.7) ».*

<u>Extrait d'entretien (binôme 5-Défavo Bas) :</u>
« E13 : Et là ils nous disent que euh le euh attends (relecture de la réponse 3) si on regarde le traitement 1 là (montre la courbe du traitement 1, ***ascendante du temps 1 à 2) il est en train d'augmenter*** *et là le traitement 2 il diminue (montre la courbe du traitement 2, descendante du temps 1 à 2) il est en bas (0:36:05.8) Et euh mais (regarde le choix multiple) après le traitement 1 il a fini par euh (montre la courbe du traitement 1, descendante du temps 2 à 3)* ***diminuer ça fait il a perdu son efficacité*** *comment ils ont dit (0:36:19.7) ».*

Les erreurs de lecture du graphique, faites par ces élèves de SESC défavorisé (binômes 5, 10 et 8) peuvent aussi évoquer le raisonnement « plus / plus », qui correspond à « plus la cause augmente, plus l'effet augmente » (Tiberghien, 2004). Si on transfère ce raisonnement à la situation de l'item, cela pourrait donner : plus le traitement est efficace, plus la hauteur de la courbe est censée être élevée sur le graphique.

Cependant, comme nous l'avons déjà expliqué, ce graphique n'est pas compatible avec ce type de raisonnement puisque les ordonnées ne correspondent pas à une efficacité mais aux nombres de parasites. Ainsi, lorsque la courbe est ascendante sur le graphique cela signifie que le nombre de parasites augmente (équivalente à une inefficacité du traitement) et inversement si la courbe est descendante sur le graphique, cela signifie que le nombre de parasites diminue (équivalente à une efficacité du traitement). Pour une compréhension complète de ce graphique, il faut donc parvenir à inhiber une lecture habituelle ou automatique de graphique en courbes par une attention porté à chaque détail pertinent comme l'axe des ordonnées dans le cas de l'item 657Q03, afin de ne pas persévérer dans une lecture de graphique inappropriée.

7.1 Influence de l'aspect strictement visuel d'un graphique

L'item 495Q01 (cf. annexe 26, ligne 20 du tableau) est lui aussi composé d'un graphique mais qui ne présente pas de conflit entre les caractéristiques spatiales et conventionnelles comme l'item 657Q03. Pourtant, ces deux items partagent plusieurs caractéristiques et font varier fortement l'écart de performance entre les élèves selon leur SESC.

La courbe du graphique de l'item 495Q01 prend la forme d'une parabole et les élèves, de SESC défavorisé dont le niveau scolaire en sciences est bas, verbalisent au cours des échanges et des entretiens leur incompréhension face à la lecture de ce graphique :

> *Extrait d'entretien (binôme 5-Défavo Bas) :*
> *« E12 : **ça franchement j'vous dis la vérité je sais pas** (0:47:20.1)*
> *E13 : **On a même pas compris ça veut dire quoi (problème de vocabulaire sur un mot présent dans la conclusion 2)** (0:47:25.5) ».*
> *Extrait d'échange (binôme 10-Défavo Bas) :*
> *« E23 : **c'est quoi les (problème de vocabulaire sur un mot présent dans la conclusion 2)** (1:21:01.3)*
> *E22 : **J'ai rien compris** (1:21:18.9)*
> *E23 : Mets au pif (1:21:20.5) Mets au pif (en chuchotant) (1:21:23.8)».*

7.2 Conclusion

Le SESC et le niveau scolaire en sciences des élèves de notre échantillon semblent jouer un rôle dans leur capacité à **résister à une heuristique** fondée sur les caractéristiques spatiales d'un graphique et ainsi à **identifier explicitement un conflit** entre les caractéristiques spatiales et conventionnelles d'un graphique. Les élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences sont davantage enclins à identifier explicitement la présence de ce type de conflit impliquant une lecture de graphique éloignée de leur habitudes scolaires. Les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences sont les plus susceptibles de se laisser influencer par une heuristique basée sur les caractéristiques spatiales du graphique bien que certains élèves de même SESC et de haut niveau scolaire en sciences n'arrivent pas non plus à l'inhiber.

Une configuration graphique familière aux élèves peut les conforter dans l'impression de maîtrise qui peut rapidement devenir instable en cas de présence de conflit dans le graphique.
De plus, des configurations graphiques aux apparences complexes (comme une courbe sous forme de parabole) peuvent aussi immobiliser le raisonnement des élèves par manque de compréhension.

8 Focus sur la caractéristique « dépendance-indépendance »

8.1 Analyse de l'influence de la dépendance aux ressources

Nous souhaitons approfondir, d'un point de vue plus qualitatif, notre compréhension de la caractéristique « dépendance aux ressources » car nous avons obtenu un résultat statistique auquel nous ne nous attendions pas. De manière générale, cette caractéristique creuse significativement plus l'écart de réussite des élèves selon leur niveau de performance ($p<.05$).

La dépendance aux ressources abaisse les scores de tous les élèves de bas niveau de performance et, parmi eux, plus significativement ceux de SESC favorisé ($p<.01$) que ceux de SESC défavorisé ($p<.10$) à tel point que leurs scores se rapprochent de ceux obtenus par leurs homologues de SESC défavorisé.

Toutefois, nous nous attendions à un impact plus fort de cette caractéristique sur la réussite des élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance et non l'inverse, car des études antérieures (Le Hebel et al., 2014, 2016) ont montré que les élèves les plus en difficulté se laissent beaucoup plus influencer par les informations renseignées dans l'item, au point de les détourner du réel but de la question.

La plupart des items de notre échantillon qualitatif présentent la caractéristique « dépendance aux ressources » (n=21) et nous décidons d'en analyser deux (458Q02 et 465Q02) dont l'écart de performance selon le SESC est relativement important.

Comme nous avons pu l'évoquer, PISA Science 2015 répète souvent la partie introductive (contenant un texte et parfois des illustrations) dans les items d'une même unité, comme c'est le cas de l'item 656Q01 de l'unité « migration des oiseaux » (cf. chapitre 1) alors que les informations fournies ne sont pas nécessaires pour répondre à la question posée ce qui en fait un item indépendant aux ressources. D'ailleurs, pour cet item, certains élèves expriment l'inutilité des ressources disponibles, en particulier le texte, pour répondre :

> *Extrait d'entretien (individuel 2-Défavo Moy) :*
> *« E10 : Et ça (**montre le texte** à droite de l'item au-dessus de l'illustration) euh n'était pas vraiment utile (0:41:27.2) […] ça nous donne des informations mais **il était pas vraiment utile** dans le sens, il m'a pas vraiment guidé dans mes réponses (0:41:39.1)».*
>
> *Extrait d'échange (binôme 2-Favo Haut) :*
> *« E4 : J'ai l'impression **des fois que les textes** (fronce les sourcils)...*
> *E3 : **ils aident pas** (0:50:39.5)*
> *E4 : ...**ils aident pas vraiment** (0:50:39.8) ».*

L'item 656Q01 de l'unité « migration des oiseaux » contient la photo d'un oiseau qui peut être qualifiée d'inutile pour répondre (aucun lien question-illustration), comme c'est le cas par exemple de la photo incluse dans l'item 408Q01 (aucun lien question-illustration) :

> *Extrait d'entretien pour l'item 408Q01 (binôme 11-Défavo Haut) :*
> *« E25 : ça j'ai supposé […] mais ça je suis pas sûre du tout parce que **j'ai jamais vu** […] donc et sur **la photo** (montre l'illustration en-dessous du texte) **ça aide pas vraimen**t (0:10:16.7) ».*

Toutefois, lorsqu'un texte est présent dans l'item, les élèves ont tendance à le lire même s'il n'est pas forcément utile pour répondre :

> *Extrait d'entretien pour l'item 656Q01 (individuel 2-Défavo Moy) :*
> *« E10 : Euh oui **ce texte n'était pas vraiment utile** (montre le texte introductif à droite de l'item) **même si j'l'ai lu** (0:40:17.2) ».*

Le texte a une grande importance puisqu'il amorce la démarche de résolution de la tâche. Toute tâche débute par sa lecture et c'est un support dans lequel les élèves recherchent souvent, dans un premier temps, de l'information avant de procéder, dans un deuxième temps, à un apport de connaissance, avec plus ou moins de distance par rapport au texte.

> *Extrait d'entretien pour l'item 458Q02 (binôme 7-Favo Bas) :*
>
> *« E17 : En fait c'est juste euh le pour enfin pour nous c'était un peu confus au début pour euh répondre aux questions par rapport au texte enfin (0:07:20.3) on trouvait pas trop euh (0:07:22.4)*
>
> *R : En quoi c'était confus qu'est-ce qui était com' qu'est-ce qui était gênant (0:07:26.7)*
>
> *E16 : Ben le fait que* ***si euh on pouvait répondre à la question ou pas du coup ça nous mettait dans l'doute si réellement c'était dans l'texte ou pas*** *(0:07:37.3) du coup* ***on devait réfléchir aussi par nous-même et pas que s'aider du texte*** *(0:07:40.9)*
>
> *R : D'accord vous en fait vous avez d'abord cherché la réponse dans l'texte (0:07:45.0)*
>
> *E17 : Oui (0:07:45.5)*
>
> *E16 :* ***Et puis si on trouvait pas on pensait*** *pour voir si euh (0:07:47.4) ».*

À tel point que le texte peut faire obstacle à la démarche de résolution attendue de l'élève. La présence d'une seule et même introduction sur plusieurs items d'une unité PISA Science 2015 provoque inévitablement la répétition d'informations qui se trouvent être plus ou moins utiles à l'ensemble des items. Lorsque les informations introductives à un item ne sont pas nécessaires pour répondre à la question posée, leur simple présence peut perturber les élèves dans leur raisonnement, et ce même pour les plus performants d'entre eux, comme c'est le cas par exemple pour le binôme 1 *(Favo Haut)* avec l'item 421Q03 (indépendant aux ressources) :

> *Extrait d'entretien pour l'item 421Q03 (binôme 1-Favo Haut) :*
>
> *« E1 : Ben je sais pas dire en fait c'est juste par rapport à l'énoncé (0:40:48.1)*
>
> *E2 : Il t'a semblé trop simple en fait (0:40:51.5)*
>
> *E1 : de, c'était, c'était pas que c'était trop simple c'est juste que par rapport à c'qu'on a demandé […] (montre la question) […]* ***je sais pas ça m'avait perturbé*** *puisque là* ***(montre le texte introductif) on parlait de, des élèves*** *euh (0:41:05.9) ».*

8.2 Influence de la pertinence des informations

Comme nous venons de le voir, toutes les informations renseignées dans les ressources disponibles (texte et illustrations) ne sont pas pertinentes pour répondre à la question.

Dans l'item 458Q02 (cf. annexe 26, ligne 13 du tableau) il s'agit de répondre « oui ou non » à plusieurs questions dérivées d'une question générale portant sur un texte relativement long. Autrement dit, la question comprise dans cet item est fortement dépendante des ressources disponibles, à savoir ici le texte. Celui-ci présente aux élèves différentes composantes d'une découverte effectuée par des chercheurs et la question ne porte que sur l'une d'entre elles (question générale) à partir de laquelle il va falloir déterminer s'il est possible de répondre aux sous-questions proposées dans le choix multiple complexe[96]. Il faut donc conserver la question principale en mémoire de travail pour répondre à l'ensemble des sous-questions, sans quoi il est fortement possible d'effectuer un hors-sujet (c'est-à-dire répondre aux sous-questions de manière isolée sans les mettre en lien avec la question générale).

Si nous prenons en compte l'ensemble des réponses à l'item 458Q02, peu d'élèves de notre échantillon parviennent à donner la combinaison complète de réponses attendues. Parmi ceux qui discernent bien les sous-questions selon la découverte des chercheurs, ils sont tous, quel que soit leur SESC, de haut ou moyen niveau scolaire en sciences (cf. annexe 49), tel que le montre la réalisation de la 3ème sous-question :

> *Extrait d'entretien (binôme 1-Favo Haut) :*
> *« E2 : **Ben surtout c'est pas "est-ce que la découverte a pu apporter une réponse"** on sait pas en fait en j'sais pas à ma connaissance **(lecture de la 3ème sous-question)** (regarde E1) (0:09:27.4) ».*
>
> *Extrait d'échange (binôme 11-Défavo Haut) :*
> *« E24 : **Pour la découverte euh ça (montre la 3ème sous-question) c'est faux ça dit rien dessus** (0:05:14.8) ».*
> *E25 : Ouais (hoche la tête de haut en bas) (0:05:14.9)*
> *E24 : (coche la réponse "non" pour la 3ème sous-question) (0:05:20.4) ».*

Étant donné que l'item 458Q02 se caractérise par une dépendance aux ressources disponibles, les informations présentes dans le texte peuvent aider les élèves à donner une réponse aux différentes sous-questions mais dans certains cas, il s'agit plutôt de prendre en compte le fait que le texte ne donne pas l'information en question, ce qui semble difficile à certains élèves.

[96] Réponse en oui ou non à chaque sous-questions.

La composante proposée de la découverte des chercheurs ne permet pas de répondre à la 3ème sous-question mais le texte donne des informations qui vont dans le sens de cette sous-question, qui peut ainsi être considérée comme un distracteur. Au moment de répondre à la sous-question, les élèves peuvent omettre le but de la question générale c'est-à-dire répondre aux sous-questions au regard de la découverte des chercheurs.

À cette 3ème sous-question, beaucoup d'élèves de SESC défavorisé de notre échantillon ont coché la réponse « oui », ce qui est aussi le cas d'un des binômes de SESC favorisé et de bas niveau scolaire en sciences.

> *Extrait d'échange (binôme 7-Favo Bas) :*
> *« E17 :* ***(lecture de la sous-question 3)*** *(0:07:03.0)*
> *E16 :* ***Oui parce que*** *[...]* ***(montre les informations dans le texte)*** *donc euh… (0:07:06.7)*
> *E17 : (coche la réponse "oui" à la sous-question 3) (0:07:08.2)».*

Ces élèves se laissent donc influencer par le texte en oubliant de répondre à la 3ème sous-question en considérant la découverte des chercheurs. L'autre binôme de notre échantillon, de SESC favorisé et de bas niveau scolaire en sciences a aussi eu tendance, dans un premier temps, à adopter le même comportement. Cependant, ils ont pris le temps de relire la question principale « la découverte […] a-t-elle pu apporter une réponse à cette question ? » afin de réexaminer la sous-question d'après la découverte des chercheurs.

> *Extrait d'entretien (binôme 12-Favo Bas) :*
> *« E26 : Ben en fait c'est parce qu'à chaque fois on s'disait euh* ***par exemple on a regardé (lecture de la 3ème sous-question) et on s'disait que « oui »*** *sauf qu'****après on a relu et en fait c'est est-ce qu'avec la découverte ça fait ça*** *(0:04:27.3) ».*

Comme le révèle l'extrait de l'échange suivant, ces élèves du binôme 12 ont vraiment hésité dans leur choix de réponse qu'il pensait le plus approprié à la 3ème sous-question :

> *Extrait d'échange (binôme 12-Favo Bas) :*
> *« E26 :* ***(lecture de la 3ème sous-question)*** *(0:09:15.1) […] (montre les informations dans le texte) (0:09:23.0)*
> *[…]*
> *E26 : Non mais parce que à chaque fois c'est (relecture de la question principale) "la découverte […] a-t-elle pu apporter une réponse à cette question?" (relecture de la 3ème sous-question) (0:09:46.0) […]* ***Est-ce que la découverte ça nous dit ça*** *(0:09:47.8)*

E27 : Attends ***attends j'vais regarder (regarde le texte à droite de l'item)*** *(0:09:49.8)*
E26 : Ben non (rire) (0:09:50.7)
E27 : Ouais non ***ah mais oui t'as raison donc non*** *(0:09:54.8) [...] Attends mais c'est c'est bizarre (0:09:58.5)*
E26 : ***Mais c'est pas la découverte qui nous a dit est-ce*** *(lecture de la 3ème sous-question) (0:10:01.6)».*

Un premier extrait d'entretien à propos de cet item avec les élèves du binôme 7 indique qu'ils recherchent dans un premier temps des éléments de réponse dans le texte :

Extrait d'entretien (binôme 7-Favo Bas) :
« R : Et comment vous avez procédé (0:05:42.6)
E17 : On a commencé à lire euh par lire tout l'texte (0:05:45.4)
R : Ouais (0:05:46.2)
E17 : Et puis après ben lire les différentes questions et ***voir si c'qui demandait dans la question c'était dans l'texte*** *(0:05:53.3)*
R : D'accord (0:05:54.3)
E17 : ***Et du coup on s'est aidé par rapport à ça*** *(0:05:55.3) ».*

Cette stratégie se rapprochant de celle des élèves du binôme 10 de SESC défavorisé et de bas niveau en sciences comme le présente l'extrait d'échange suivant :

Extrait d'échange (binôme 10-Défavo Bas) :
« E23 : (lecture de la 3ème sous-question) (0:16:59.8)
E22 : ***Ben oui [...] C'est c'qu'il a dit hein regarde (montre l'information dans le texte)*** *(0:17:10.3)*
E23 : (relecture des informations dans le texte) (0:17:16.5)
E22 : ***Moi j'dis "oui"*** *(0:17:17.8)*
E23 : (coche la réponse "oui" pour la sous-question 3) ».

Finalement, dans cet item 458Q02, les élèves de SESC favorisé et de bas niveau scolaire en sciences du binôme 7 fondent l'ensemble de leur réponse sur le texte malgré l'activation de certaines connaissances de contenu, tout à fait correctes dans cette situation et qui auraient pu les conduire à la réponse attendue. Le texte est donc prépondérant pour ces élèves comme l'expose l'extrait d'entretien suivant à propos de la 1ère sous-question :

Extrait d'entretien (binôme 7-Favo Bas) :
« E16 : Et euh après ben on s'rappelle aussi par rapport à la logique euh ben dans le texte ils disent que (recherche l'information dans le texte et lecture de l'information) et la question c'était ***(lecture de la 1ère sous-question)*** *ben on (montre le texte introductif à droite de la question) nous* ***on peut p't'être en déduire parce qu'on sait (évoque une connaissance de contenu) mais c'était pas écrit dans le texte donc ben du coup on a coché "non"*** *(0:06:17.3)*
E17 : En fait [...] on regardait si euh on pouvait euh si c'était écrit [...] pour savoir qu'c'était à c'passage qu'on parlait de euh enfin de la découverte (0:06:55.5) ».

8.3 Influence de la densité des informations

L'item 465Q02 (cf. annexe 26, ligne 15 du tableau) se caractérise, comme l'item 458Q02, par une dépendance aux ressources. Il se compose d'un texte puis d'une carte ainsi que de plusieurs graphiques renseignant des données différentes. Dans cet item, les ressources disponibles sont particulièrement denses. Leur analyse approfondie peut donc prendre un temps considérable comme l'évoque, les élèves des binômes 7 et 12 de SESC favorisé et de bas niveau scolaire en sciences, dans les extraits d'entretien suivants :

Extrait d'entretien (binôme 7-Favo Bas) :
« E17 : Et en fait ***on a perdu trop de temps avec euh des réponses fausses*** *en fait on va dire (0:31:56.3) ».*

Extrait d'entretien à l'item 465Q02 (binôme 12-Favo Bas) :
« E26 : Hum ***on a mis du temps à réfléchir*** *(0:27:41.9) mais on a pas réellement hésité plus en fait* ***on a mis du temps à comprendre l'énoncé*** *et (0:27:47.5)* ***avec les documents qui étaient la carte et tout*** *(0:27:51.5) ».*

Au départ de la démarche de résolution, les élèves du binôme 7 s'aident beaucoup des ressources disponibles et précisent que la lecture de la réponse 3 leur a permis de réactiver une connaissance qu'ils possédaient et de moins se fier aux ressources disponibles.

Extrait d'entretien (binôme 7-Favo Bas) :
E17 : Et du coup en fait c'est juste qu'on a vu la 3ème réponse ça nous ait tout de suite semblé logique puisque (regarde E16) ben ***on l'savait déjà*** *et du coup euh enfin* ***on l'savait déjà de de notre culture générale on va dire*** *(regarde E16 et rire) (0:32:09.7) [...]*
R : D'accord et donc vous avez dit que vous avez perdu du temps avec des réponses fausses (0:32:41.1)

*E16 : En fait c'est juste qu'**on s'est trop concentré sur les deux 1ères et on les compr' enfin on comprenait pas euh euh on comprenait pas ben les graphiques** et tout enfin c'était très confus au début du coup on s'est trop... (0:32:53.0)*
*E17 : Du coup **on essayait de regarder ici (tourne la page de l'item sur la carte et montre la carte) et du coup (retourne la page de la carte sur l'item 465Q02)** (0:32:55.8)*
*E16 : ...s'est trop attardé et **quand on a lu ben celle-là (montre la 3ème réponse)** ben ça nous a (0:32:58.5)*
*E17 : **Tout semblait plus clair** (0:32:59.7)*
E16 : plus logique (0:33:00.1)».

Dans un contexte de passation réelle du questionnaire PISA Science 2015, une contrainte de temps est imposée. Nous pouvons supposer qu'il aurait été plus difficile pour ces élèves de fournir la réponse attendue à l'item 465Q02 dans le temps imparti puisqu'ils ont passé beaucoup de temps, au cours de la résolution, à traiter les ressources disponibles avant d'activer des connaissances valides et suffisantes pour identifier la réponse.

Finalement, dans cet item 458Q02, les élèves de SESC favorisé et de bas niveau scolaire en sciences du binôme 7 fondent l'ensemble de leur réponse sur le texte malgré l'activation de certaines connaissances de contenu, tout à fait correctes dans cette situation et qui auraient pu les conduire à la réponse attendue.

8.4 Conclusion

La pertinence pour la réponse et la densité des informations renseignées dans un item jouent un rôle sur la démarche de résolution des élèves.

Lorsque les informations du texte et les connaissances des élèves de SESC favorisé et de bas niveau scolaire en sciences sont contradictoires, ils peuvent avoir tendance à privilégier les informations du texte pour répondre malgré la non-pertinence de celles-ci. De plus, face à la densité des informations de l'item, les élèves de SESC favorisé et de bas niveau scolaire peuvent consacrer beaucoup de temps à chercher des liens entre toutes les informations alors qu'ils auraient pu répondre plus vite à la question étant donné qu'ils possèdent généralement les connaissances requises.

Les ressources disponibles (textes et illustrations) permettent une mise en contexte de l'item et sont censées apporter une aide aux élèves mais ne peuvent que très rarement se substituer à leurs propres connaissances. Notre étude qualitative montre que, face à la dépendance aux ressources de certains items, les stratégies mises en place par les élèves de bas niveau scolaire en

sciences sont distinctes selon leur SESC. Il semble que ceux de SESC favorisé accordent parfois plus d'importance aux ressources au détriment de leurs propres connaissances pourtant valides alors que ceux de SESC défavorisé vont avoir tendance à prioriser l'usage des ressources par rapport à des connaissances qui restent difficiles à activer pour eux.

Les résultats statistiques sont donc à nuancer : bien qu'ils montrent que la « dépendance aux ressources » impacte davantage les élèves de SESC favorisé et de bas niveau de performance, l'analyse qualitative montre que leurs difficultés ne semblent pas être du même ordre que leurs homologues de SESC défavorisé.

9 Focus sur la caractéristique « réponse dans l'item »

Comme nous l'avons déjà expliqué dans le chapitre précédent, parmi toutes les caractéristiques de notre modèle de difficulté, la réponse dans l'item représente le seul élément facilitant la réalisation de tâches en sciences chez les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire.

Parmi les items de notre échantillon qualitatif, 4 se caractérisent par la présence de la réponse. Dans l'analyse précédente (chapitre 8), nous avons déjà traité l'un d'entre eux et nous proposons de la compléter avec l'étude des trois items restants (601Q02, 620Q01 et 437Q06).

9.1 Influence d'une réponse textuelle dans l'item en comparaison à l'absence de réponse

Dans l'item 601Q02, précédemment présenté (chapitre 3), il est demandé aux élèves d'indiquer l'élément à ajouter, en plus grande quantité, dans une ferme aquatique durable, afin de résoudre un problème, auquel sont confrontés les chercheurs, de rejet de l'eau dans l'océan trop chargée en nutriments. Dans cet item, les élèves ont le choix entre quatre propositions : (1) nutriments ; (2) néréides ; (3) coquillages ; (4) herbes des marais (réponse attendue) sachant que la définition est la suivante : « herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau ». Cette réponse est d'ailleurs souvent la dernière qu'ils ont renseignée sur le schéma de la ferme aquatique durable à l'item précédent (601Q01), comme l'indique par exemple le binôme 7 :

> *Extrait d'entretien (binôme 7-Favo Bas) :*
> *« E16 : On l'a trouvée directement parce que c'était comment on avait raisonné (montre l'item précédent : l'item 1 de "ferme aquatique durable") pour les pour placer l'herbe des marais (0:16:54.4) ».*

La réponse est donc d'autant plus facile et rapide à donner que les élèves ont eu le temps de se familiariser avec la situation. Nous décidons donc de comparer les items 601Q01 (absence de réponse dans l'item) et 601Q02 (présence de réponse dans l'item) pour identifier l'effet de la réponse à l'item sur la compréhension et la réalisation de la tâche.

L'écart de bonnes réponses entre ces deux items est tout aussi important dans l'étude quantitative que qualitative. Toutefois, les élèves de notre échantillon répondent de manière plus juste aux deux items. De plus, les élèves passent également entre 3 à 9 fois moins de temps à résoudre l'item 601Q02 que le 601Q01 (cf. annexe 50).

Cette stratégie semble donc efficace pour répondre de manière rapide et correcte mais, comme nous l'avons vu, elle ne s'accompagne pas forcément, chez les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau, d'une compréhension complète de la situation (cf. chapitre 8).

Nous observons effectivement que les deux binômes d'élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences de notre échantillon, trouvent rapidement la réponse, parfois même avant que l'ensemble du binôme ait pris le temps de lire la question :

<u>Extrait d'échange (binôme 5-Défavo Bas) :</u>

« E12 et E13 : (commence à lire le texte) (0:24:13.2)

E12 : Ah mais c'est l'même en fait (0:24:15.2)

E13 : herbes de marais (montre la 4ème réponse plusieurs fois)(0:24:20.0)

E12 : C'est quoi la question (0:24:21.4)

E13 : Euh (lecture de la question) (0:24:26.7)

E12 : Ouais (0:24:26.9)

E13 : "...pour réduire ce problème..." (0:24:28.3)

E12 : Tout à fait (0:24:28.7)»

<u>Extrait d'échange (binôme 10-Défavo Bas) :</u>

« E23 : Hum (lecture de la question) ***ah je sais c'est marqué là*** *(regarde la partie des définitions dans l'item 1 de "ferme aquatique durable") hum (recherche l'information dans la partie des définitions)* ***ah c'est marqué là c'est les herbes des marais*** *(coche la réponse 4: "herbes de marais") c'est marqué herbes des marais (montre la définition dans l'item 1 de "ferme aquatique durable") (1:43:26.7)*

E22 : Yes (1:43:27.5)

E23 : Euh (lecture de la définition des herbes de marais) "herbes qui absorbent les nutriments et les déchets d'l'eau" (1:43:29.3)

E22 : C'est bon on a fini (1:43:30.0)

E23 : ***Pouah j'suis trop forte*** *(1:43:30.9) »*

Cette dernière phrase de E23 « Pouah j'suis trop forte » (1:43:30.9) montre bien que le fait de trouver la réponse rapidement est rattaché à un sentiment de réussite et cela peut avoir des répercussions positives sur l'estime de soi des élèves.

Toutefois, nous identifions certains indices d'une appropriation distincte de la situation entre les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences et un binôme d'élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire :

> *<u>Extrait d'échange (binôme 5-Défavo Bas) :</u>*
> *« […] E13 : Vu qu'**ils ont dit que** (regarde la partie de l'item avec les définitions et montre la définition des herbes de marais) il "absorbe les nutriments" (0:24:31.3)*
> *E12 : Ouais parce que ça (montre la définition des herbes de marais) ça absorbait et tout ouais (tourne la page sur l'item suivant) (0:24:35.0) ».*
>
> *<u>Extrait d'entretien (binôme 5-Défavo Bas) :</u>*
> *« E13 : Et ben là **ils nous ont demandé** "(montre la question et relecture)"les chercheurs ont remarqué..." (0:21:35.4)*
> *E12 : Ah parce qu'**ils disent** qui y'a une grande quantité de (0:21:38.1)*
> *E12 et E13 : nutriments (0:21:38.6)*
> *E12 : **Ils disent** c'est quoi pour le réduire le problème en fait... (0:21:40.8)...on nous demande et ben on a dit qu'c'était des herbes de marais parce que les herbes de... (0:21:44.3)*
> *E13 : **C'est eux** qui absorbent (0:21:45.2)*
> *E12 : ...**marais ils absorbent tout et du coup ben euh c'est ça qui nous a fait euh dire que c'est ça** parce que ça réduit euh quand ça absorbe ben ça réduit tout (0:21:53.9) ».*
>
> *<u>Extrait d'entretien (binôme 2-Favo Haut) :</u>*
> *« E4 : Et donc celui-là ("ferme aquatique durable") ben **une fois qu'on avait compris l'autre c'était parce qu'ici c'est écrit "herbes qui absorbent..."** (0:12:45.3)*
> *E3 : Les nutriments (0:12:46.2)*
> *E4 : ...absorbent les nutriments" et la question c'est enfin le problème c'est qui a une grande quantité de nutriments et donc c'est (montre la réponse 4) (0:12:51.6)*
> *E3 : **Comment est-ce qu'on réduit la quantité de nutriments donc on a mis qu'c'était "herbes de marais"** (0:12:52.1)*
> *E4 : Parce que comme ça absorbe c'est ça qui permet vraiment directement (0:12:55.5)*
> *E3 : **C'est c'qui permet de réguler et d'avoir une eau propre** (0:12:57.8) ».*

Les entretiens menés au sujet de cet item (cf. annexe 51) nous amènent à faire l'hypothèse que, les élèves du binôme 2 *(Favo Haut)* se réapproprient la question des chercheurs puisqu'ils emploient le pronom indéfini « on » : « Comment **est-ce qu'on réduit la quantité de nutriments** donc on a mis qu'c'était "herbes de marais" ». Ces élèves vont jusqu'à en proposer une explication scientifique : « **C'est c'qui permet de réguler et d'avoir une eau propre** (0:12:57.8) ». En comparaison, les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences se contentent, comme la plupart des élèves, de décrire la manière dont ils sont arrivés jusqu'à leur réponse sans explication réflexion supplémentaire au sujet de la problématique posée (cf. annexe 51). De plus, ils emploient plus fréquemment le pronom personnel « ils » laissant penser qu'ils restent en retrait par rapport à la situation proposée dans l'item.

Les transcriptions des échanges (cf. annexe 52) nous permettent aussi d'observer que certains élèves de SESC favorisé de haut et bas niveaux scolaires en sciences (binômes 1 et 12) ont tendance, de manière intuitive à proposer une autre réponse (algues microscopiques), non proposée dans le choix multiple avant de choisir la réponse attendue (herbes des marais). Ceci nous interroge sur la réponse attendue par PISA à cet item, qui n'est peut-être pas aussi évidente que ne le laisse paraître la formulation de la question.

9.2 Comparaison de l'influence d'une réponse de nature textuelle versus illustrée

De manière générale, les résultats obtenus par l'échantillon représentatif des élèves français à PISA Science 2015 montrent, en moyenne, un meilleur taux de réussite aux items contenant une réponse illustrée (par exemple au moyen de flèches sur l'illustration aidant à trouver la réponse attendue comme dans l'item 620Q01) qu'une réponse textuelle (comme dans l'item 601Q02 présenté précédemment) (cf. annexe 53).

L'item 437Q06, au contraire des trois autres items de notre échantillon qualitatif, reste difficile pour les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau en sciences malgré la présence de la réponse sous forme textuelle (cf. annexe 54) et ceci peut s'expliquer notamment par le fait que cet item requiert une réponse construite et fait appel à une compétence « expliquer un phénomène de manière scientifique » ce qui diffère des trois autres items (cf. annexe 55).

Si nous revenons aux résultats obtenus par l'échantillon représentatif des élèves français à PISA Science 2015, nous observons, qu'en moyenne, les élèves de SESC favorisé obtiennent de meilleurs résultats que les élèves de SESC défavorisé avec la présence d'une réponse dans l'item. Si nous investiguons un peu plus, nous remarquons qu'une réponse de nature illustrée a tendance

à faire, en moyenne, légèrement plus diminuer les écarts de réussite selon le SESC des élèves (SESC 4-1 c'est-à-dire SESC favorisé versus défavorisé) par rapport à une réponse de nature textuelle (cf. annexe 56). De surcroît, il semblerait que le gain de performance, avec une réponse de nature illustrée par rapport à textuelle, soit plus important pour les élèves de SESC défavorisé (15 points) que favorisé (8 points) (cf. annexe 57).

9.3 Conclusion

La caractéristique « réponse dans l'item » bénéficie aux élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences et ce d'autant plus lorsqu'elle est de nature illustrée. Grâce à cette caractéristique, les élèves répondent plus rapidement aux items, valorisant l'estime de soi mais ne soutenant pas une compréhension approfondie de l'item. Ces données viennent s'ajouter à celles de l'analyse précédente (chapitre 8) et complètent également les conclusions de Cerdán et al. (2009) montrant que la présence d'une réponse dans un item, bien qu'elle favorise indéniablement la performance immédiate des élèves, peut restreindre leur compréhension de la situation et son appropriation.

10 Conclusion générale de l'étude qualitative

L'intérêt porté aux étapes de la démarche de réalisation d'une tâche de sciences est particulièrement important pour comprendre ce qui a conduit les élèves à choisir ou produire leur réponse. Notre analyse qualitative montre que la seule information relative à l'exactitude ou à l'erreur d'une réponse donnée n'est pas, au demeurant, suffisante pour déterminer si les élèves ont construit une représentation adéquate du but de la tâche et de la question et possèdent les connaissances requises pour la résoudre. C'est ce que l'analyse des comportements verbaux et non verbaux via les enregistrements audio-vidéo suivis d'entretien d'explicitation a permis d'obtenir. De plus la combinaison de la phase de réalisation de la tâche et de l'entretien d'explicitation a montré que l'entretien d'explicitation peut avoir un effet « facilitateur » permettant à certains élèves de fournir des réponses plus complètes qu'au moment de l'échange en binôme. Nous supposons que cette technique d'entretien peut permettre de décloisonner l'activité scientifique libérant certains élèves d'une forme de pression évaluative.

Parmi tous les résultats que nous avons présentés, il en ressort certains particulièrement importants à propos des caractéristiques suivantes : le matching, l'illustration de type graphique, les compétences, la référence à la vie quotidienne et la capacité de projection. Notre analyse qualitative indique que les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences ont

parfois recours à des stratégies inefficaces comme le **matching invalidant**, alors que les élèves, de même SESC arrivent à se détacher progressivement lorsqu'ils ont un niveau plus élevé en sciences. Malgré tout, une persistance de cette stratégie est possible chez ces élèves de SESC défavorisé et de haut ou moyen niveau scolaire en sciences, dont l'usage réapparaît dans certains cas spécifiques (e.g. items qui font appel à des connaissances épistémiques et/ou à des systèmes physiques).

À la lecture d'une **illustration de type graphique**, les élèves de SESC défavorisé et de haut ou moyen niveau scolaire en sciences parviennent, comme leurs homologues de SESC favorisé, à ne pas se laisser influencer par une heuristique basée sur les caractéristiques spatiales du graphique (e.g. faire correspondre la hauteur d'une courbe à la plus grande efficacité d'un phénomène et vice-versa), contrairement aux élèves de SESC défavorisé et de bas niveau en sciences.

La **compétence** relative à l'explication d'un phénomène de manière scientifique reste globalement difficile, ce qui rejoint les résultats déjà observés pour l'ensemble de l'échantillon représentatif des élèves français à PISA Science 2015. Notre analyse qualitative montre que les élèves de SESC défavorisé et de haut niveau scolaire en sciences ont plus de facilités avec les items qui requièrent une compétence de type « interpréter » que de type « expliquer ». De surcroît, il peut être d'autant plus difficile pour ces élèves de fournir une explication à un phénomène scientifique, reposant aussi bien sur les systèmes physiques que vivants, lorsque celui-ci est rattaché à une situation faisant fortement référence à la vie quotidienne. En revanche, les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences de notre échantillon ne parviennent que très partiellement, au cours de la résolution, à expliquer un phénomène de manière scientifique lorsqu'il est rattaché à une situation faisant fortement référence à la vie quotidienne, et ce, peu importe le système (vivant ou physique) auquel est liée la connaissance.

Comme nous avons pu l'évoquer au cours du chapitre 1, les items PISA n'ont pas pour but de mesurer directement des connaissances relatives au programme scolaire. Hatzinikita et al. (2008) ont soulevé le fait que les textes présents dans les items PISA sont différents de ceux proposés habituellement dans les manuels scolaires. Certains élèves de notre échantillon ont d'ailleurs identifié que les items PISA Science 2015 permettaient de se référer à la vie quotidienne, contrairement aux exercices auxquels ils avaient l'habitude d'être confrontés : *« E16 : ça à l'air beaucoup plus simple et plus logique que la physique ou y'a vraiment euh des formules à savoir […] car on peut comparer ça à des choses de tous les jours (0:48:27.5) ».* Néanmoins, notre analyse qualitative révèle que cette simplicité des items PISA, reposant sur un contexte accompagné de **références à la vie quotidienne** plus ou moins fortes, n'est parfois qu'apparente. Celles-ci peuvent détourner les élèves du réel but de la question. Par exemple, nos analyses qualitatives montrent que les élèves ne font pas usage des références à la vie quotidienne de la même manière selon leur SESC.

Les références à la vie quotidienne réalisées par les élèves de SESC favorisé servent à exemplifier leur explication alors que pour les élèves de SESC défavorisé elles font office d'explication.

La **capacité de projection** vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique est plus instable chez les élèves de SESC défavorisé, comparé à ceux de SESC favorisé, et ce d'autant plus que le niveau scolaire des élèves est bas. Par exemple, un item qui présente une forte référence à la vie quotidienne amène ces élèves à se projeter plutôt vers une communauté proche ou à se distancier de la figure d'autorité scientifique.

11 Limites de l'étude qualitative

Davantage d'items libérés par PISA seraient nécessaires pour permettre des études secondaires plus poussées (Ruiz-Primo & Li, 2016). Dans notre cas, nous avons eu la chance d'obtenir l'accès, grâce à un accord avec la DEPP (Direction de l'Évaluation, de la Prospective et de la Performance), à l'ensemble des 183 items PISA Science 2015. Bien que nous ayons eu la possibilité de faire passer certains items non libérés aux élèves, une des limites est que nous n'avons pas pu exposer les résultats de nos analyses qualitatives dans leur intégralité étant donné le caractère non libéré de ces items dont nous ne pouvons révéler le contenu exact. Ceci a donc largement complexifié la présentation de notre étude qualitative.

Une autre limite repose sur le manque de données observables lors de la démarche de réalisation de tâche des élèves placés en individuel malgré l'enregistrement audio-vidéo. Nous avons obtenu, au cours de l'entretien, de riches informations à propos des stratégies mises en œuvre par les élèves durant la réalisation de la tâche mais nous n'avons pas pu récupérer de données exploitables de ces élèves placés en individuel lorsqu'ils ont répondu seuls au questionnaire. Il aurait été effectivement intéressant de les récolter au cours de la réalisation des tâches en sciences et pas seulement durant l'explicitation ayant lieu a posteriori. Toutefois, ces élèves devaient initialement être en binôme et se sont retrouvés en individuel au dernier moment, en raison de l'absence de leur camarade de classe. Nous ne souhaitions donc pas provoquer de difficulté supplémentaire, comme avec la « méthode de la pensée à voix haute » (MPVH)[97] qui peut présenter certaines limites (cf. chapitre 7).

En ce qui concerne la mesure du SESC dans notre étude qualitative, nous sommes conscients que nous aurions gagné en précision si nous l'avions accompagnée d'autres indices. Néanmoins, comme nous l'avons montré, le statut professionnel des parents exerce l'une des plus fortes influences sur la réussite des élèves. Ainsi, cette mesure à indice unique, nous donne déjà une idée représentative de ce que nous aurions pu obtenir comme résultats avec des mesures complémentaires.

[97] En anglais : « Think aloud protocols »

Enfin, comme le rappellent Amadieu et al. (2011), l'analyse des verbalisations donne lieu à une richesse d'informations sur les processus cognitifs mais est, le plus souvent, le fruit d'études qualitatives puisque le traitement de ces données s'avère particulièrement coûteux. Le risque est que certains des résultats obtenus soient plus difficilement généralisables. Dans le cas de notre analyse qualitative, c'est quelque peu différent puisque nous effectuons nos observations dans le but d'approfondir nos résultats statistiques qui sont, pour leur part, généralisables étant donné qu'ils proviennent d'un échantillon suffisamment représentatif des élèves français (PISA Science 2015).

PARTIE 3. DISCUSSION GÉNÉRALE & CONCLUSION

Chapitre 10. Discussion des résultats majeurs et perspectives de recherche.

Chapitre 10.
Discussion des résultats majeurs et perspectives de recherche

« Il faudra beaucoup de temps, beaucoup d'efforts et d'obstination, sans doute, pour changer l'organisation de l'école en profondeur. Mais pour autant, rien n'est insignifiant en matière éducative : les enseignants travaillent avec des "pierres vives". Des personnes dont le destin peut basculer parce qu'un jour, un regard confiant, une explication bien construite ou un récit qui donne accès aux sources de la connaissance a fait irruption dans leur vie. Tout peut changer alors. On peut accéder au plaisir de comprendre et au désir de créer. »

(Meirieu et al., 2015, p 142-143)

Les résultats de PISA Science 2015 montrent une variation importante de l'écart de réussite selon le SESC des élèves mais ne révèlent pas pour quelles raisons certains élèves sont plus en difficulté que d'autres pour réaliser une tâche de sciences.

Par ce travail de recherche, nous avons cherché à mieux comprendre les difficultés rencontrées au niveau de la compréhension et de la réalisation d'une tâche de sciences par les élèves selon leur statut économique social et culturel (SESC) et leur niveau de performance.

Nous avons tout d'abord présenté l'élaboration d'un modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique (chapitre 3) dont les caractéristiques le constituant – potentiellement sources de difficulté pour les élèves – reposaient sur de nombreuses recherches antérieures basées sur des données quantitatives ou qualitatives. Peu d'entre elles se proposaient d'analyser leurs résultats en combinant les deux méthodes quantitative et qualitative.

À partir de ce modèle de difficulté, l'objectif de cette thèse était double.

Tout d'abord, il s'agissait de déterminer, parmi les caractéristiques du modèle de difficulté, celles qui étaient les plus discriminantes de l'écart de réussite selon le SESC et le niveau de performance des élèves (chapitres 5 et 6). Nous avons ainsi étudié quatre groupes spécifiques (SESC défavorisé – haut niveau de performance, SESC défavorisé – bas niveau de performance, SESC favorisé – haut niveau de performance, SESC favorisé – bas niveau de performance). Pour cela, nous avons testé statistiquement notre modèle de difficulté à partir de l'échantillon d'élèves à l'étude PISA Science 2015. Puis, nous avons aussi tenté de comprendre la manière dont les caractéristiques de notre modèle de difficulté exerçaient une influence dans les processus de compréhension et de réalisation d'une tâche de sciences (chapitres 8 et 9). Cela impliquait d'entreprendre une étude

qualitative à partir d'un échantillon d'élèves plus restreint, afin d'analyser leurs processus de réponses aux items PISA Science 2015.

Ce travail de recherche a engendré un grand nombre de résultats pour lesquels nous nous sommes efforcés d'exposer nos conclusions, le plus synthétiquement possible, dans la précédente partie de cette thèse. Nous discutons donc, dans ce dernier chapitre, des résultats majeurs et également de ceux qui présentent un véritable potentiel pour des interventions au sein de la classe.

Nous présentons tout d'abord un commentaire général sur les résultats concernant la variabilité des comportements des élèves. Nous discutons ensuite les résultats statistiques et qualitatifs majeurs.

1 Variabilité des comportements au cours de la tâche

Dans cette recherche sur les difficultés des élèves, notre analyse à un niveau de granularité plus fin a permis de mettre en évidence une diversité de comportements. Des comportements, pourtant similaires, ne permettent pas forcément d'obtenir une performance identique alors que, parfois, des comportements hétérogènes amènent les élèves à une performance similaire (Amadieu et al., 2011). C'est notamment le cas de la stratégie du « matching », où les élèves de bas niveau scolaire en sciences, malgré cette stratégie de correspondance de mots en apparence similaire, ne parviennent pas au même résultat selon leur SESC. A contrario, la caractéristique « réponse dans l'item » permet aux élèves, la plupart du temps, de trouver la réponse attendue sans pour autant qu'ils aient eu recours aux mêmes processus cognitifs selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences.

Ainsi, la complexité de l'interaction élève-tâche est telle qu'il peut en résulter une multitude d'hypothèses explicatives aux difficultés des élèves, parmi lesquelles nous avons tenté d'en faire ressortir un certain nombre au travers de notre modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique, sans prétendre pouvoir englober la totalité du problème. Autrement dit, il est difficilement possible d'affirmer, qu'en présence de telle ou telle caractéristique dans un item, le comportement d'un élève va être à chaque fois le même. C'est bien à ce niveau-là que se trouve toute la richesse de ce travail, puisqu'il permet d'identifier plus précisément certaines difficultés rencontrées par les élèves, et de situer le chemin qu'il reste à parcourir pour améliorer notre compréhension de la spécificité de ces difficultés.

La plupart de nos résultats statistiques se recoupent avec nos analyses qualitatives ; ces dernières apportant un complément d'analyse selon nous essentiel. Les résultats statistiques révèlent de grandes tendances et nos analyses qualitatives montrent qu'un type de comportement

ne s'applique pas de manière analogue à tous les élèves d'un groupe, et qu'il peut aussi varier selon les items. Notre étude qualitative nous permet donc d'intégrer un niveau d'individualité nécessaire pour des analyses plus précises.

2 Discussion des résultats statistiques majeurs

Nos résultats statistiques montrent que les trois catégories de caractéristiques de notre modèle de difficulté influencent différemment la variation des écarts de réussite. La figure 1 en donne une vue globale.

La catégorie de caractéristiques intrinsèques à l'item exerce une influence sur l'écart de réussite selon le niveau de performance des élèves dans les deux groupes SESC (favorisé et défavorisé). Il ressort que la majorité d'entre elles creusent l'écart, en défaveur de la réussite des élèves de plus bas niveau de performance. Il semble donc qu'un niveau élevé de performance atténue l'impact négatif de cette catégorie de caractéristiques sur la réussite des élèves. Certaines de ces caractéristiques intrinsèques à l'item, en particulier celles relevant d'aspects formels, peuvent même devenir des sources de facilités pour les élèves de haut niveau de performance (e.g. la simulation ou schéma). **Cela signifie que ces élèves de niveau en science élevé ont acquis une bonne compréhension de l'écrit en science.**

La catégorie des caractéristiques liées aux contenus en jeu fait uniquement varier les scores des élèves de haut niveau de performance, ce qui indique que **leurs connaissances de l'écrit en science leur donnent la possibilité d'accéder à un certain niveau de compréhension du savoir.** Ainsi ils parviennent à maîtriser certaines connaissances et compétences essentielles à la culture scientifique. Malgré un niveau de performance élevé, les **élèves de SESC défavorisé demeurent plus en difficulté que les élèves de SESC favorisé dans leur maîtrise des connaissances de contenu disciplinaire** (content knowledge) (cf. figure 39).

De plus, les élèves de SESC défavorisé et de haut niveau sont sensibles à certaines caractéristiques liées aux raisonnements et stratégies, comme celle de la complexité cognitive, **spécifique de la compréhension du savoir**.

Cette dernière catégorie de caractéristiques relatives aux raisonnements et stratégies entraîne également une différence de performance pour une même stratégie, celle du matching, selon le SESC des élèves de bas niveau de performance (cf. figure 39). Ceux de SESC défavorisé restent en difficulté avec cette stratégie alors que les élèves de SESC favorisé parviennent à obtenir de bonnes performances. Ces derniers sélectionnent donc davantage des informations plus pertinentes que ceux de SESC défavorisé.

Cela semble montrer que, **malgré des difficultés évidentes, la compréhension en science des élèves de bas niveau de performance et de SESC favorisé est meilleure que celle des élèves de même niveau et de SESC défavorisé.**

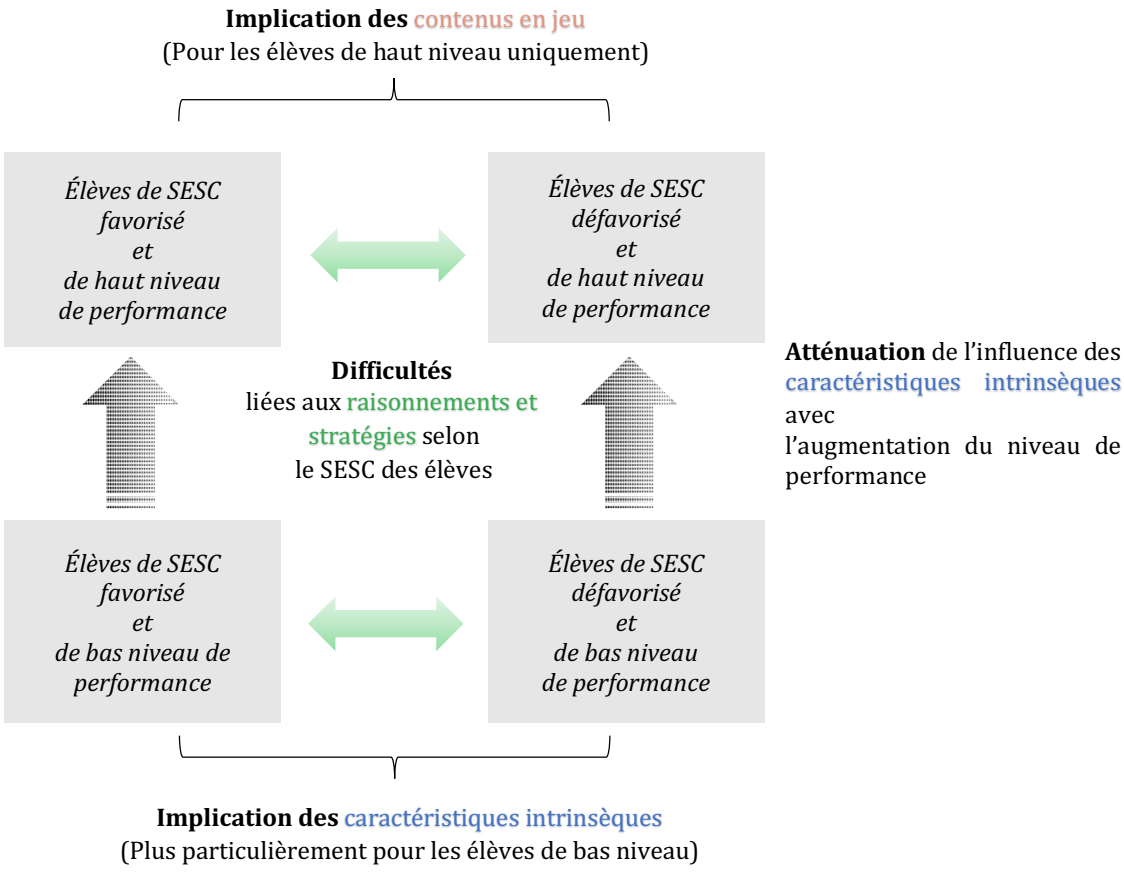


Figure 39. Vue globale des résultats statistiques principaux.

Ainsi, nos résultats révèlent qu'en fonction du niveau scolaire des élèves, les **caractéristiques intervenant dans la variation des écarts de réussite selon leur SESC sont différentes.** Pour les **élèves de haut niveau scolaire**, ce sont essentiellement les caractéristiques relatives au savoir alors que pour les **élèves de bas niveau scolaire**, ce sont les **caractéristiques intrinsèques à la question** (e.g. format de réponse). Nos analyses qualitatives convergent vers les mêmes conclusions.

3 Discussion des résultats qualitatifs majeurs

3.1 Les sources de différences dans la compréhension

3.1.1 Le contexte : source de difficulté de compréhension en science

Nous observons de sérieuses difficultés de compréhension chez les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire et ce, d'autant plus que la situation intègre des éléments contextuels fortement empreints du quotidien. Parfois, un mot ou une phrase dans le texte se rapprochant de la vie quotidienne des élèves, peuvent les conduire à activer des connaissances antérieures, les détournant du but de la question et les amenant à en proposer une nouvelle. **Ceci s'explique par une lecture fragmentée du texte qui empêche les élèves de SESC défavorisé d'accéder à la signification globale à partir de l'énoncé de la tâche de sciences.**

3.1.2 Application de stratégies plus ou moins efficaces

Les caractéristiques liées aux raisonnements et stratégies sont centrales dans notre recherche puisqu'elles entraînent des difficultés spécifiques en fonction du SESC des élèves ce qui complète certains résultats sur le sujet (e.g. Lee et al., 2016).

Nos résultats qualitatifs montrent que les élèves de SESC défavorisé et de niveau scolaire bas ont recours à des stratégies peu efficaces comme le matching de mots invalidant. Le recours à cette stratégie montre que **les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire ont plus de difficulté à sélectionner les informations les plus pertinentes,** ce qui va dans le sens de certains résultats de recherche en neurosciences comme ceux de D'Angiulli et al. (2008). Pour rappel, ces auteurs ont montré que les élèves de bas niveau socio-économique portaient autant attention aux informations pertinentes qu'aux non-pertinentes, comme si toutes les informations avaient le même niveau d'importance. Ainsi, ignorer les informations non-pertinentes leur demandent un effort cognitif supplémentaire au niveau du contrôle exécutif.

D'autres comportements stratégiques, comme celui de l'utilisation des références à la vie quotidienne, amènent à des différences selon le SESC des élèves. **Les élèves de SESC défavorisé se servent de leurs connaissances de la vie quotidienne pour fournir une explication, alors que les élèves de SESC favorisé s'en servent pour illustrer leur explication scientifique.**

3.1.3 Déplacement entre les registres langagiers

Ce résultat montre plus spécifiquement que **les élèves de SESC favorisé sont plus à même de faire preuve d'une mobilité discursive,** c'est-à-dire d'effectuer des déplacements dans leur discours passant d'un registre quotidien à celui scientifique et inversement (Nygård Larsson, 2011). Cela les aide, plus spécifiquement quand ils ont un haut niveau scolaire, à maintenir une projection vers une communauté de professions exerçant une autorité scientifique, dans les différentes situations où celle-ci est requise, dont celles faisant fortement référence à la vie quotidienne. Nos résultats corroborent ainsi ceux de Nygård Larsson & Jakobsson (2020), obtenus auprès d'élèves issus d'écoles de SESC élevé et bas, invités à discuter de sujets scientifiques. Les

premiers mêlent un discours scientifique scolaire à celui de la vie quotidienne pour fournir des explications alors que les seconds convoquent uniquement leurs expériences quotidiennes. Ces derniers ne parviennent pas à effectuer les relations nécessaires entre leurs propres expériences et le discours scientifique exigé à l'école.

Nous ajoutons à cela que cette difficulté des élèves de SESC défavorisé à se déplacer entre les registres langagiers du quotidien et ceux spécialisés des sciences empêchent plus spécifiquement les élèves de haut niveau de performance à maintenir une stratégie. En effet, ils ne parviennent pas à mettre en œuvre une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique, lorsque l'item fait fortement référence à la vie quotidienne. Difficulté que nous retrouvons chez les élèves de SESC favorisé et de bas niveau. Cela indique donc une **difficulté des élèves à la fois de SESC défavorisé et de haut niveau scolaire et de SESC favorisé et de bas niveau scolaire à déterminer le positionnement énonciatif requis pour répondre à la question lorsque celle-ci convoque les deux registres langagiers (quotidien et scientifique). Pour les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau, il y a peu de déplacements entre les registres langagiers, quotidien et scientifique.** Ces élèves effectuent le plus souvent une projection vers une communauté proche ou une prise de distance vis-à-vis de l'autorité scientifique, quel que soit le registre langagier employé dans l'item.

Ce résultat va donc dans le sens de l'une de nos hypothèses et la complète, à savoir celle indiquant que les caractéristiques « référence à la vie quotidienne » et « projection » sont probablement très dépendantes du contexte socio-économico-culturel des élèves.

4 Discussion à la lumière des données statistiques et qualitatives

Nous proposons de discuter plus spécifiquement deux résultats majeurs à la lumière des données statistiques et qualitatives, ceux relatifs aux connaissances de contenu et à la référence à la vie quotidienne.

4.1 Connaissances de contenu

La connaissance de contenu fait partie des caractéristiques qui creusent l'écart de réussite des élèves de haut niveau de performance selon leur SESC, c'est-à-dire que, par rapport aux élèves de haut niveau de performance et de SESC favorisé, cette caractéristique diminue davantage les performances des élèves de niveau similaire et de SESC défavorisé. Nos analyses qualitatives vont dans le même sens et montrent, par exemple, que le concept de micro-organismes constitue toujours une difficulté pour ces élèves, tout comme leurs homologues de moyen et bas niveau scolaires. Des conceptions erronées persistent chez certains élèves de haut niveau scolaire et de SESC défavorisé et, bien que ce soit dans une moindre mesure par rapport aux élèves de même

SESC et de plus bas niveau, cela fait la différence par rapport à leurs homologues de SESC favorisé. En comparaison, leurs homologues de SESC favorisé n'activent aucune conception erronée sur les micro-organismes.

Ces résultats viennent nuancer l'une de nos hypothèses concernant la compréhension du savoir. Nous faisions l'hypothèse que celle-ci serait différente selon le niveau de performance des élèves (chapitre 3). Elle semble effectivement l'être mais pas seulement en fonction du niveau de performance, le SESC jouant aussi un rôle puisque certaines lacunes dans les connaissances sur les micro-organismes subsistent chez les élèves de SESC défavorisé, malgré leur haut niveau de performance et ce, contrairement aux élèves de SESC favorisé qui ont de solides connaissances sur les micro-organismes.

4.2 Référence à la vie quotidienne

Nos résultats statistiques montrent qu'un niveau de référence à la vie quotidienne élevé est une caractéristique qui augmente seulement les scores des élèves de haut niveau de performance et de SESC défavorisé, leur permettant ainsi de se rapprocher des scores de leurs homologues de SESC favorisé. Les résultats apportés par nos analyses qualitatives sont beaucoup moins tranchés, puisque des difficultés persistent chez les élèves de SESC défavorisé et de haut niveau avec la référence à la vie quotidienne. Il semble effectivement que du moment où ces élèves activent des références à la vie quotidienne, peu d'entre eux réussissent à les utiliser pour illustrer une explication scientifique. Ils ont plutôt tendance, comme les autres élèves de plus bas niveau, à y avoir recours pour construire leur explication à partir des seules références à la vie quotidienne. De ce fait, lorsqu'une situation fait peu référence à la vie quotidienne, ces élèves arrivent à réaliser une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique mais ne la maintiennent que très rarement dans une situation d'un niveau de référence à la vie quotidienne plus élevé. En comparaison à tous les autres élèves de SESC défavorisé, seul un binôme d'élèves de SESC défavorisé et de haut niveau scolaire de notre échantillon parvient d'une part, à faire usage des références à la vie quotidienne pour illustrer son explication scientifique et d'autre part, à maintenir une projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique.

Bien que ce résultat soit isolé, il semble donc possible pour certains élèves de SESC défavorisé et de haut niveau scolaire en sciences d'adopter des comportements stratégiques similaires aux élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire.

5 Pistes possibles d'interventions

L'étude des processus de réponse adoptés par les élèves au cours de la réalisation de tâches de sciences peut donc réellement permettre d'affiner l'accompagnement et d'être au plus proche des difficultés réellement rencontrées par ceux-ci. Cela facilite la mise en place d'interventions et de remédiations (De Boeck & Jeon, 2019; Vianin, 2020).

Nous insistons également sur le caractère non immuable des difficultés que peuvent rencontrer certains élèves à 15 ans, étant donné que certaines fonctions cognitives continuent à se développer (e.g. Ferguson et al., 2021). Ainsi, Blakemore & Frith (2005) estiment effectivement que la responsabilité d'enseignement reste tout aussi forte durant l'adolescence *: « The research on brain development during adolescence shows that secondary and tertiary education are vital. The brain is still developing during this period, the brain is adaptable, and needs to be moulded and shaped »*[98] *(Blakemore & Frith, 2005, p. 462).* Des interventions sont donc possibles.

5.1 Privilégier l'emploi de certains pronoms en classe

Au vu de nos résultats sur la capacité de projection, il nous semble fondamental d'améliorer les pratiques discursives en classe pour que les élèves apprennent à se positionner de manière plus constante en tant qu'acteur de l'activité scientifique. Nous pensons que cela peut notamment passer par une conscientisation du rôle des pronoms par les enseignant·e·s, afin d'adopter plus systématiquement un positionnement qui ne les place plus comme unique détenteur de l'autorité scientifique (Oliveira, 2010).

5.2 Privilégier une compréhension approfondie de la situation

Pour Hegarty et al. (1995), il semble important de favoriser l'engagement des élèves dans la compréhension approfondie du problème pour éviter qu'ils n'utilisent des stratégies inefficaces. Pour passer moins de temps à réaliser une tâche de sciences, les élèves emploient des stratégies de rapidité qui peuvent fonctionner dans certains cas mais pas systématiquement. Pour que les élèves ne se laissent pas « piéger » par une stratégie inefficace, il faut davantage qu'ils prêtent attention à l'ensemble des éléments présents dans l'item. Dans ce cas, nous pouvons espérer qu'ils parviennent à identifier les limites de la stratégie utilisée et à la changer en cours d'exécution pour

[98] Les recherches sur le développement du cerveau à l'adolescence montrent que l'enseignement secondaire et supérieur est vital. Le cerveau est encore en développement pendant cette période, il est adaptable et a besoin d'être modelé et façonné [traduction libre] *(Blakemore & Frith, 2005, p. 462)*).

une autre plus efficace. Le rôle de l'enseignant est alors primordial pour étayer la démarche de l'élève (Hegarty et al., 1995).

À l'instar de travaux tels que ceux de Voyer & Goulet (2013), nous pensons qu'il est primordial d'expliciter certaines relations entre les éléments présents dans un texte scientifique, pour aider les élèves de SESC défavorisé et de bas niveau à mieux en comprendre les significations sous-jacentes. Cette explicitation pourrait être réalisée à l'oral par l'enseignant·e en classe, lors de sessions de travail basées sur des textes scientifiques, ou intégrée aux différents supports d'exercices.

5.3 Privilégier une pratique en classe de la transposition de l'oral vers l'écrit

Nos résultats indiquent que la construction d'une réponse écrite est particulièrement difficile pour les élèves de SESC défavorisé. Parmi eux, les élèves de haut niveau scolaire parviennent, durant l'entretien d'explicitation, à fournir des éléments de réponse qui indiquent leur compréhension de la situation et de la question. Nous en avons conclu que, pour ces élèves, la difficulté se situait au niveau de la transposition de leurs explications, de la forme orale à la forme écrite. Cela signifie également qu'ils maitrisent davantage la forme orale qu'écrite.

Comme l'explique Lemke (1990), il faut inciter les élèves à travailler cette transposition de l'oral à l'écrit, pour ancrer davantage la pratique de l'écrit dans les habitudes scolaires des élèves : *« Les élèves devraient faire plus d'écriture scientifique pendant le cours, toujours après la discussion orale des sujets. »* (Lemke, 1990).

5.4 Privilégier des interventions pédagogiques précoces

Pour rappel, des études antérieures permettent de constater que l'écart de performance entre les élèves selon leur SESC commence tôt dans la scolarité (Betancur et al., 2018) et tend progressivement à s'accroître avec l'âge (Stumm, 2017). Cela nous interroge donc sur la nécessité de proposer des interventions pédagogiques plus précoces dans la scolarité des élèves, afin d'avoir plus de chances d'agir efficacement sur les écarts de performance entre les élèves. Morgan et al. (2016) précisent que des écarts de réussite en sciences sont observables dès la maternelle et insistent effectivement sur l'importance d'une intervention précoce pour la réussite future.

Par exemple, il semblerait que des pédagogies alternatives, en comparaison à des programmes plus conventionnels, puissent pallier certaines difficultés rencontrées par les élèves de SESC défavorisé dès le plus jeune âge (e.g. Courtier et al., 2021). Ainsi, des fondements pédagogiques différents de ceux plus « traditionnels » pourraient peut-être permettre de combler certaines difficultés des élèves de SESC défavorisé et de bas niveau qui n'ont pas, comme le montrent nos

résultats, assez intégré les bases de la compréhension de l'écrit en science. Il semble intéressant d'envisager la perspective d'une plus large diffusion de certains principes de ces pédagogies, pour des élèves de SESC défavorisé et de bas niveau qui n'y ont encore que très peu accès.

5.5 Améliorer la conception des évaluations en sciences

Les résultats de cette recherche de thèse peuvent permettre de mieux comprendre les difficultés rencontrées par les élèves lors de la réalisation d'une tâche de sciences, selon leur performance scolaire et leur niveau socio-économique et culturel d'appartenance et ce, au-delà de tâches scientifiques telles que celles proposées par PISA. Ainsi, cela pourrait contribuer à aider les enseignant·e·s à mieux cibler ces difficultés dans leur pratique de classe et, notamment à en tenir compte dans leurs propres conceptions d'évaluation. Par exemple, les critères d'évaluation doivent remplir deux conditions apparemment opposées : ils doivent à la fois porter sur des éléments très précis de savoir ou de processus et porter sur la compréhension d'ensemble de la situation (Le Hebel, 2021).

Nous pouvons imaginer que les résultats de ce type d'études contribuent à la prise de conscience des enseignant·e·s vis-à-vis de certaines caractéristiques très défavorables pour des élèves de bas SESC et/ou de faible performance scolaire. Ces caractéristiques ne peuvent être visibles qu'à partir de travaux de recherche ciblés sur cette problématique, ce qui nécessite leur prise en compte spécifique dans la formation des enseignant·e·s. Par exemple, la référence à la vie quotidienne dans une tâche de sciences peut être pénalisante pour certains élèves, et sa prise en compte explicite pourrait aider ces élèves à faire la transition entre le monde de la vie quotidienne et celui de la science de l'école (Phelan et al., 1991). Ceci renvoie à la nécessité d'une conceptualisation d'une distance culturelle entre plusieurs micro-cultures (Aikenhead, 1996). De plus, si l'analyse statistique confirme le rôle discriminatoire de ces caractéristiques selon la performance et le SESC, une attention particulière devra être portée pour mettre à disposition les résultats. En effet la variété des disciplines de référence qui ont été mises en œuvre pour construire ces caractéristiques (didactique des sciences, psychologie, sociologie, sciences du langage, etc.), et leur possible enchevêtrement, conduisent à la nécessité de construire des documents adaptés pour les enseignant·e·s, pour rendre ces résultats opératoires dans leur pratique professionnelle.

6 Perspectives de recherche

6.1 Élargir les techniques de recherche

Étant donné que la passation de PISA s'effectue à présent par ordinateur, nous pouvons imaginer que, des recherches futures sont possibles à partir notamment de l'exploitation des fichiers-journaux[99] (cf. chapitre 1). Par exemple, Michaelides et al. (2020) ont utilisé les données sur le temps passé par les élèves pour répondre à des items PISA Science 2015, ce qui est déjà une donnée très riche comme nous avons pu le voir avec les résultats de nos propres analyses. Le potentiel des fichiers-journaux va plus loin puisqu'ils permettent d'obtenir des données sur les actions exécutées par les élèves au cours de la tâche : par exemple, clic, double-clic, mouvement du curseur, glisser-déposer et modifications de la zone de texte ainsi que le temps de réalisation de chaque action (Teig et al., 2020), ce qui peut constituer de précieuses informations complémentaires pour mieux comprendre les difficultés des élèves selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences.

Néanmoins, certaines variations ne peuvent pas toujours être observées grâce à cette méthodologie, c'est pourquoi Maddox et al. (2018) incitent à l'utilisation de l'eye tracking car selon eux : *« The eye tracking observations help to fill an 'explanatory gap' by providing data on variation in item response processes that are not captured by other sources of process data such as think aloud protocols or computer-generated log files »*[100] (Maddox et al., 2018, p. 543).

Il pourrait effectivement être intéressant d'avoir recours dans nos recherches à l'eye tracking, car l'enregistrement des mouvements oculaires pourrait notamment nous indiquer quelles informations, dans une tâche de sciences, requièrent plus d'attention de la part des élèves selon leur profil (SESC et niveau de performance). Certains appareils d'eye-tracking impliquent de maintenir une position statique de la tête et se limitent parfois à un enregistrement individuel (un seul élève face à un ordinateur) mais cette technologie est de plus en plus sophistiquée et moins contraignante qu'auparavant ce qui, nous le supposons, pourrait nous permettre une passation en binôme.

---

[99] « An asset of log-files is that they are a straightforward source of information containing data on every single behavioral action of each student » (Un atout des fichiers journaux est qu'ils constituent une source directe d'informations contenant des données sur chaque action comportementale de chaque élève [traduction libre] (voir Greiff et al., 2015).

[100] Les observations de suivi oculaire aident à combler une « lacune explicative » en fournissant des données sur la variation des processus de réponse aux items qui ne sont pas capturées par d'autres sources de données de processus comme les protocoles de réflexion à voix haute ou les fichiers journaux générés par ordinateur. » [traduction libre] (Maddox et al., 2018, p. 543).

6.2 Évaluation plus poussée des stratégies

Au-delà des stratégies que nous avons codées dans notre analyse *a priori,* les élèves peuvent utiliser une très large palette de stratégies cognitives et métacognitives au cours de la réalisation d'une tâche. Notre étude statistique a déjà révélé que la catégorie de caractéristiques relatives aux stratégies et raisonnements était particulièrement susceptible de faire varier les performances des élèves selon leur SESC. À la suite de cette constatation, nous nous demandons si nous ne pourrions pas aussi identifier des disparités, selon le SESC des élèves, en termes d'application d'autres stratégies cognitives et métacognitives comme celles observées par Diken (2020) à partir d'enregistrements audio-vidéos portant sur des questions basées sur la biologie.

BIBLIOGRAPHIE

Abedi, J., & Lord, C. (2001). The Language Factor in Mathematics Tests. *Applied Measurement in Education*, *14*(3), 219-234. https://doi.org/10.1207/S15324818AME1403_2

Ahmed, A., & Pollitt, A. (1999). *Curriculum Demands and Question Difficulty*. Paper presented at IAEA Conference, Slovenia, May.

Ahmed, A., & Pollitt, A. (2000). *Observing Context in Action*.

Ahmed, A., & Pollitt, A. (2007). Improving the quality of contextualized questions : An experimental investigation of focus. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, *14*(2), 201-232. https://doi.org/10.1080/09695940701478909

Ahmed, A., & Pollitt, A. (2010). The Support Model for interactive assessment. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, *17*(2), 133-167. https://doi.org/10.1080/09695941003694425

Aikenhead, G. S. (1996). Science Education : Border Crossing into the Subculture of Science. *Studies in Science Education*, *27*(1), 1-52. https://doi.org/10.1080/03057269608560077

Ainsworth, S. (2008). How do animations influence learning? In D. H. Robinson & G. Schraw (Éds.), *Recent innovations in educational technology that facilitate student learning*. Information Age Pub.

Airey, J., & Linder, C. (2009). A disciplinary discourse perspective on university science learning : Achieving fluency in a critical constellation of modes. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(1), 27-49. https://doi.org/10.1002/tea.20265

Aldon, G., & Bécu-Robinault, K. (2013). Modélisation et représentations des états de l'eau par des élèves de SEGPA. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *8*, 9-22. https://doi.org/10.4000/rdst.758

Alibali, M. W., & Nathan, M. J. (2012). Embodiment in Mathematics Teaching and Learning : Evidence From Learners' and Teachers' Gestures. *Journal of the Learning Sciences*, *21*(2), 247-286. https://doi.org/10.1080/10508406.2011.611446

Alivernini, F., & Manganelli, S. (2015). Country, School and Students Factors Associated with Extreme Levels of Science Literacy Across 25 Countries. *International Journal of Science Education*, *37*(12), 1992-2012. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1060648

Amadieu, F., Tricot, A., & Mariné, C. (2011). Comprendre des documents non-linéaires : Quelles ressources apportées par les connaissances antérieures ? *L'année psychologique*, *111*(2), 359-408. http://www.cairn.info/revue-l-annee-psychologique1-2011-2-page-359.htm

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing : A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman Publishing, Londres.

Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A., & Wong, B. (2015). "Science capital" : A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital

beyond the arts. *Journal of Research in Science Teaching*, *52*(7), 922-948. https://doi.org/10.1002/tea.21227

Archer, L., DeWitt, J., & Willis, B. (2014). Adolescent boys' science aspirations : Masculinity, capital, and power. *Journal of Research in Science Teaching*, *51*(1), 1-30. https://doi.org/10.1002/tea.21122

Arffman, I. (2016). Threats to validity when using open-ended items in international achievement studies : Coding responses to the PISA 2012 problem-solving test in Finland. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *60*(6), 609-625. https://doi.org/10.1080/00313831.2015.1066429

Arnold, J. (2012). *Addressing the balance of agency in science classrooms (PhD thesis)*. The University of Melbourne.

Arnold, J., & Clarke, D. J. (2014). What is 'Agency'? Perspectives in Science Education Research. *International Journal of Science Education*, *36*(5), 735-754. https://doi.org/10.1080/09500693.2013.825066

Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y., & Toussaint, J. (2008). Représentation (ou conception). In *Mots-clés de la didactique des sciences: Vol. 2e éd.* (p. 147-157). De Boeck Supérieur. http://www.cairn.info/mots-cles-de-la-didactique-des-sciences--9782804157166-page-147.htm

Avvisati, F. (2020). The measure of socio-economic status in PISA : A review and some suggested improvements. *Large-Scale Assessments in Education*, *8*(1), 8. https://doi.org/10.1186/s40536-020-00086-x

Azen, R., & Budescu, D. V. (2003). The dominance analysis approach for comparing predictors in multiple regression. *Psychological Methods*, *8*(2), 129-148. https://doi.org/10.1037/1082-989x.8.2.129

Azen, R., & Budescu, D. V. (2006). Comparing Predictors in Multivariate Regression Models : An Extension of Dominance Analysis. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, *31*(2), 157-180. JSTOR. https://www.jstor.org/stable/3701363

Azorin, J.-M., & Cameron, R. (2010). The Application of Mixed Methods in Organisational Research : A Literature Review. *Electronic Journal of Business Research Methods*, *8*, 95-105.

Azzolini, D., Bazoli, N., Liévore, I., Schizzerotto, A., & Vergolini, L. (2019). *Beyond achievement : A comparative look into 15 year olds' school engagement, effort and perseverance in the European Union*. Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/doi/10.2766/98129

Baddeley, A. D. (2017). The concept of working memory : A view of its current state and probable future development. In *Exploring Working Memory : Selected Works of Alan Baddeley*. Routledge.

Bagga, Dr. D. K., Agrawal, Dr. P., Nanda, Dr. M., Tiwari, Dr. S., Singh, Dr. A., & Kumar Shahi, Dr. P. (2020). Errors in hypothesis testing : An overview. *International journal of scientific research*, *9*(1). https://doi.org/DOI : 10.36106/ijsr

Balas-Chanel, A. (2002). L'Entretien d'explicitation. Accompagner l'apprenant vers la métacognition explicite. *Recherches & éducations*, *1*, Article 1. https://doi.org/10.4000/rechercheseducations.159

Baran, M. (2010). Teaching multi-methodology research courses to doctoral students. *International Journal of Multiple Research Approaches*, *4*(1), 19-27. https://doi.org/10.5172/mra.2010.4.1.019

Bart, D., Daunay, B., & Belaid Mhirsi, C. (2018). Les problèmes de traduction dans le PISA : Les limites de la standardisation des tests de compréhension. *Lidil. Revue de linguistique et de didactique des langues*, *57*, Article 57. https://doi.org/10.4000/lidil.4936

Baucal, A., Babić, D., & Josic, S. (2018). Dialogical PISA : Correct answers are all alike, every incorrect answer is incorrect in its own way. *European Journal of Psychology of Education*. https://doi.org/10.1007/s10212-018-0371-3

Bautier, É., Crinon, J., Delarue-Breton, C., & Marin, B. (2012). Les textes composites : Des exigences de travail peu enseignées ? *Repères. Recherches en didactique du français langue maternelle*, *45*, 63-79. https://doi.org/10.4000/reperes.136

Bautier, É., & Rayou, P. (2013). La littératie scolaire : Exigences et malentendus. Les registres de travail des élèves. *Éducation et didactique*, *7*(7-2), 29-46. https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1721

Bautier, É., & Rochex, J.-Y. (1997). Ces malentendus qui font les différences. In J.-P. Terrail (Éd.), *La scolarisation de la France : Critique de l'état des lieux* (p. 105-122). la Dispute.

Bécu-Robinault, K. (2015). *Un cadre épistemo--sémiotique pour concevoir des séances et analyser des pratiques d'étude et d'enseignement de la physique* [HDR, Université Toulouse Jean-Jaurès]. https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-01237838

Beltrame, F. (2006). *Comportement non verbal et situation d'interaction : Quand la gestuelle des mains revendique un rôle cognitif de support des représentations pour la résolution de problème* [Phdthesis, Université Nancy 2]. https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01776559

Bergqvist, E., & Österholm, M. (2010). A theoretical model of the connection between the process of reading and the process of solving mathematical tasks. *Mathematics and Mathematics Education: Cultural and Social Dimensions: Proceedings of MADIF 7*, 47-57.

Bergqvist, E., Theens, F., & Österholm, M. (2018). The role of linguistic features when reading and solving mathematics tasks in different languages. *The Journal of Mathematical Behavior*, *51*, 41-55. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2018.06.009

Bernard, F. (2017). Modèles cognitifs de la compréhension de textes. *Neuropsychologie*, 1-22. http://www.cairn.info/les-mecanismes-de-la-lecture--9782353273829-page-1.htm

Bernigole, V., Bret, A., Roussel, L., & Verlet, I. (2019). *PISA 2018 : Culture mathématique, culture scientifique et vie de l'élève* [Note d'information décembre]. MENESR-DEPP.

Betancur, L., Votruba-Drzal, E., & Schunn, C. (2018). Socioeconomic gaps in science achievement. *International Journal of STEM Education*, *5*(1), 38. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0132-5

Bianco, M. (2010). La compréhension de textes : Peut-on l'apprendre et l'enseigner? In M. Crahay & M. Dutrevis (Éds.), *Psychologie des apprentissages scolaires* (p. 230-256). De Boeck.

Bianco, M. (2014). *Propositions pour une programmation de l'enseignement de la compréhension en lecture*. Conseil supérieur des programmes, ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Bianco, M. (2016). *Du langage oral à la compréhension de l'écrit*. Presses universitaires de Grenoble. http://www.cairn.info/du-langage-oral-a-la-comprehension-de-l-ecrit--9782706124334.htm

Blakemore, S.-J., & Frith, U. (2005). The learning brain : Lessons for education: a précis. *Developmental Science*, *8*(6), 459-465. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00434.x

Blanc, N., & Brouillet, D. (2003). *Mémoire et compréhension : Lire pour comprendre*. In Press.

Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? : A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, *94*(4), 577-616. https://doi.org/10.1002/sce.20390

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1 : Cognitive Domain* (2nd edition Edition edition). Addison-Wesley Longman Ltd.

Bloor, M., & Wood, F. (2006). *Keywords in Qualitative Methods : A Vocabulary of Research Concepts* (1er édition). SAGE Publications Ltd.

Boaler, J. (1993). Encouraging the transfer of 'school' mathematics to the 'real world' through the integration of process and content, context and culture. *Educational Studies in Mathematics*, *25*(4), 341-373. https://doi.org/10.1007/BF01273906

Bodin, A., de Hosson, C., Décamp, N., Grapin, N., & Vrignaud, P. (2016). *Acquis des élèves : Comprendre les évaluations internationales PISA et TIMSS* (Vol. 2). Paris: Cnesco.

Bodin, A., & Grapin, N. (2018). Un regard didactique sur les évaluations du PISA et de la TIMSS : Mieux les comprendre pour mieux les exploiter. *Mesure et évaluation en éducation*, *41*(1), 67-96. https://doi.org/10.7202/1055897ar

Boekaerts, M., & Corno, L. (2005). Self-Regulation in the Classroom : A Perspective on Assessment and Intervention. *Applied Psychology*, *54*, 199-231. https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2005.00205.x

Bonnéry, S. (2007). *Comprendre l'échec scolaire. Élèves en difficultés et dispositifs pédagogiques*. La Dispute. https://hal-univ-paris8.archives-ouvertes.fr/hal-01082966

Borst, G. (2016). Raisonnement et apprentissages des sciences : Résistance cognitive, heuristiques et conceptions naïves. *Administration Education*, *N° 152*(4), 25-31. https://www.cairn.info/revue-administration-et-education-2016-4-page-25.htm

Bret, A., Keskpaik, S., Roussel, L., & Verlet, I. (2016a). *Les élèves de 15 ans en France selon PISA 2015 en culture scientifique : Des résultats stables, toujours marqués par de fortes inégalités* [Note d'information décembre]. MENESR-DEPP.

Bret, A., Keskpaik, S., Roussel, L., & Verlet, I. (2016b). Les élèves de 15 ans en France selon PISA 2015 en culture scientifique : Des résultats stables, toujours marqués par de fortes inégalités. *Ministère de l'Éducation nationale*. http://www.education.gouv.fr/cid54175/les-eleves-de-15-ans-en-france-selon-pisa-2015-en-culture-scientifique-des-resultats-stables-toujours-marques-par-de-fortes-inegalites.html

Brousse, C. (2008). L'édition 2008 de la classification internationale type des professions. *Courrier des statistiques*, *125*, 5.

Bruner, J. (1960). *The Process of Education*. Harvard University Press.

Brunyé, T. T., Ditman, T., Mahoney, C. R., Augustyn, J. S., & Taylor, H. A. (2009). When You and I Share Perspectives : Pronouns Modulate Perspective Taking During Narrative Comprehension. *Psychological Science*, *20*(1), 27-32. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02249.x

Budescu, D. V. (1993). Dominance analysis : A new approach to the problem of relative importance of predictors in multiple regression. *Psychological Bulletin*, *114*(3), 542-551. https://doi.org/10.1037/0033-2909.114.3.542

Bühler, È.-A., Cavaillé, F., & Gambino, M. (2006). Le jeune chercheur et l'interdisciplinarité en sciences sociales. Des pratiques remises en question. *Natures Sciences Sociétés*, *14*(4), 392-398. https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2006-4-page-392.htm

Busse, A., & Ferri, R. B. (2003). Methodological reflections on a three-step-design combining observation, stimulated recall and interview. *ZDM – Mathematics Education*, *35*(6), 257-264. https://doi.org/10.1007/BF02656690

Bybee, R. W. (2006). Scientific Inquiry And Science Teaching. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Éds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science : Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (p. 1-14). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_1

Byrne, J. (2011). Models of Micro-Organisms : Children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, *33*(14), 1927-1961. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.536999

Byrne, J., Grace, M., & Hanley, P. (2009). Children's anthropomorphic and anthropocentric ideas about micro-organisms. *Journal of Biological Education*, *44*(1), 37-43. https://doi.org/10.1080/00219266.2009.9656190

Byrnes, J. P., & Miller, D. C. (2007). The relative importance of predictors of math and science achievement : An opportunity–propensity analysis. *Contemporary Educational Psychology*, *32*(4), 599-629. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2006.09.002

Campbell, A. E., Davis, G. E., & Adams, V. M. (2007). Cognitive Demands and Second-Language Learners : A Framework for Analyzing Mathematics Instructional Contexts. *Mathematical Thinking and Learning*, *9*(1), 3-30. https://doi.org/10.1080/10986060709336603

Carney, R. N., & Levin, J. R. (2002). Pictorial Illustrations Still Improve Students' Learning from Text. *Educational Psychology Review*, *14*(1), 5-26. https://doi.org/10.1023/A:1013176309260

Cerdán, R., Gilabert, R., & Vidal-Abarca, E. (2011a). Selecting information to answer questions : Strategic individual differences when searching texts. *Learning and Individual Differences*, *21*(2), 201-205. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.11.007

Cerdán, R., Gilabert, R., & Vidal-Abarca, E. (2011b). Selecting information to answer questions : Strategic individual differences when searching texts. *Learning and Individual Differences*, *21*(2), 201-205. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.11.007

Cerdán, R., Vidal-Abarca, E., Martínez, T., Gilabert, R., & Gil, L. (2009). Impact of question-answering tasks on search processes and reading comprehension. *Learning and Instruction*, *19*(1), 13-27. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.12.003

Cervetti, G. N., Pearson, P. D., & Wilkinson, L. C. (2018). Reading and Understanding Science Texts. In A. L. Bailey, C. A. Maher, & L. C. Wikinson (Éds.), *Language, Literacy, and Learning in the STEM Disciplines : How Language Counts for English Learners* (Routledge, Taylor&Francis Group, p. 79-100). Alison L. Bailey, Carolyn A. Maher, Louise C. Wilkinson. https://experts.syr.edu/en/publications/language-literacy-and-learning-in-the-stem-disciplines-how-langua

Chabault, V. (2008). Sur-éducation et déclassement socioprofessionnel dans l'accès à l'emploi : État des lieux des publications nord-américaines et françaises. *Revue des sciences de l'éducation*, *34*(1), 185-202. https://doi.org/10.7202/018996ar

Chanquoy, L., Tricot, A., & Sweller, J. (2007). *La charge cognitive*. Armand Colin.

Chanudet, M. (2019). La place de la verbalisation dans l'activité de résolution de problèmes en mathématiques : Le cas du problème des portes de prison. *Raisons educatives*, *N° 23*(1), 125-151. http://www.cairn.info/revue-raisons-educatives-2019-1-page-125.htm

Chen, J., Zhang, Y., Wei, Y., & Hu, J. (2019). Discrimination of the Contextual Features of Top Performers in Scientific Literacy Using a Machine Learning Approach. *Research in Science Education*. https://doi.org/10.1007/s11165-019-9835-y

Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glaser, R. (1981). Categorization and Representation of Physics Problems by Experts and Novices*. *Cognitive Science*, *5*(2), 121-152. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0502_2

Classick, R., Gambhir, G., Liht, J., Sharp, C., & Wheater, R. (2021). PISA 2018 Additional Analyses : What Differentiates Disadvantaged Pupils Who Do Well in PISA from Those Who Do Not? In *National Foundation for Educational Research*. National Foundation for Educational Research. https://eric.ed.gov/?id=ED612752

Clement, L., & Bernhard, J. (2005). A Problem-Solving Alternative to Using Key Words. *Mathematics Teaching In the Middle School*, *10*, 360-365. https://doi.org/10.5951/MTMS.10.7.0360

Cnesco. (2016a). *Acquis des élèves : Comprendre les évaluations internationales PISA et TIMSS: Vol. Volume 1: Analyse comparative des cadres de référence des deux enquêtes*.

Cnesco. (2016b). *Inégalités sociales et migratoires. Comment l'école amplifie-t-elle les inégalités ?*

CNIS. (2009). *Nomenclatures socioprofessionnelles internationales* (p. 47).

Cohen, P., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2014). *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences* (2e éd.). Psychology Press. https://doi.org/10.4324/9781410606266

Cook, S. W., Yip, T. K. Y., & Goldin-Meadow, S. (2012). Gestures, but not meaningless movements, lighten working memory load when explaining math. *Language and Cognitive Processes*, *27*(4), 594-610. https://doi.org/10.1080/01690965.2011.567074

Cookson, P. W. (2020). Measuring Student Socioeconomic Status : Toward a Comprehensive Approach. School Finance Series. In *Learning Policy Institute*. Learning Policy Institute. https://eric.ed.gov/?id=ED606617

Cooper, B., & Dunne, M. (1998). Anyone for Tennis? Social Class Differences in Children's Responses to National Curriculum Mathematics Testing. *The Sociological Review*, *46*, 115-148. https://doi.org/10.1111/1467-954X.00092

Cooper, B., & Dunne, M. (2000). *Assessing Children's Mathematical Knowledge : Social Class, Sex and Problem-Solving* (Open University Press).

Cosnefroy, O., & Sabatier, C. (2011). Estimation de l'importance relative des prédicteurs dans un modèle de régression multiple. Intérêt et limites des méthodes récentes. *L' Année psychologique*, *Vol. 111*(2), 253-289. https://www.cairn.info/revue-l-annee-psychologique1-2011-2-page-253.htm

Courtier, P., Gardes, M.-L., Van der Henst, J.-B., Noveck, I. A., Croset, M.-C., Epinat-Duclos, J., Léone, J., & Prado, J. (2021). Effects of Montessori Education on the Academic, Cognitive, and Social Development of Disadvantaged Preschoolers : A Randomized Controlled Study in the French Public-School System. *Child Development*, *92*(5), 2069-2088. https://doi.org/10.1111/cdev.13575

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed-methods research* (3e éd.). SAGE Publications, London, England.

Crisp, V., & Grayson, R. (2013). Modelling question difficulty in an A level physics examination. *Research Papers in Education*, *28*(3), 346-372. https://doi.org/10.1080/02671522.2012.673005

Cromley, J. G. (2009). Reading Achievement and Science Proficiency : International Comparisons From the Programme on International Student Assessment. *Reading Psychology*, *30*(2), 89-118. https://doi.org/10.1080/02702710802274903

Cronbach, L. J., & Snow, R. E. (1981). *Aptitudes and instructional methods : A handbook for research on interactions*. New York : Irvington.

Cruz Neri, N., Guill, K., & Retelsdorf, J. (2021). Language in science performance : Do good readers perform better? *European Journal of Psychology of Education*, *36*(1), 45-61. https://doi.org/10.1007/s10212-019-00453-5

Cummins, D. D., Kintsch, W., Reusser, K., & Weimer, R. (1988). The role of understanding in solving word problems. *Cognitive Psychology*, *20*(4), 405-438. https://doi.org/10.1016/0010-0285(88)90011-4

D'Angiulli, A., Weinberg, J., Grunau, R., Hertzman, C., & Grebenkov, P. (2008). Towards a Cognitive Science of Social Inequality : Children's attention-related ERPs and cortisol vary with their socioeconomic status. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, *30*(30). https://escholarship.org/uc/item/7c26j9hc

Dargue, N., Sweller, N., & Jones, M. P. (2019). When our hands help us understand : A meta-analysis into the effects of gesture on comprehension. *Psychological Bulletin*, *145*(8), 765-784. https://doi.org/10.1037/bul0000202

De Boeck, P., & Cho, S.-J. (2020). IRTree Modeling of cognitive processes based on outcome and intermediate date. In H. Jiao & R. W. Lissitz (Éds.), *Innovative Psychometric Modeling and Methods* (Information Age Publishing Inc.). IAP.

De Boeck, P., & Jeon, M. (2019). An Overview of Models for Response Times and Processes in Cognitive Tests. *Frontiers in Psychology*, *10*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00102

Delarue-Breton, C., & Bautier, É. (2015). Nouvelle littératie scolaire et inégalités des élèves : Une production de significations différenciée. *Le français aujourd'hui*, *190*, 51-60. https://www.cairn.info/load_pdf.php?download=1&ID_ARTICLE=LFA_190_0051

Demeuse, M., Frandji, D., Greger, D., & Rochex, J.-Y. (2008). *Les politiques d'éducation prioritaire en Europe. Tome II : Quel devenir pour l'égalité scolaire ?* ENS Éditions.

Dempster, E. R. (2006). *Strategies for answering multiple choice questions among south African learners : What can we learn from TIMSS 2003*. 323-336.

Dempster, E. R. (2007). Textual strategies for answering multiple choice questions among South African learners : What can we learn from TIMSS 2003? *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, *11*(1), 47-60. https://doi.org/10.1080/10288457.2007.10740611

Dempster, E. R., & Reddy, V. (2007). Item readability and science achievement in TIMSS 2003 in South Africa. *Science Education*, *91*(6), 906-925. https://doi.org/10.1002/sce.20225

Depover, C., & Noël, B. (Éds.). (1999). *L'évaluation des compétences et des processus cognitifs : Modèles, pratiques et contextes*. De Boeck-Université.

Dermitzaki, I., Andreou, G., & Paraskeva, V. (2008). High and Low Reading Comprehension Achievers' Strategic Behaviors and Their Relation to Performance in a Reading Comprehension Situation. *Reading Psychology*, *29*(6), 471-492. https://doi.org/10.1080/02702710802168519

Derolez, S., & Bécu-Robinault, K. (2019, mai 15). *Influence des éléments fictionnels de scénarisation dans la résolution de problèmes en physique au collège*. Telling Science, Drawing Science - Science en récit, Science en images, 2e édition. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02082555

DeWitt, J., & Osborne, J. (2010). Recollections of Exhibits : Stimulated-recall interviews with primary school children about science centre visits. *International Journal of Science Education*, *32*(10), 1365-1388. https://doi.org/10.1080/09500690903085664

Dhillon, D. (2011). *Predictive models of question difficulty—A critical review of the literature*. Manchester : AQA Centre for Education Research and Policy.

Di Fabio, M.-L., Senecal, S., Léger, P.-M., & Charland, P. (2018). L'influence de la gestuelle sur la charge cognitive en contexte d'apprentissage des mathématiques sur application éducative numérique. *Neuroeducation*, *5*, 13-25. https://doi.org/10.24046/neuroed.20180501.13

Di Leo, G., & Sardanelli, F. (2020). Statistical significance : P value, 0.05 threshold, and applications to radiomics—reasons for a conservative approach. *European Radiology Experimental*, *4*(1), 18. https://doi.org/10.1186/s41747-020-0145-y

Diken, E. H. (2020). Cognitive and metacognitive strategies of 6th-grade students to answer multiple-choice questions on "human body systems". *International Journal of Curriculum and Instruction*, *12*(2), 436-456. http://ijci.wcci-international.org/index.php/IJCI/article/view/435

Dölek, O., & Hamzadayi, E. (2018). Comparison of Writing Skills of Students of Different Socioeconomic Status. *International Journal of Progressive Education*, *14*(6), 117-131.

Dong, D. (2020). *What do We Know about Context : An Integrated Analysis of Context Characteristics of Science Assessment Items* [Thesis]. https://digital.lib.washington.edu:443/researchworks/handle/1773/45482

Dorion, K. (2011). A learner's tactic : How secondary students' anthropomorphic language may support learning of abstract Science concepts. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, *15*(2). https://ejrsme.icrsme.com/article/view/8552

Drouin, A.-M. (1987). Des images et des sciences. *Aster*, *4*(4, p. 1). https://doi.org/10.4267/2042/9175

Du, X., & Wong, B. (2019). Science career aspiration and science capital in China and UK : A comparative study using PISA data. *International Journal of Science Education*, *41*(15), 2136-2155. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1662135

Duclos, M., Le Hebel, F., Tiberghien, A., Montpied, P., & Fontanieu, V. (2021). Élaboration d'un modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique des élèves. *Éducation et didactique*, *15*(15-3), 103-131. https://doi.org/10.4000/educationdidactique.9274

Duncan, G. J., Yeung, W. J., Brooks-Gunn, J., & Smith, J. R. (1998). How Much Does Childhood Poverty Affect the Life Chances of Children? *American Sociological Review*, *63*(3), 406-423. https://doi.org/10.2307/2657556

Duru-Bellat, M. (2015). *Les inégalités sociales à l'école : Genèse et mythes*. Presses Universitaires de France.

Dyrvold, A. (2020). Relations between semiotic resources in mathematics tasks : A source of students' difficulties. *Research in Mathematics Education*, *0*(0), 1-19. https://doi.org/10.1080/14794802.2019.1689160

El Masri, Y. H., Ferrara, S., Foltz, P. W., & Baird, J.-A. (2017). Predicting item difficulty of science national curriculum tests : The case of key stage 2 assessments. *The Curriculum Journal*, *28*(1), 59-82. https://doi.org/10.1080/09585176.2016.1232201

Engle, R. W. (2001). What is working memory capacity? In *The nature of remembering : Essays in honor of Robert G. Crowder* (p. 297-314). American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/10394-016

Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review*, *87*(3), 215-251. https://doi.org/10.1037/0033-295X.87.3.215

Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1987). Verbal reports on thinking. In *Introspection in second language research* (p. 24-53). Multilingual Matters.

Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol Analysis : Verbal Reports as Data* (revised edition). MIT Press.

Eriksson, K., Helenius, O., & Ryve, A. (2019). Using TIMSS items to evaluate the effectiveness of different instructional practices. *Instructional Science*, *47*(1), 1-18. https://doi.org/10.1007/s11251-018-9473-1

Eriksson, K., Lindvall, J., Helenius, O., & Ryve, A. (2021). Socioeconomic Status as a Multidimensional Predictor of Student Achievement in 77 Societies. *Frontiers in Education*, *6*. https://www.frontiersin.org/article/10.3389/feduc.2021.731634

Erola, J., Jalonen, S., & Lehti, H. (2016). Parental education, class and income over early life course and children's achievement. *Research in Social Stratification and Mobility*, *44*, 33-43. https://doi.org/10.1016/j.rssm.2016.01.003

Faingold, N. (2011). La formation à l'entretien d'explicitation comme recherche-action sur soi. *Expliciter*, *89*, 9.

Fang, Z. (2005). Scientific literacy : A systemic functional linguistics perspective. *Science Education*, *89*(2), 335-347. https://doi.org/10.1002/sce.20050

Fang, Z. (2006). The Language Demands of Science Reading in Middle School. *International Journal of Science Education*, *28*(5), 491-520. https://doi.org/10.1080/09500690500339092

Fang, Z. (2014). Disciplinary Literacy in Science : Developing Science Literacy through Trade Books. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, *57*(4), 274-278. https://doi.org/10.1002/jaal.250

Fawcett, L. M., & Garton, A. F. (2005). The effect of peer collaboration on children's problem-solving ability. *British Journal of Educational Psychology*, *75*(2), 157-169. https://doi.org/10.1348/000709904X23411

Fayol, M. (2003, décembre). *La compréhension : Évaluation, difficultés et interventions* [Communication présentée lors de la conférence de consensus sur l'enseignement de la lecture à l'école, Paris, France].

Felouzis, G., & Charmillot, S. (2012a). *Les enquêtes PISA*. Presses Universitaires de France. http://www.cairn.info/les-enquetes-pisa--9782130594574.htm

Felouzis, G., & Charmillot, S. (2012b). Comment sont construites les enquêtes PISA ? In *Que sais-je?* (p. 13-46). Presses Universitaires de France. https://www.cairn.info/feuilleter.php?ID_ARTICLE=PUF_FELOU_2012_01_0013

Ferguson, H. J., Brunsdon, V. E. A., & Bradford, E. E. F. (2021). The developmental trajectories of executive function from adolescence to old age. *Scientific Reports*, *11*(1), 1382. https://doi.org/10.1038/s41598-020-80866-1

Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2016). Effects of observing the instructor draw diagrams on learning from multimedia messages. *Journal of Educational Psychology*, *108*(4), 528-546. https://doi.org/10.1037/edu0000065

Fiorella, L., van Gog, T., Hoogerheide, V., & Mayer, R. E. (2017). It's all a matter of perspective : Viewing first-person video modeling examples promotes learning of an assembly task. *Journal of Educational Psychology*, *109*(5), 653-665. https://doi.org/10.1037/edu0000161

Fondeur, Y., & Minni, C. (2004). L'emploi des jeunes au cœur des dynamiques du marché du travail. *Économie et Statistique*, *378-379*.

Ford, M. J., & Wargo, B. M. (2012). Dialogic framing of scientific content for conceptual and epistemic understanding. *Science Education*, *96*(3), 369-391. https://doi.org/10.1002/sce.20482

Foucart, T. (2006). Colinéarité et régression linéaire. *Mathématiques et sciences humaines. Mathematics and social sciences*, *173*. https://doi.org/10.4000/msh.2963

Fourès, A. (2021). La capacité d'action. Un moteur de la transition professionnelle. In A.-M. Costalat-Founeau & A. Fourès, *Dynamique identitaire et déclassement professionnel des jeunes diplômés d'un bac+5* (p. 97-120). Érès. http://www.cairn.info/la-capacite-d-action--9782749270210-page-97.htm

Fraga, F. B. F. F. (2018). Towards an Evolutionary Perspective in Teaching and Popularizing Microbiology. *Journal of Microbiology & Biology Education*, *19*(1). https://doi.org/10.1128/jmbe.v19i1.1531

Fusch, P., Fusch, G., & Ness, L. (2018). Denzin's Paradigm Shift : Revisiting Triangulation in Qualitative Research. *Journal of Social Change*, *10*(1). https://doi.org/10.5590/JOSC.2018.10.1.02

Gamazo, A., & Martínez-Abad, F. (2020). An Exploration of Factors Linked to Academic Performance in PISA 2018 Through Data Mining Techniques. *Frontiers in Psychology*, *11*. https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2020.575167

Ganzeboom, H. (2010, mai 1). *A new International Socio-Economic Index (ISEI) of occupational status for the International Standard Classification of Occupation 2008 (ISCO-08) constructed with data from the ISSP 2002–2007*. In Proceedings of the Annual Conference of International Social Survey Programme, Lisbon, Portugal.

Gardair, E. (2007). Heuristiques et biais : Quand nos raisonnements ne répondent pas nécessairement aux critères de la pensée scientifique et rationnelle. *Revue Électronique de Psychologie Sociale*, 35-46.

Gaussel, M., & Reverdy, C. (2013). Neurosciences et éducation : La bataille des cerveaux. *Dossier de veille de l'IFÉ*, *86*, http://ife.ens-lyon.fr/vst/DA/detailsDossier.php?parent=accueil&dossier=86 & lang=fr. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01657230

Gellert, U., & Jablonka, E. (2009). The demathematising effect of technology. In *Critical issues in mathematics education* (p. 19-24). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

Giasson, J. (2008). *La compréhension en lecture* (3e édition). De Boeck Supérieur.

Gilbert, J. K., Osborne, R. J., & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, *66*(4), 623-633. https://doi.org/10.1002/sce.3730660412

Giordan, A., & De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir : Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel, Paris : Delachaux et Niestlé.

Giordan, A., Girault, Y., & Clément, P. (1994). *Conceptions et connaissances*. Berne: Peter Lang.

Giret, J.-F., Nauze-Fichet, E., & Tomasini, M. (2006). Le déclassement des jeunes sur le marché du travail. In *Données sociales : La société française 2006* (p. 307-314). INSEE.

Goldin-Meadow, S., Nusbaum, H., Kelly, S. D., & Wagner, S. (2001). Explaining Math : Gesturing Lightens the Load. *Psychological Science*, *12*(6), 516-522. https://doi.org/10.1111/1467-9280.00395

Goldman, S. R., & Bisanz, G. L. (2002). Toward a functional analysis of scientific genres : Implications for understanding and learning processes. In J. Otero, J. A. Le¢n, & A. C. Graesser (Éds.), *The psychology of science text comprehension* (p. 19-50). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Gorard, S., & See, B. H. (2009). The impact of socio-economic status on participation and attainment in science. *Studies in Science Education*, *45*(1), 93-129. https://doi.org/10.1080/03057260802681821

Gouvea, J. S., & Simon, M. R. (2018). Challenging Cognitive Construals : A Dynamic Alternative to Stable Misconceptions. *CBE—Life Sciences Education*, *17*(2), ar34. https://doi.org/10.1187/cbe.17-10-0214

Goux, D., & Maurin, É. (2019). Quarante ans d'évolution de l'offre et de la demande de travail par qualification – Progrès technique, coût du travail et transformation sociale. *Économie et Statistique*, *510-511-512*, 135-152.

Grapin, N., & Sayac, N. (2017). Évaluer la maîtrise de la numération écrite chiffrée : Choix du format QCM et validité d'items d'évaluations externes. *Éducation et didactique*, *11*(11-3), 55-72. https://doi.org/10.4000/educationdidactique.2836

Greiff, S., Wüstenberg, S., & Avvisati, F. (2015). Computer-generated log-file analyses as a window into students' minds? A showcase study based on the PISA 2012 assessment of problem solving. *Computers & Education*, *91*, 92-105. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.10.018

Grice, P. (1989). *Studies in the Way of Words*. Harvard University Press.

Grisay, A. (2003). Translation procedures in OECD/PISA 2000 international assessment. *Language Testing*, *20*(2), 225-240. https://doi.org/10.1191/0265532203lt254oa

Haag, N., Heppt, B., Roppelt, A., & Stanat, P. (2014). Linguistic simplification of mathematics items : Effects for language minority students in Germany. *European Journal of Psychology of Education*, *30*. https://doi.org/10.1007/s10212-014-0233-6

Hamilton, L. C., & Safford, T. G. (2021). Elite Cues and the Rapid Decline in Trust in Science Agencies on COVID-19. *Sociological Perspectives*, *64*(5), 988-1011. https://doi.org/10.1177/07311214211022391

Hanin, V., & Van Nieuwenhoven, C. (2016). Evaluation d'un dispositif pédagogique visant le développement de stratégies cognitives et métacognitives en résolution de problèmes en première secondaire. *Evaluer. Journal international de recherche en éducation et formation*, *2*, 53-88.

Hannus, M., & Hyönä, J. (1999). Utilization of Illustrations during Learning of Science Textbook Passages among Low- and High-Ability Children. *Contemporary Educational Psychology*, *24*(2), 95-123. https://doi.org/10.1006/ceps.1998.0987

Hatzinikita, V., Dimopoulos, K., & Christidou, V. (2008). PISA test items and school textbooks related to science : A textual comparison. *Science Education*, *92*(4), 664-687. https://doi.org/10.1002/sce.20256

HCFEA. (2019). *Des données et des études publiques mieux centrées sur les enfants Année 2018-2019* (p. 170). Haut Conseil de la famille, de l'enfance et de l'âge.

Heckman, J. J. (2006). Skill Formation and the Economics of Investing in Disadvantaged Children. *Science*, *312*(5782), 1900-1902. https://doi.org/10.1126/science.1128898

Hegarty, M., Mayer, R. E., & Monk, C. A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems : A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, *87*(1), 18-32. https://doi.org/10.1037/0022-0663.87.1.18

Ho, E. S. C. (2010). Family influences on science learning among hong kong adolescents : What we learned from PISA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *8*(3), 409-428. https://doi.org/10.1007/s10763-010-9198-3

Hopfenbeck, T. N. (2016). The power of PISA – limitations and possibilities for educational research. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, *23*(4), 423-426. https://doi.org/10.1080/0969594X.2016.1247518

Hopfenbeck, T. N., Lenkeit, J., Masri, Y. E., Cantrell, K., Ryan, J., & Baird, J.-A. (2018). Lessons Learned from PISA : A Systematic Review of Peer-Reviewed Articles on the Programme for International Student Assessment. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *62*(3), 333-353. https://doi.org/10.1080/00313831.2016.1258726

Huang, X., Wilson, M., & Wang, L. (2016). Exploring plausible causes of differential item functioning in the PISA science assessment : Language, curriculum or culture. *Educational Psychology*, *36*(2), 378-390. https://doi.org/10.1080/01443410.2014.946890

Jerrim, J. (2017). *Global Gaps : Comparing socio-economic gaps in the performance of highly able UK pupils internationally*. https://ffteducationdatalab.org.uk/2017/02/global-gaps-comparing-socio-economic-gaps-in-the-performance-of-highly-able-uk-pupils-internationally/

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models*. Cambridge University Press.

Jones, G., & Rua, M. (2006). Conceptions of Germs : Expert to Novice Understandings of Microorganisms. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*. https://ejrsme.icrsme.com/article/view/7741

Kamio, A. (2001). English generic we, you, and they : An analysis in terms of territory of information. *Journal of Pragmatics*, *33*(7), 1111-1124. https://doi.org/10.1016/S0378-2166(00)00052-7

Karp, K. S., Bush, S. B., & Dougherty, B. J. (2019). Avoiding the Ineffective Keyword Strategy. *Teaching Children Mathematics*, *25*(7), 428-435. https://doi.org/10.5951/teacchilmath.25.7.0428

Katz, I. R., Lipps, A. W., & Trafton, J. G. (2002). Factors Affecting Difficulty in the Generating Examples Item Type. *ETS Research Report Series*, *2002*(1), i-40. https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.2002.tb01874.x

Kelle, U. (2006). Combining qualitative and quantitative methods in research practice : Purposes and advantages. *Qualitative Research in Psychology*, *3*(4), 293-311. https://doi.org/10.1177/1478088706070839

Keskpaik, S., & Rocher, T. (2011). La mesure de l'équité dans PISA : Pour une décomposition des indices statistiques. *Education et formations*, *n° 80*, 69-78. http://media.education.gouv.fr/file/revue_80/30/4/Depp-EetF-2011-80-mesure-equite-pisa-indices-statistiques_203304.pdf

Kida, T. (2011). Nouvelle méthode de constitution d'un corpus pour transcrire gestes et intonations. *Corpus*, *10*, 41-60. https://doi.org/10.4000/corpus.2002

Kim, H. Y., LaRusso, M. D., Hsin, L. B., Harbaugh, A. G., Selman, R. L., & Snow, C. E. (2018). Social perspective-taking performance : Construct, measurement, and relations with academic performance and engagement. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *57*, 24-41. https://doi.org/10.1016/j.appdev.2018.05.005

Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension : A construction-integration model. *Psychological Review*, *95*(2), 163-182. https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.163

Kintsch, W. (1998). *Comprehension : A Paradigm for Cognition*. Cambridge University Press.

Kintsch, W., & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, *85*(5), 363-394. https://doi.org/10.1037/0033-295X.85.5.363

Kolovou, M., & Kim, N. J. (2020). Effects of implementing an integrative drama-inquiry learning model in a science classroom. *The Journal of Educational Research*, *113*(3), 191-203. https://doi.org/10.1080/00220671.2020.1771673

Krstić, K., Šoškić, A., Ković, V., & Holmqvist, K. (2018). All good readers are the same, but every low-skilled reader is different : An eye-tracking study using PISA data. *European Journal of Psychology of Education*, *33*(3), 521-541. https://doi.org/10.1007/s10212-018-0382-0

Lafontaine, D., & Raîche, G. (2011). Principes méthodologiques et techniques des enquêtes internationales. *Mesure et évaluation en éducation*, *34*(2), 25-55. https://doi.org/10.7202/1024848ar

Larison, K. D. (2018). Taking the Scientist's Perspective. *Science & Education*, *27*(1/2), 133-157. https://doi.org/10.1007/s11191-018-9957-z

LaRusso, M., Kim, H. Y., Selman, R., Uccelli, P., Dawson, T., Jones, S., Donovan, S., & Snow, C. (2016). Contributions of Academic Language, Perspective Taking, and Complex Reasoning to Deep Reading Comprehension. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, *9*(2), 201-222. https://doi.org/10.1080/19345747.2015.1116035

Le Hebel, F. (2021). *Contexte culturel et compréhension de la culture scientifique par les élèves* [HDR]. École Normale Supérieure de Lyon.

Le Hebel, F., Montpied, P., & Tiberghien, A. (2012). Analyse de réponses d'élèves français à quelques questions de l'évaluation PISA sur la culture scientifique. *Recherches en didactiques*, *N° 14*(2), 65-83. https://www.cairn.info/revue-recherches-en-didactiques-2012-2-page-65.htm

Le Hebel, F., Montpied, P., & Tiberghien, A. (2014). Which Effective Competencies Do Students Use in PISA Assessment of Scientific Literacy? In C. Bruguière, A. Tiberghien, & P. Clément (Éds.), *Topics and Trends in Current Science Education : 9th ESERA Conference Selected Contributions* (Springer, Dordrecht, p. 273-289). https://doi.org/10.1007/978-94-007-7281-6_17

Le Hebel, F., Montpied, P., & Tiberghien, A. (2016). Which Answering Strategies Do Low Achievers Use to Solve PISA Science Items? In *Insights from Research in Science Teaching and Learning* (p. 237-252). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20074-3_16

Le Hebel, F., Montpied, P., Tiberghien, A., & Fontanieu, V. (2017). Sources of difficulty in assessment : Example of PISA science items. *International Journal of Science Education*, *39*(4), 468-487. https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1294784

Le Hebel, F., Tiberghien, A., Montpied, P., & Fontanieu, V. (2019). Teacher prediction of student difficulties while solving a science inquiry task : Example of PISA science items. *International Journal of Science Education*, *41*(11), 1517-1540. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1615150

Le Mener, M., Meuret, D., & Morlaix, S. (2017, janvier). Les inégalités sociales au sein du système éducatif : Quels apports des évaluations PISA? *29ème colloque international de l'ADMEE : l'évaluation, levier pour l'enseignement et la formation*. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01465963

Lee, Y.-H., Hao, J., Man, K., & Ou, L. (2019). How Do Test Takers Interact With Simulation-Based Tasks? A Response-Time Perspective. *Frontiers in Psychology*, *10*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00906

Lee, Y.-S., Park, Y. S., & Ginsburg, H. (2016). Socio-economic status differences in mathematics accuracy, strategy use, and profiles in the early years of schooling. *ZDM*, *48*(7), 1065-1078. https://doi.org/10.1007/s11858-016-0783-y

Lefebvre, L. (2008). *Les indicateurs non verbaux dans les interactions médiatisées* [Phdthesis, Université de Bretagne Sud]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00350409

Lemistre, P. (2014). *Déclassement et chômage : Une dégradation pour les plus diplômés ? Etat des lieux de 2007 à 2010*. CEREQ.

Lemke, J. L. (1990). *Talking Science : Language, Learning, and Values*. Ablex Publishing Corporation, 355 Chestnut Street, Norwood, NJ 07648 (hardback: ISBN-0-89391-565-3; paperback: ISBN-0-89391-566-1). https://eric.ed.gov/?id=ED362379

Lemke, J. L. (1998). *Teaching All the Languages of Science : Words, Symbols, Images, and Actions*. Conference on Science Education in Barcelona. http://dx.doi.org/10.13140/2.1.4022.5608

Leopold, C., Mayer, R. E., & Dutke, S. (2019). The power of imagination and perspective in learning from science text. *Journal of Educational Psychology*, *111*(5), 793-808. https://doi.org/10.1037/edu0000310

Liou, P.-Y., & Bulut, O. (2020). The Effects of Item Format and Cognitive Domain on Students' Science Performance in TIMSS 2011. *Research in Science Education*, *50*(1), 99-121. https://doi.org/10.1007/s11165-017-9682-7

Lithner, J. (2008). A research framework for creative and imitative reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, *67*(3), 255-276. https://doi.org/10.1007/s10649-007-9104-2

Lorenzo-Seva, U., Ferrando, P. J., & Chico, E. (2010). Two SPSS programs for interpreting multiple regression results. *Behavior Research Methods*, *42*(1), 29-35. https://doi.org/10.3758/BRM.42.1.29

Lubienski, S. T. (2000). Problem Solving as a Means toward Mathematics for All : An Exploratory Look through a Class Lens. *Journal for Research in Mathematics Education*, *31*(4), 454-482. https://doi.org/10.2307/749653

Maddox, B., Bayliss, A. P., Fleming, P., Engelhardt, P. E., Edwards, S. G., & Borgonovi, F. (2018). Observing response processes with eye tracking in international large-scale assessments : Evidence from the OECD PIAAC assessment. *European Journal of Psychology of Education*, *33*(3), 543-558. https://doi.org/10.1007/s10212-018-0380-2

Maeyer, J., & Talanquer, V. (2010). The role of intuitive heuristics in students' thinking : Ranking chemical substances. *Science Education*, *94*(6), 963-984. https://doi.org/10.1002/sce.20397

Marin, B., & Legros, D. (2008). Psycholinguistique cognitive de la compréhension de textes. In *Psycholinguistique cognitive Lecture, compréhension et production de texte* (p. 61-78). De Boeck Supérieur. http://www.cairn.info/psycholinguistique-cognitive--9782804156664-page-61.htm

Martens, K., Niemann, D., & Teltemann, J. (2015). L'influence de PISA sur les politiques de l'éducation. *Administration Education*, *145*(1), 115-120. http://www.cairn.info/revue-administration-et-education-2015-1-page-115.htm

Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2007). *The New Taxonomy of Educational Objectives* (2nd Revised edition). SAGE Publications Inc.

Maurice, J.-J. (1996). Une connaissance de l'élève dépendante des contraintes de l'action. *Revue française de pédagogie*, *114*, 85-96. JSTOR. https://www.jstor.org/stable/41200597

McCarthy, J. (2012). The Impact of Context and Authenticity in Numerical and Mathematical Word Problems. *Learn Journal*, *34*, 63-87.

McCarthy, K. S., Kopp, K. J., Allen, L. K., & McNamara, D. S. (2018). Methods of Studying Text : Memory, Comprehension and Learning. In H. Otani & B. L. Schwartz (Éds.), *Handbook of Research Methods in Human Memory* (Routledge).

McNamara, D. S., & Magliano, J. (2009). Toward a Comprehensive Model of Comprehension. In *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 51, p. 297-384). Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0079-7421(09)51009-2

McNeill, D. (1996). *Hand and Mind. What Gestures Reveal about thought* (New édition). University of Chicago Press.

McTigue, E. M., & Flowers, A. C. (2011). Science Visual Literacy : Learners' Perceptions and Knowledge of Diagrams. *The Reading Teacher*, *64*(8), 578-589. https://doi.org/10.1598/RT.64.8.3

Meier, A. M., & Vogt, F. (2015). The potential of stimulated recall for investigating self-regulation processes in inquiry learning with primary school students. *Perspectives in Science*, *5*, 45-53. https://doi.org/10.1016/j.pisc.2015.08.001

Meirieu, P., Émile, & Lemaître, P. (2015). *C'est quoi apprendre ? Entretiens avec Émile*. Editions de l'aube.

Michaelides, M. P., Ivanova, M., & Nicolaou, C. (2020). The Relationship between Response-Time Effort and Accuracy in PISA Science Multiple Choice Items. *International Journal of Testing*, *20*(3), 187-205. https://doi.org/10.1080/15305058.2019.1706529

Milenković, D., Segedinac, M., Hrin, T., & Gajić, G. (2015). Evaluation of Context-Level Effect on Students' Performance and Perceived Cognitive Load in Chemistry Problem-solving Tasks. *Croatian Journal of Education : Hrvatski Časopis Za Odgoj i Obrazovanje*, *17*(4), 959-982. https://hrcak.srce.hr/151223

Miller, R. M., & Andrade, M. S. (2020). The Effects of Test Question Order on Task Persistence. *Research & Practice in Assessment*, *15*(1). https://eric.ed.gov/?id=EJ1269803

Milne, A., & Plourde, L. A. (2006). Factors of a Low-SES Household : What Aids Academic Achievement? *Journal of Instructional Psychology*, *33*(3), 183-193.

Ministère de l'Education Nationale de la Jeunesse et des Sports. (2020). *PISA (Programme International pour le Suivi des Acquis des Élèves)*. Ministère de l'Education Nationale de la Jeunesse et des Sports. https://www.education.gouv.fr/pisa-programme-international-pour-le-suivi-des-acquis-des-eleves-41558

Molénat, X. (2018). Le déclassement progresse chez les jeunes diplômés. *Alternatives Economiques*, *N° 380*(6), 81-81. http://www.cairn.info/magazine-alternatives-economiques-2018-6-page-81.htm

Mons, N. (2008). Évaluation des politiques éducatives et comparaisons internationales. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, *164*, 5-13. https://doi.org/10.4000/rfp.1985

Mons, N., & Pons, X. (2013). Pourquoi n'y a-t-il pas eu de « choc PISA » en France ? Sociologie de la réception d'une enquête internationale (2001-2008). *Revue francaise de pedagogie*, *182*(1), 9-18. http://www.cairn.info/revue-francaise-de-pedagogie-2013-1-page-9.htm

Morais, J., Pierre, R., & Kolinsky, R. (2003). Du lecteur compétent au lecteur débutant : Implications des recherches en psycholinguistique cognitive et en neuropsychologie pour l'enseignement de la lecture. *Revue des sciences de l'éducation*, *29*(1), 51-74. https://doi.org/10.7202/009492ar

Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2016). Science Achievement Gaps Begin Very Early, Persist, and Are Largely Explained by Modifiable Factors. *Educational Researcher*, *45*(1), 18-35. https://doi.org/10.3102/0013189X16633182

Mulholland, T. M., Pellegrino, J. W., & Glaser, R. (1980). Components of geometric analogy solution. *Cognitive Psychology*, *12*(2), 252-284. https://doi.org/10.1016/0010-0285(80)90011-0

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., & Foy, P. (2013). The Impact of Reading Ability on TIMSS Mathematics and Science Achievement at the Fourth Grade : An Analysis by Item Reading Demands. In M. O. Martin & I. V. S. Mullis (Éds.), *TIMSS and PIRLS 2011 : Relationships among Reading, Mathematics, and Science Achievement at the Fourth Grade – Implications For Early Learning* (p. 67-110). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS Inter- national Study Center, Lynch School of Education, Boston College.

Naumann, J., & Goldhammer, F. (2017). Time-on-task effects in digital reading are non-linear and moderated by persons' skills and tasks' demands. *Learning and Individual Differences*, *53*, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.10.002

Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, *87*(2), 224-240. https://doi.org/10.1002/sce.10066

Noveck, I., Mercier, H., Rossi, S., & Van Der Henst, J.-B. (2007). Psychologie cognitive et raisonnement. In S. Rossi & J.-B. Van Der Henst, *Psychologies du raisonnement*. DE BOECK SUP.

Nunes, T., Bryant, P., Strand, S., Hillier, J., & Miller-Friedmann, J. (2017). *Review of SES and Science Learning in Formal Educational Settings*. EEF - Education Endowment Foundation.

Nygård Larsson, P. (2011). *Biologiämnets texter : Text, språk och lärande i en språkligt heterogen gymnasieklass [The texts of Biology. Text, language and learning in a heterogenic class in upper secondary school] (Doctoral dissertation).* [Doctoral dissertation]. Malmö University, Sweden.

Nygård Larsson, P., & Jakobsson, A. (2020). Meaning-Making in Science from the Perspective of Students' Hybrid Language Use. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *18*(5), 811-830. https://doi.org/10.1007/s10763-019-09994-z

OCDE. (2016a). Chapitre 6 : La performance des élèves, leur statut socio-économique et leurs attitudes à l'égard de la science. In *Résultats du PISA 2015 (Volume I) : L'excellence et l'équité dans l'éducation* (Éditions OCDE).

OCDE. (2016b). Note par pays – France. In *Résultats du PISA 2015* (Vol. 1).

OCDE. (2016c). *Résultats du PISA 2015 (Volume I) : L'excellence et l'équité dans l'éducation* (Editions OCDE). https://www.oecd-ilibrary.org/fr/education/resultats-du-pisa-2015-volume-i_9789264267534-fr

OCDE. (2016d). *Résultats du PISA 2015 (Volume II) : Politiques et pratiques pour des établissements performants*. PISA, Éditions OCDE, Paris.

OCDE. (2016e). *PISA Cadre d'évaluation et d'analyse de l'enquête PISA 2015 : Compétences en sciences, en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en matières financières*. Éditions OCDE, Paris.

OCDE. (2018). *Résultats du PISA 2015 (Volume III) : Le bien-être des élèves*. Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/education/resultats-du-pisa-2015-volume-iii_9789264288850-fr

OCDE. (2019). Note par pays – France. In *Résultats du PISA 2018* (Vol. 1).

OECD. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework—Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. OCDE, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en

OECD. (2017). *PISA 2015 Technical Report*.

OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework_b25efab8-en

Okan, Y., Galesic, M., & Garcia-Retamero, R. (2016). How People with Low and High Graph Literacy Process Health Graphs : Evidence from Eye-tracking. *Journal of Behavioral Decision Making*, *29*(2-3), 271-294. https://doi.org/10.1002/bdm.1891

Oliveira, A. W. (2010). Developing Elementary Teachers' Understandings of Hedges and Personal Pronouns in Inquiry-Based Science Classroom Discourse. *Journal of Science Teacher Education*, *21*(1), 103-126. https://doi.org/10.1007/s10972-009-9157-4

Oliveira, A. W. (2011). Science Communication in Teacher Personal Pronouns. *International Journal of Science Education*, *33*, 1805-1833. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.510541

Olsen, R. V., & Lie, S. (2006). Les évaluations internationales et la recherche en éducation : Principaux objectifs et perspectives (M. Rieu, Trad.). *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, *157*, 11-26. https://doi.org/10.4000/rfp.393

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative evaluation and research methods* (3e éd.). Thousand Oaks, CA, US : Sage Publications, Inc.

Peeck, J. (1993). Increasing picture effects in learning from illustrated text. *Learning and Instruction*, *3*(3), 227-238. https://doi.org/10.1016/0959-4752(93)90006-L

Persson, T. (2016). The Language of Science and Readability : Correlations between Linguistic Features in TIMSS Science Items and the Performance of Different Groups of Swedish 8th Grade Students. *Nordic Journal of Literacy Research*, *2*. https://doi.org/10.17585/njlr.v2.186

Pettersen, A., & Braeken, J. (2019). Mathematical Competency Demands of Assessment Items : A Search for Empirical Evidence. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *17*(2), 405-425. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9870-y

Phelan, P., Davidson, A. L., & Cao, H. T. (1991). Students' Multiple Worlds : Negotiating the Boundaries of Family, Peer, and School Cultures. *Anthropology & Education Quarterly*, *22*(3), 224-250. https://doi.org/10.1525/aeq.1991.22.3.05x1051k

Piel, S., & Schuchart, C. (2014). Social origin and success in answering mathematical word problems : The role of everyday knowledge. *International Journal of Educational Research*, *66*, 22-34. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2014.02.003

Pinard, R., Potvin, P., & Rousseau, R. (2004). Le choix d'une approche méthodologique mixte de recherche en éducation. *Recherches qualitatives*, *24*, 58-82.

Plohl, N., & Musil, B. (2021). Modeling compliance with COVID-19 prevention guidelines : The critical role of trust in science. *Psychology, Health & Medicine*, *26*(1), 1-12. https://doi.org/10.1080/13548506.2020.1772988

Pokropek, A., Borgonovi, F., & Jakubowski, M. (2015). Socio-economic disparities in academic achievement : A comparative analysis of mechanisms and pathways. *Learning and Individual Differences*, *42*, 10-18. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.07.011

Pollitt, A., & Ahmed, A. (1999). A New Model of the Question Answering Process. *Paper Presented to the International Association for Educational Assessment,*. IAEA Conference, Slovenia, May.

Pollitt, A., & Ahmed, A. (2001). *Science or Reading ? How students think when answering TIMSS questions*. International Association for Educational Assessment Conference paper.

Pollitt, A., Entwistle, N., Hutchinson, C., & De Luca, C. (1985). *What Makes Exam Questions Difficult? : An Analysis of « O » Grade Questions and Answers*. Scottish Academic Pr.

Pongsakdi, N., Kajamies, A., Veermans, K., Lertola, K., Vauras, M., & Lehtinen, E. (2020). What makes mathematical word problem solving challenging? Exploring the roles of word problem characteristics, text comprehension, and arithmetic skills. *ZDM*, *52*(1), 33-44. https://doi.org/10.1007/s11858-019-01118-9

Powell, S. R., Namkung, J. M., & Lin, X. (2022). An Investigation of Using Keywords to Solve Word Problems. *The Elementary School Journal*, 000-000. https://doi.org/10.1086/717888

Preacher, K. J., Rucker, D. D., MacCallum, R. C., & Nicewander, W. A. (2005). Use of the extreme groups approach : A critical reexamination and new recommendations. *Psychological Methods*, *10*(2), 178-192. https://doi.org/10.1037/1082-989X.10.2.178

Prenzel, M., Häußler, P., Rost, J., & Senkbeil, M. (2002). Der PISA-Naturwissenschaftstest : Lassen sich die Aufgabenschwierigkeiten vorhersagen? *Unterrichtswissenschaft*, *30*(2), 120-135.

Prenzel, M., & Zimmer, K. (2006). Études complémentaires de PISA 2003 en Allemagne : Principaux résultats et enseignements. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, *157*, 55-70. https://doi.org/10.4000/rfp.428

Puma, S. (2016). *Optimisation des apprentissages : Modèles et mesures de la charge cognitive* [Psychologie]. Université Toulouse le Mirail- Toulouse II.

Rauch, D. P., & Hartig, J. (2010). Multiple-choice versus open-ended response formats of reading test items : A two-dimensional IRT analysis. *Psychological Test and Assessment Modeling*, *52*(4), 354-379.

Rebière, M. (2013). S intéresser au langage dans l enseignement des mathématiques, pour quoi faire? - PDF. In A. Bronner, C. Bulf, & C. Castela (Éds.), *Questions vives en didactique des mathématiques : Problèmes de la profession d'enseignant, rôle du langage.16e École d'été de didactique des mathématiques, Carcassonne, Languedoc-Roussillon, du 21 au 28 août 2011*. La pensée Sauvage. https://docplayer.fr/45406878-S-interesser-au-langage-dans-l-enseignement-des-mathematiques-pour-quoi-faire.html

Reid, D. J., & Beveridge, M. (1986). Effects of Text Illustration on Children's Learning of a School Science Topic. *British Journal of Educational Psychology*, *56*(3), 294-303. https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1986.tb03042.x

Rémond, M. (2001). Adapter n'est pas traduire : Adaptation dans différents contextes culturels d'épreuves d'évaluation de la littéracie. In C. Sabatier & P. Dasen, *Cultures, développement et éducation. Autres enfants, autres écoles.* Paris, L'Harmattan.

Rémond, M. (2005). Regards croisés sur les évaluations institutionnelles. *Repères. Recherches en didactique du français langue maternelle*, *31*(1), 113-140. https://doi.org/10.3406/reper.2005.2664

Rémond, M. (2006). Éclairages des évaluations internationales PIRLS et PISA sur les élèves français. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, *157*, 71-84. https://doi.org/10.4000/rfp.433

Rey-Mermet, A., Gade, M., Souza, A. S., von Bastian, C. C., & Oberauer, K. (2019). Is executive control related to working memory capacity and fluid intelligence? *Journal of Experimental Psychology: General*, *148*(8), 1335-1372. https://doi.org/10.1037/xge0000593

Richard, J.-F. (2005). *Les activités mentales : De l'interprétation de l'information à l'action* (4e édition). Armand Colin.

Robinson, D. H., & Schraw, G. (Éds.). (2008). *Recent innovations in educational technology that facilitate student learning*. Information Age Pub.

Rocher, T. (2003). *La méthodologie des évaluations internationales de compétences* (p. 117-147). Etablissements d'applications psychotechniques.

Rochex, J.-Y. (2013). Des inégalités scolaires, des moyens de les mesurer et d'en étudier les processus de production. *Le français aujourd'hui*, *183*(4), 9-28. https://doi.org/10.3917/lfa.183.0009

Roman, D., Jones, F., Basaraba, D., & Hironaka, S. (2016). Helping Students Bridge Inferences in Science Texts Using Graphic Organizers. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, *60*(2), 121-130. https://doi.org/10.1002/jaal.555

Roth, W.-M., & Roychoudhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, *30*(2), 127-152. https://doi.org/10.1002/tea.3660300203

Rouet, J.-F., & Potocki, A. (2018). From reading comprehension to document literacy : Learning to search for, evaluate and integrate information across texts. *Journal for the Study of Education and Development*, *41*(3), 415-446. https://doi.org/10.1080/02103702.2018.1480313

Rubenstein, L. D., Callan, G. L., Ridgley, L. M., & Henderson, A. (2019). Students' strategic planning and strategy use during creative problem solving : The importance of perspective-taking. *Thinking Skills and Creativity*, *34*, 100556. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.02.004

Ruiz-Primo, M.-A., & Li, M. (2016). PISA science contextualized items : The link between the cognitive demands and context characteristics of the items. *RELIEVE*, *22*(1). https://doi.org/10.7203/relieve.22.1.8280

Rush, S. C. (2014). Transana Qualitative Video and Audio Analysis Software as a Tool for Teaching Intellectual Assessment Skills to Graduate Psychology Students. *Journal of Educational Technology Systems*, *43*(1), 55-74. https://doi.org/10.2190/ET.43.1.e

Salgado, F. A., & Stacey, K. (2014). Item Context Factors Affecting Students' Performance on Mathematics Items. *Mathematics Education Research Group of Australasia*. Annual Meeting of the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA), 37th, Sydney, New South Wales, Australia, 2014. https://eric.ed.gov/?id=ED572560

Salvadó, Z., Garcia-Yeste, C., Gairal-Casado, R., & Novo, M. (2021). Scientific workshop program to improve science identity, science capital and educational aspirations of children at risk of social exclusion. *Children and Youth Services Review*, 106189. https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2021.106189

Saß, S., Schütte, K., & Lindner, M. A. (2017). Test-takers' eye movements : Effects of integration aids and types of graphical representations. *Computers & Education*, *109*, 85-97. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.02.007

Scherer, R. (2020). The Case for Good Discipline ? Evidence on the Interplay Between Disciplinary Climate, Socioeconomic Status, and Science Achievement from PISA 2015. In T. S. Frønes, A. Pettersen, J. Radišić, & N. Buchholtz (Éds.), *Equity, Equality and Diversity in the Nordic Model of Education*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61648-9

Scherer, R., & Nilsen, T. (2019). Closing the gaps? Differential effectiveness and accountability as a road to school improvement. *School Effectiveness and School Improvement*, *30*(3), 255-260. https://doi.org/10.1080/09243453.2019.1623450

Schneider, W., & Chein, J. M. (2003). Controlled & automatic processing : Behavior, theory, and biological mechanisms. *Cognitive Science*, *27*(3), 525-559. https://doi.org/10.1016/S0364-0213(03)00011-9

Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing : I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, *84*(1), 1-66. https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.1.1

Schoenfeld, A. (1985a). Making sense of « out loud » problem-solving protocols. *The Journal of Mathematical Behavior*, *4*, 171-191.

Schoultz, J., Säljö, R., & Wyndhamn, J. (2001). Conceptual knowledge in talk and text : What does it take to understand a science question? *Instructional Science*, *29*(3), 213-236. https://doi.org/10.1023/A:1017586614763

Schuchart, C., Buch, S., & Piel, S. (2015). Characteristics of mathematical tasks and social class-related achievement differences among primary school children. *International Journal of Educational Research*, *70*, 1-15. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2014.12.002

Serder, M., & Jakobsson, A. (2015). "Why bother so incredibly much?" : Student perspectives on PISA science assignments. *Cultural Studies of Science Education*, *10*(3), 833-853. https://doi.org/10.1007/s11422-013-9550-3

Serder, M., & Jakobsson, A. (2016a). Language Games and Meaning as Used in Student Encounters With Scientific Literacy Test Items. *Science Education*, *100*(2), 321-343. https://doi.org/10.1002/sce.21199

Serder, M., & Jakobsson, A. (2016b). Language Games and Meaning as Used in Student Encounters With Scientific Literacy Test Items. *Science Education*, *100*(2), 321-343. https://doi.org/10.1002/sce.21199

Silvert, L. (2013). Les potentiels évoqués cérébraux. In P. Hot & S. Delplanque, *Electrophysiologie de la cognition* (p. 57-76). Dunod. https://doi.org/10.3917/dunod.hot.2013.01.0057

Simard, C. (2021). Microorganism education : Misconceptions and obstacles. *Journal of Biological Education*, *0*(0), 1-9. https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1909636

Simkin, M. G., & Kuechler, W. L. (2005). Multiple-Choice Tests and Student Understanding : What Is the Connection? *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, *3*(1), 73-98. https://doi.org/10.1111/j.1540-4609.2005.00053.x

Simonneaux, L. (2000). A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with « microbes », as a contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science Education - INT J SCI EDUC*, *22*, 619-644. https://doi.org/10.1080/095006900289705

Singer, M., Radinsky, J., & Goldman, S. R. (2008). The Role of Gesture in Meaning Construction. *Discourse Processes*, *45*(4-5), 365-386. https://doi.org/10.1080/01638530802145601

Sirin, S. R. (2005). Socioeconomic Status and Academic Achievement : A Meta-Analytic Review of Research. *Review of Educational Research*, *75*(3), 417-453.

Slough, S. W., McTigue, E. M., Kim, S., & Jennings, S. K. (2010). Science Textbooks' Use of Graphical Representation : A Descriptive Analysis of Four Sixth Grade Science Texts. *Reading Psychology*, *31*(3), 301-325. https://doi.org/10.1080/02702710903256502

Sternberg, R. J. (1977). *Intelligence, information processing, and analogical reasoning : The componential analysis of human abilities* (p. xi, 348). Lawrence Erlbaum.

Stiller, J., Hartmann, S., Mathesius, S., Straube, P., Tiemann, R., Nordmeier, V., Krüger, D., & Belzen, A. U. zu. (2016). Assessing scientific reasoning : A comprehensive evaluation of item features that affect item difficulty. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *41*(5), 721-732. https://doi.org/10.1080/02602938.2016.1164830

Stumm, S. (2017). Socioeconomic status amplifies the achievement gap throughout compulsory education independent of intelligence. *Intelligence*, *60*, 57-62. https://doi.org/10.1016/j.intell.2016.11.006

Südkamp, A., Kaiser, J., & Möller, J. (2012). Accuracy of teachers' judgments of students' academic achievement : A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, *104*(3), 743-762. https://doi.org/10.1037/a0027627

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). Interacting with the External Environment : The Narrow Limits of Change Principle and the Environmental Organising and Linking Principle. In J. Sweller, P. Ayres, & S. Kalyuga (Éds.), *Cognitive Load Theory* (p. 39-53). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4_4

Tang, N.-E., Tsai, C.-L., Barrow, L., & Romine, W. (2019). Impacts of enquiry-based science teaching on achievement gap between high-and-low SES students : Findings from PISA 2015. *International Journal of Science Education*, *41*(4), 448-470. https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1555726

Teig, N., Scherer, R., & Kjærnsli, M. (2020). Identifying patterns of students' performance on simulated inquiry tasks using PISA 2015 log-file data. *Journal of Research in Science Teaching*, *57*(9), 1400-1429. https://doi.org/10.1002/tea.21657

Thomson, S. (2018). Achievement at school and socioeconomic background—An educational perspective. *Npj Science of Learning*, *3*(1), 5. https://doi.org/10.1038/s41539-018-0022-0

Tiberghien, A. (2004). Causalité dans l'apprentissage des sciences. *Intellectica*, *38*(1), 69-102. https://doi.org/10.3406/intel.2004.1709

Tricot, A. (2009). La régulation de la charge cognitive : Un nouveau point de vue. *5e colloque EPIQUE*, Nice, 29-30 septembre.

Tsai, M.-J., Hou, H.-T., Lai, M.-L., Liu, W.-Y., & Yang, F.-Y. (2012). Visual attention for solving multiple-choice science problem : An eye-tracking analysis. *Computers & Education*, *58*(1), 375-385. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.012

Türkoguz, S., & Ercan, İ. (2022). Effect of visual anthropomorphic stories on students' understanding of the particulate nature of matter and anthropomorphic discourse. *Chemistry Education Research and Practice*. https://doi.org/10.1039/D1RP00057H

Turner, R., Dossey, J., Blum, W., & Niss, M. (2013). Using Mathematical Competencies to Predict Item Difficulty in PISA : A MEG Study. In M. Prenzel, M. Kobarg, K. Schöps, & S. Rönnebeck

(Éds.), *Research on PISA: Research Outcomes of the PISA Research Conference 2009* (p. 23-37). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4458-5_2

Ulitzsch, E. (2020). *Using Response Times for Modeling Missing Responses in Large-Scale Assessments*. https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/27430

Ulusoy, F. M., & Onen, A. S. (2014). A Research on the Generative Learning Model Supported by Context-Based Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *10*(6), 537-546. https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1215a

Underwood, J., Underwood, G., & Wood, D. (2000). When does gender matter? : Interactions during computer-based problem solving. *Learning and Instruction*, *10*(5), 447-462. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(00)00008-6

Unsworth, L. (2001). Evaluating the language of different types of explanations in junior high school science texts. *International Journal of Science Education*, *23*(6), 585-609. https://doi.org/10.1080/09500690010006473

Van Brederode, M. (2020). Évolutions de la forme disciplinaire des sciences de la vie à enseigner en sixième depuis 1958 et inégalités d'apprentissage potentielles. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *21*, 99-132. https://doi.org/10.4000/rdst.3053

van den Broek, P., Virtue, S., Everson, M. G., Tzeng, Y., & Sung, Y. (2002). Comprehension and memory of science texts : Inferential processes and the construction of a mental representation. In J. Otero, J. A. Le¢n, & A. C. Graesser (Éds.), *The psychology of science text comprehension* (p. 131-154). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Van Laere, E., Aesaert, K., & van Braak, J. (2014). The Role of Students' Home Language in Science Achievement : A multilevel approach. *International Journal of Science Education*, *36*. https://doi.org/10.1080/09500693.2014.936327

van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. Academic Press.

Vergnaud, G. (2015). *Au fond de l'action, la conceptualisation*. Presses Universitaires de France. http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=PUF_BARBI_2011_01_0275

Vermersch, P. (2019). *L'entretien d'explicitation* (9e éd.). ESF Sciences humaines.

Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2000). *Making Sense of Word Problems*. Swets & Zeitlinger.

Verschaffel, L., Schukajlow, S., Star, J., & Van Dooren, W. (2020). Word problems in mathematics education : A survey. *ZDM*, *52*(1), 1-16. https://doi.org/10.1007/s11858-020-01130-4

Vertalier, T. (1976). 1. Les concepts élaborés en linguistique à propos de l'énonciation peuvent-ils nous aider à lire les textes d'enfants ? *Repères. Recherches en didactique du français langue maternelle*, *39*(1), 103-117. https://doi.org/10.3406/reper.1976.1489

Vianin, P. (2009a). Chapitre 1. Introduction. In *L'aide stratégique aux élèves en difficulté scolaire* (p. 21-45). https://www.cairn.info/l-aide-strategique-aux-eleves-en-difficulte--9782804106676-page-21.htm

Vianin, P. (2009b). L'évaluation des processus cognitifs et métacognitifs. *Pratiques pedagogiques*, 191-207. http://www.cairn.info/l-aide-strategique-aux-eleves-en-difficulte--9782804106676-page-191.htm

Vicente, S., & Manchado, E. (2016). Arithmetic word problem solving. Are authentic word problems easier to solve than standard ones? *Journal for the Study of Education and Development*, *39*(2), 349-379. https://doi.org/10.1080/02103702.2016.1138717

Vicente, S., Orrantia, J., & Verschaffel, L. (2007). Influence of situational and conceptual rewording on word problem solving. *The British Journal of Educational Psychology*, *77*(Pt 4), 829-848. https://doi.org/10.1348/000709907X178200

Vidal-Abarca, E., Mañá, A., & Gil, L. (2010). Individual differences for self-regulating task-oriented reading activities. *Journal of Educational Psychology*, *102*(4), 817-826. https://doi.org/10.1037/a0020062

Vidal-Abarca, E., & Sanjose, V. (1998). Levels of comprehension of scientific prose : The role of text variables. *Learning and Instruction*, *8*(3), 215-233. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(97)00020-0

Viriot-Goeldel, C., & Delarue-Breton, C. (2014). Des textes composites à l'école : Nouvelle littéracie scolaire, apprentissages et inégalités. *Spirale - Revue de recherches en éducation*, *53*(1), 21-31. https://doi.org/10.3406/spira.2014.1046

Vosniadou, S. (2003). *Exploring the Relationships between Conceptual Change and Intentional Learning*.

Voyer, D., & Goulet, M.-P. (2013). La compréhension de problèmes écrits d'arithmétique au regard de l'habileté en lecture d'élèves de sixième année (11 ans). *Revue des sciences de l'éducation*, *39*(3), 491-513. https://doi.org/10.7202/1026310ar

Vrignaud, P. (2006). La mesure de la littéracie dans PISA : La méthodologie est la réponse, mais quelle était la question ? *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, *157*, 27-41. https://doi.org/10.4000/rfp.409

Vygotski, L. S. (1978). *Mind in Society : Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4

Vygotski, L. S. (1997). *Pensée et langage* (3e édition). La Dispute.

Wagner, S. M., Nusbaum, H., & Goldin-Meadow, S. (2004). Probing the mental representation of gesture : Is handwaving spatial? *Journal of Memory and Language*, *50*(4), 395-407. https://doi.org/10.1016/j.jml.2004.01.002

Wasserstein, R. L., Schirm, A. L., & Lazar, N. A. (2019). Moving to a World Beyond "p < 0.05". *The American Statistician*, *73*(sup1), 1-19. https://doi.org/10.1080/00031305.2019.1583913

Webb, N. (2007). Issues related to judging the alignment of curriculum standards and assessments. *Applied Measurement in Education*, *20*(1), 7-25. https://doi.org/10.1207/s15324818ame2001_2

Webb, N. L. (1997). *Criteria for Alignment of Expectations and Assessments in Mathematics and Science Education. Research Monograph No. 6*. Council of Chief State School Officers, Attn: Publications, One Massachusetts Avenue, NW, Ste.

Webb, N. L. (2002). *Depth-of-Knowledge Levels for Four Content Areas*. unpublished paper. https://tapconyc.weebly.com/uploads/1/9/1/5/191529/depth_of_knowledgelevels.pdf

Webb, N. L. (2007). Issues Related to Judging the Alignment of Curriculum Standards and Assessments. *Applied Measurement in Education*, *20*(1), 7-25. https://doi.org/10.1080/08957340709336728

White, K. R. (1982). The relation between socioeconomic status and academic achievement. *Psychological Bulletin*, *91*(3), 461-481. https://doi.org/10.1037/0033-2909.91.3.461

White, S. (2012). Mining the Text : 34 Text Features That Can Ease or Obstruct Text Comprehension and Use. *Literacy Research and Instruction*, *51*(2), 143-164. https://doi.org/10.1080/19388071.2011.553023

Wijaya, A., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Doorman, M. (2015). Opportunity-to-learn context-based tasks provided by mathematics textbooks. *Educational Studies in Mathematics*, *89*(1), 41-65. https://doi.org/10.1007/s10649-015-9595-1

Wijaya, A., van den Heuvel-Panhuizen, M., Doorman, M., & Robitzsch, A. (2014). Difficulties in solving context-based PISA mathematics tasks : An analysis of students' errors. *The Mathematics Enthusiast*, *11*, 555-584.

Wright, C. D., Eddy, S. L., Wenderoth, M. P., Abshire, E., Blankenbiller, M., & Brownell, S. E. (2016). Cognitive Difficulty and Format of Exams Predicts Gender and Socioeconomic Gaps in Exam Performance of Students in Introductory Biology Courses. *CBE Life Sciences Education*, *15*(2). https://doi.org/10.1187/cbe.15-12-0246

Wu, M. (2005). The Role of Plausible Values in Large-Scale Surveys. *Studies In Educational Evaluation*, *31*, 114-128. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2005.05.005

Xu, B., Cai, J., Liu, Q., & Hwang, S. (2020). Teachers' predictions of students' mathematical thinking related to problem posing. *International Journal of Educational Research*, *102*, 101427. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.04.005

Yalcin, S. (2017). Determining the Relationships between Selected Variables and Latent Classes in Students' PISA Achievement. *International Journal of Research in Education and Science*, *3*(2), 589-603. https://eric.ed.gov/?id=EJ1148423

Yildirim, H. H., & Ceylan, E. (2020). SES Related Differential Factors in Turkey's PISA 2015 Science Literacy Data. *Ankara University Journal of Educational Sciences*, 1-21. https://doi.org/10.30964/auebfd.760362

Yore, L. (2008). Science Literacy for All Students : Language, Culture, and Knowledge about Nature and Naturally Occurring Events. *L1 Educational Studies in Language and Literature*, *8*. https://doi.org/10.17239/L1ESLL-2008.08.01.08

Zhu, Y. (2022). Reading matters more than mathematics in science learning : An analysis of the relationship between student achievement in reading, mathematics, and science. *International Journal of Science Education*, *44*(1), 1-17. https://doi.org/10.1080/09500693.2021.2007552

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Table des figures

Figure 1. Type de compétences et connaissances évaluées par PISA Science 2015. 26
Figure 2. Les connaissances évaluées dans le cadre de PISA Science 2006 (OCDE, 2016e) 28
Figure 3. Les connaissances évaluées dans le cadre de PISA Science 2015 (OCDE, 2016e). 28
Figure 4. Relations entretenues entre les dimensions de la culture scientifique évaluées par PISA..... 29
Figure 5. Présentation de l'item 1 (656Q01) de l'unité « migration des oiseaux » (OCDE, 2016c)..... 31
Figure 6. Présentation de l'item 2 (656Q02) de l'unité « migration des oiseaux » (OCDE, 2016c)..... 32
Figure 7. Organisation d'un livret d'une durée de deux heures (Azzolini et al., 2019). 34
Figure 8. Tendance des performances moyennes au PISA Science entre 2006 et 2018 (OCDE, 2019). 35
Figure 9. Échelle de compétence en sciences à 6 niveaux du PISA Science 2015 (OCDE, 2016b, p. 65). 36
Figure 10. Répartition des élèves (en pourcentages) selon le niveau de compétence au PISA Science 2006 et 2015 en France (Bernigole et al., 2019). 37
Figure 11. Relation entre la performance et le statut économique social et culturel (SESC) de élèves au PISA Science 2015 (Bret et al., 2016a)..... 38
Figure 12. Modèle de compréhension et de réalisation d'une tâche en sciences (d'après le modèle de Bergqvist & Österholm, 2010). 40
Figure 13. Les trois niveaux de représentation issus du modèle de compréhension de van Dijk & Kintsch (1983). 44
Figure 14. Performance moyenne des élèves selon leur habileté en lecture et le type d'énoncé de problème (représentation graphique issue de la recherche de Voyer & Goulet, 2013)..... 49
Figure 15. Schéma pour construire un modèle de difficulté de la question : Interaction entre l'élève et l'item selon les 3 catégories de caractéristiques de l'item dans le processus de réponse. 59
Figure 16. Répartition du type d'illustrations (graphique, schéma, tableau et multiples illustrations versus photo/dessin) dans les items selon la compétence requise. 67
Figure 17. Modèle de difficulté de la question détaillé : Interaction entre les différentes caractéristiques de l'item et l'élève dans le processus de réponse..... 87
Figure 18. Exemple d'un item PISA Science 2015 libéré "ferme aquatique durable" (OCDE, 2016). 88
Figure 19. Vue d'ensemble de l'imbrication des deux études (quantitative et qualitative). 98
Figure 20. Schématisation des comparaisons selon leur facteur commun : SESC ou Niveau de performance.... 109
Figure 21. Les deux cas de figure possibles lors d'une diminution des écarts de réussite entre deux groupes. .. 110
Figure 22. Les trois cas de figure possibles lors d'une augmentation des écarts de réussite entre deux groupes. 111
Figure 23. Caractéristiques principales et sous-caractéristiques selon les 3 catégories de notre modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique des élèves. 112
Figure 24. Niveau d'importance (analyse de la dominance) selon la position hiérarchique (de 1 à 8) des caractéristiques principales significatives dans les variations des écarts de réussite selon le SESC (Favorisé vs Défavorisé) des élèves et leur niveau de performance (Haut vs Bas)..... 130
Figure 25. Nombre et type de caractéristiques, dans chaque catégorie, qui font varier les écarts de réussite selon le SESC des élèves de haut ou bas niveau de performance en sciences. 138
Figure 26. Nombre et type de caractéristiques, dans chaque catégorie, qui font varier les écarts de réussite selon le niveau de performance en sciences des élèves de SESC favorisé ou défavorisé. 140
Figure 27. Répartition des 27 élèves selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences..... 160
Figure 28. Répartition du niveau de difficulté des 25 items dans le questionnaire. 163
Figure 29. Items 641Q03 et 641Q04 de l'unité "météorites et cratères" (OCDE, 2016). 172
Figure 30. Frise chronologique de la succession des étapes du modèle de réponse aux questions de Pollitt & Ahmed (1999) pour les élèves du binôme 1. 186
Figure 31. Frise chronologique de la succession des étapes du modèle de réponse aux questions de Pollitt & Ahmed (1999) pour les élèves du binôme 5. 186
Figure 32. Frise chronologique de la succession des étapes du modèle de réponse aux questions de Pollitt & Ahmed (1999) pour les élèves du binôme 2. 186

Figure 33. Frise chronologique de la succession des étapes du modèle de réponse aux questions de Pollitt & Ahmed (1999) pour les élèves du binôme 10. 187
Figure 34. Processus mis en place par les élèves de SESC favorisé et de niveau scolaire en sciences haut durant les différentes étapes du modèle de réponse aux questions 188
Figure 35. Processus mis en place par les élèves de SESC défavorisé et de niveau scolaire en sciences bas durant les différentes étapes du modèle de réponse aux questions 189
Figure 36. Temps de résolution et temps de lecture (en secondes) mis par chaque binôme de notre échantillon pour résoudre l'item 478Q01. 208
Figure 37. Schématisation de l'espace conversationnel reprise à partir des travaux de Kamio (2001). 229
Figure 38. Représentation graphique proche de l'original proposé dans l'item 657Q03. 270
Figure 39. Vue globale des résultats statistiques principaux. 302

Table des tableaux

Tableau 1. Compétences et sous-compétences du PISA Science 2015 (OCDE, 2016e). 27
Tableau 2. Type de contextes évalués dans PISA Science 2015. 29
Tableau 3. Description de quelques spécificités du langage scientifique à l'écrit recensées par Fang (2005) et qui se distingue du discours spontané utilisé au quotidien. 45
Tableau 4. Caractéristiques linguistiques prises en compte par Persson (2016) pour définir ses quatre dimensions de sens et le type d'indicateur qu'elles représentent. 48
Tableau 5. Caractéristiques et sous-caractéristiques liées aux contenus en jeu dans la tâche. 61
Tableau 6. Caractéristiques et sous-caractéristiques liées aux aspects formels de la tâche. 63
Tableau 7. Caractéristiques et sous-caractéristiques relatives aux aspects liés au sens. 69
Tableau 8. Caractéristiques et sous-caractéristiques liées aux raisonnements et stratégies de réponses des élèves. 75
Tableau 9. Ensemble des caractéristiques et sous-caractéristiques intégrées à notre modèle de difficulté de questions pour les items PISA science 2015. 84
Tableau 10. Caractéristiques du 2ème item de l'unité « ferme aquatique durable » (PISA science 2015). 90
Tableau 11. Répartition des effectifs selon le niveau de performance des élèves (SCORE) et leur groupe de Statut Économique Social et Culturel (SESC). 102
Tableau 12. Répartition des six comparaisons de groupes selon le bloc général ou spécifique. 105
Tableau 13. Variation de réussite entre les groupes, dans les six comparaisons, pour les caractéristiques « connaissances » et « systèmes » de la catégorie « contenus en jeu dans la tâche » estimée selon le coefficient de régression non standardisé. 114
Tableau 14. Variation de réussite entre les groupes pour les caractéristiques « raisonnements et stratégies de réponse des élèves ». 122
Tableau 15. Distinction de l'influence des caractéristiques principales dans les variations des écarts de réussite des élèves selon leur SESC ou leur niveau de performance. 126
Tableau 16. Confrontations des résultats des différents groupes selon le SESC (favorisé vs défavorisé) et le niveau de performances des élèves (haut vs bas). 128
Tableau 17. Comparaison de nos conclusions du chapitre 5 avec les résultats statistiquement significatifs obtenus en fonction du SESC et du niveau de performance. 132
Tableau 18. Caractéristiques et sous-caractéristiques influentes dans les variations des écarts de taux de réussite selon le SESC (favorisé vs défavorisé) des élèves de haut niveau de performance (SCORE 4). 136
Tableau 19. Caractéristiques et sous-caractéristiques influentes dans les variations des écarts de taux de réussite selon le SESC (favorisé vs défavorisé) des élèves de bas niveau de performance (SCORE 1). 137
Tableau 20. Facilités et difficultés spécifiques aux élèves de SESC favorisé et de haut niveau de performance en comparaison à l'ensemble des autres élèves de notre échantillon. 142
Tableau 21. Facilités et difficultés spécifiques aux élèves de SESC défavorisé et de haut niveau de performance en comparaison à deux autres groupes : celui de SESC favorisé et de haut niveau de performance et celui de SESC défavorisé et de bas niveau de performance. 143
Tableau 22. Facilités et difficultés spécifiques aux élèves de SESC favorisé et de bas niveau de performance en comparaison aux élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance. 145

Tableau 23. Facilités et difficultés spécifiques aux élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance en comparaison à deux autres groupes : celui de SESC favorisé et de bas niveau de performance et celui de SESC défavorisé et de haut niveau de performance. 146
Tableau 24. Récapitulatif des facilités et des difficultés selon le profil des élèves déterminé à partir d'un mixte de leur SESC (Favorisé ou Défavorisé) et de leur niveau scolaire en sciences (Haut ou Bas)..... 148
Tableau 25. Confrontation, pour les quatre groupes spécifiques, des caractéristiques principales et des sous-caractéristiques classées selon le type d'écarts de taux de réussite avec, pour les caractéristiques principales leur position hiérarchique dans l'analyse dominance. 150
Tableau 26. Répartition des 12 binômes et des 3 élèves individuels selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences. 161
Tableau 27. Définition des gestes de type iconique et métaphorique (Kida, 2011). 167
Tableau 28. Caractéristiques similaires et celles plus ou moins contrastées entre les items 641Q03 et 641Q04 de l'unité "météorites et cratères". 171
Tableau 29. Taux de réussite par binômes et élèves en individuel pour l'item 641Q03 et 641Q04 de l'unité "météorites et cratères". 172
Tableau 30. Extraits d'entretien des binômes 1,2 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut), 5 et 10 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas) pour l'item 641Q03 de météorites et cratères. 177
Tableau 31. Recensement des gestes effectués lors des échanges entre les binômes 1,2 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut), 5 et 10 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas) pour les items 641Q03 et 641Q04. 185
Tableau 32. Taux de réussite, écart de réussite selon le SESC et niveau de difficulté à PISA Science 2015 pour l'item 478Q01. 193
Tableau 33. Répartition des choix de réponse selon le SESC des élèves de l'échantillon PISA Science 2015. 196
Tableau 34. Réponse(s) choisie(s) par les élèves de SESC défavorisé en fonction de leur niveau scolaire en sciences. 197
Tableau 35. Ensemble des réponses données par les élèves de SESC défavorisé selon leur niveau scolaire. 197
Tableau 36. Stratégies de réponse mises en place et connaissances mobilisées par les élèves de SESC favorisé selon leur niveau scolaire, pour répondre à l'item 478Q01. 199
Tableau 37. Stratégies de réponse mises en place et connaissances mobilisées par les élèves de SESC défavorisé selon leur niveau scolaire, pour répondre à l'item 478Q01. 203
Tableau 38. Temps de résolution (en secondes) mis par les 12 binômes de notre échantillon pour répondre à l'item 478Q01. 207
Tableau 39. Type de conceptions exprimées par les élèves de notre échantillon à partir des travaux de Jones & Rua (2006). 209
Tableau 40. Taux de réussite, écart de réussite selon le SESC et niveau de difficulté à PISA Science 2015 pour l'item 603Q02. 211
Tableau 41. Type de réponses écrites données par l'élèves de notre échantillon à l'item 603Q02. 215
Tableau 42. Type de projection identifié grâce aux différents indices de projection dans le discours oral des élèves lors de la réalisation de l'item 478Q01. 232
Tableau 43. Type de projection identifié grâce aux différents indices de projection dans le discours oral des élèves lors de la réalisation de l'item 603Q02. 235
Tableau 44. Mise en correspondance du type de projection effectué par les élèves de notre échantillon, avec leur choix de réponse, selon leur SESC et leur niveau scolaire. 239
Tableau 45. Estimation du caractère "suffisant" ou "insuffisant" de l'explication donnée par les élèves ayant activé une référence à la vie quotidienne au cours de la réalisation de l'item 458Q01. 248
Tableau 46. Lien entre l'explication fournie par les élèves de notre échantillon à l'item 458Q01 et les références à la vie quotidienne réalisées durant la réalisation de la tâche ou l'entretien. 249
Tableau 47. Réponses proposées dans le choix multiple de l'item 657Q03. 271
Tableau 48. Réponse donnée à l'item 657Q03 par les élèves de notre échantillon selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences. 272

Résumé

Le statut économique, social et culturel (SESC) des élèves joue un rôle indéniable dans leur réussite scolaire. Les résultats du Programme International pour le Suivi des Acquis (PISA) évaluant la culture scientifique en 2015, comme ceux des années antérieures, ont montré, qu'en France, l'influence du SESC est l'une des plus élevée parmi les pays de l'OCDE et que cela reste stable. Ce constat alerte mais ne révèle pas pour quelles raisons certains élèves sont plus en difficulté que d'autres pour réaliser une tâche de sciences. Ce travail de thèse vise donc à mieux comprendre l'influence du contexte socio-culturel et du niveau scolaire sur la compréhension et la réalisation de tâches relevant de la culture scientifique. Nous cherchons à identifier les caractéristiques des tâches qui entraînent des écarts de réussite entre les élèves de statuts socio-économiques et culturels (SESC) et de niveaux scolaires différents. Pour appréhender au mieux notre objet de recherche, nous convoquons plusieurs disciplines de référence (didactique des sciences, sciences de l'éducation, psychologie, sociologie, etc.). Nos travaux empiriques reposent sur une double approche : statistique et qualitative. À partir d'une analyse *a priori* des 183 items de PISA Science 2015, un modèle de difficulté aux questions évaluant la culture scientifique est élaboré puis testé statistiquement. Nous procédons ensuite à une passation d'items PISA 2015 auprès de binômes d'élèves placés en situation de réalisation de tâches (sélectionnées parmi les items PISA 2015) et à un entretien d'explicitation. L'analyse statistique montre qu'en fonction du niveau scolaire des élèves, les caractéristiques intervenant dans la variation des écarts de réussite selon leur SESC sont différentes. Pour les élèves de haut niveau scolaire, ce sont essentiellement les caractéristiques relatives au savoir alors que pour ceux de bas niveau scolaire, ce sont celles intrinsèques à la question (e.g. format de réponse). Les analyses qualitatives convergent vers les mêmes conclusions révélant que les difficultés des élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire portent sur la compréhension de la question (e.g. formulation, situation). Ces résultats contribuent donc à mieux cibler les difficultés des élèves face à des tâches de sciences. Cette étude se situe dans la perspective d'aider les enseignant·e·s à anticiper les difficultés des élèves sur des questions relevant de la culture scientifique.

Mots clés : compréhension en sciences, réalisation d'une tâche de sciences, statut socio-économique et culturel, niveau scolaire, sources de difficultés.

École Normale Supérieure de Lyon

Laboratoire Interactions, Corpus, Apprentissages, Représentations
(ICAR – UMR 5191)
Laboratoire de l'Éducation
(LLE – UAR 3773)
École doctorale Éducation, Psychologie, Information, Communication
(« EPIC » – ED 485)

Thèse de doctorat

Discipline : Sciences de l'Éducation

Soutenue publiquement le 23 septembre 2022, par :

Mylène DUCLOS

Influence du contexte socio-culturel et du niveau scolaire sur la réalisation de tâches en sciences : liens entre caractéristiques des tâches et compréhension des élèves

Volume II- annexes

Devant le jury composé de :

Cécile DE HOSSON Professeure des universités, Université Paris Diderot, Rapporteure

André TRICOT Professeur des universités, Université Montpellier 3 - Paul-Valéry, Rapporteur

Karine BECU-ROBINAULT Maîtresse de conférences – HDR, ENS de Lyon Examinatrice

Andrée TIBERGHIEN Directrice de recherche émérite, CNRS, Université de Lyon (ENS de Lyon, Université Lyon 2) Examinatrice

Jean-Baptiste VAN DER HENST Directeur de recherche, CNRS, INSERM, Université de Lyon Examinateur

Thierry ROCHER Adjoint au sous-directeur des évaluations et de la performance scolaire, (DEPP, Ministère de l'Education nationale) Examinateur

Florence LE HEBEL Maîtresse de conférences – HDR, Université de Lyon Directrice de thèse

École Normale Supérieure de Lyon

Laboratoire Interactions, Corpus, Apprentissages, Représentations (ICAR – UMR 5191)

Laboratoire de l'Éducation (LLE – UAR 3773)

École doctorale Éducation, Psychologie, Information, Communication (« EPIC » – ED 485)

Thèse pour obtenir le grade de docteure de l'ENS de Lyon en Sciences de l'éducation

Influence du contexte socio-culturel et du niveau scolaire sur la réalisation de tâches en sciences : liens entre caractéristiques des tâches et compréhension des élèves

Volume II - annexes

Présentée par Mylène DUCLOS

sous la direction de Florence LE HEBEL

Soutenue publiquement le 23 septembre 2022

Devant le jury composé de :

Cécile DE HOSSON Professeure des universités, Université Paris Diderot, Rapporteure

André TRICOT Professeur des universités, Université Montpellier 3 - Paul-Valéry, Rapporteur

Karine BECU-ROBINAULT Maîtresse de conférences – HDR, ENS de Lyon Examinatrice

Andrée TIBERGHIEN Directrice de recherche émérite, CNRS, Université de Lyon (ENS de Lyon, Université Lyon 2) Examinatrice

Jean-Baptiste VAN DER HENST Directeur de recherche, CNRS, INSERM, Université de Lyon Examinateur

Thierry ROCHER Adjoint au sous-directeur des évaluations et de la performance scolaire, (DEPP, Ministère de l'Education nationale) Examinateur

Florence LE HEBEL Maîtresse de conférences – HDR, Université de Lyon Directrice de thèse

Table des annexes

Annexe 1. Graphique issu de l'OCDE (2016) qui indique le pourcentage d'élèves à chaque niveau de compétence de l'échelle de culture scientifique élaborée par PISA Science 2015. 10

Annexe 2. Graphique issu de l'OCDE (2016) qui indique la probabilité pour les élèves de SESC défavorisé d'obtenir une faible performance en sciences, par rapport aux autres élèves. 11

Annexe 3. Comparaison des performances en France par rapport à la moyenne de l'OCDE sur les différentes sous-échelles en sciences de l'enquête PISA 2015 (OCDE, 2016, Graphique I.2.28) (graphique issu de la présentation d'Éric Charbonnier)..... 12

Annexe 4. Répartition du type d'illustrations selon la compétence requise dans les items..... 12

Annexe 5. Item illustrant la « complexité cognitive » (source : item libéré de l'unité « Étude des versants d'une vallée » issu de PISA Science 2015) (OCDE, 2016)..... 13

Annexe 6. Item illustrant le « matching invalidant » (source : TIMSS-grade 8 - classe de 4e-Exemples d'items de sciences et vie de la Terre). 14

Annexe 7. Item illustrant la « projection directe vers une communauté de savoir » (source : items libérés PISA Science 2006)..... 15

Annexe 8. Item illustrant la « projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique » (source : 2nde Programme 2019-manuel collaboratif-lelivresscolaires.fr, page 23, manuel numérique, consultable gratuitement)..... 16

Annexe 9. Item illustrant la « référence à la vie quotidienne » (source : item libéré de l'unité « Météorites et cratères » issu de PISA Science 2015) (OCDE, 2016). 17

Annexe 10. Variation de réussite entre les groupes pour les caractéristiques « compétences » et « champs d'application » de la catégorie « contenus en jeu dans la tâche »..... 18

Annexe 11. Variation de réussite entre les groupes pour trois des aspects formels de la catégorie « caractéristiques intrinsèques à l'item » (format ; longueur du texte ; simulation). 19

Annexe 12. Variation de réussite pour le type d'illustration, un des aspects formels de la catégorie « caractéristiques intrinsèques à l'item ». 20

Annexe 13. Variation de réussite pour la caractéristique « contextes », un des aspects liés au sens de la catégorie « caractéristiques intrinsèques à l'item ». 21

Annexe 14. Variation de réussite entre les groupes pour trois des aspects liés au sens de la catégorie « caractéristiques intrinsèques à l'item » (réponse dans l'item ; dépendance aux ressources ; lien question-illustration)..... 22

Annexe 15. Caractéristiques et sous-caractéristiques influentes dans les variations des écarts de taux de réussite selon le SESC (favorisé versus défavorisé) des élèves. 23

Annexe 16. Caractéristiques et sous-caractéristiques influentes dans les variations des écarts de taux de réussite selon le niveau de performance (haut versus bas) des élèves. 24

Annexe 17. Trois premières caractéristiques les plus influentes (selon l'analyse de la dominance) sur les écarts de réussite selon le SESC des élèves de haut et bas niveau de performance. 25

Annexe 18. Niveau d'importance (analyse de la dominance) des caractéristiques principales dans les variations des écarts de réussite selon le niveau de performance (haut vs bas) des élèves de SESC Favorisé et Défavorisé. 26

Annexe 19. Caractéristiques et sous-caractéristiques influentes dans les variations des écarts de taux de réussite selon le niveau de performances des élèves de SESC favorisé (SESC 4). 27

Annexe 20. Caractéristiques et sous-caractéristiques influentes dans les variations des écarts de taux de réussite selon le niveau de performances des élèves de SESC défavorisé (SESC 1). 28

Annexe 21. Structure de la Classification internationale type des professions, 2008 (CITP-08).. 29

Annexe 22. Estimation du groupe SESC à partir du plus haut ISEI des deux parents (=HISEI)..... 30

Annexe 23. Répartition des élèves selon leur niveau scolaire en sciences et leur groupe SESC (estimé selon le niveau HISEI)..... 31

Annexe 24. Répartition des élèves selon leur binôme et le lycée fréquenté. 32

Annexe 25. Répartition des caractéristiques et sous-caractéristiques des items de notre échantillon, la plus proche possible de celle choisie par PISA Science 2015. 32

Annexe 26. Ensemble des caractéristiques des vingt-cinq items de notre étude qualitative préalablement sélectionnés dans PISA Science 2015 (accompagné du codage donné à chaque caractéristique). 37

Annexe 27. Sélection, parmi les 183 items de PISA Science 2015, des items de notre échantillon selon un indice HISEI proche de l'indice SESC de PISA..... 43

Annexe 28. Ensemble des items de notre échantillon dont l'indice HISEI est proche de l'indice SESC de PISA Science 2015. 47

Annexe 29. Guide d'entretien d'explicitation utilisé par les interviewers pour suivre une trame commune. 48

Annexe 30. Durée totale des entretiens d'explicitation par binôme. 49

Annexe 31. Analyse des transcriptions des items 641Q03 et 641Q04 selon les phases du modèle de réponse aux questions adapté à la compréhension générale d'un sujet par Pollitt & Ahmed (1999). 50

Annexe 32. Transcriptions des échanges entre les élèves des binômes 1, 2 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut), 5 et 10 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas) pour les items 641Q03 et 641Q04 de l'unité Météorites et cratères (libérée par PISA Science 2015). 60

Annexe 33. Transcriptions des entretiens entre les élèves des binômes 1, 2 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut), 5 et 10 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas) pour les items 641Q03 et 641Q04 de l'unité Météorites et cratères (libérée par PISA Science 2015). 64

Annexe 34. Extraits de transcription accompagnés d'une analyse des stratégies mises en oeuvre par les élèves durant la résolution de l'item 478Q01 (non libéré par PISA Science 2015). 70

Annexe 35. Consignes de correction données par PISA Science 2015 pour l'item 603Q02 (non libéré par PISA Science 2015). 86

Annexe 36. Ensemble des caractéristiques des items 478Q01 et 603Q02 (non libérés par PISA Science 2015). 87

Annexe 37. Analyse des indices de projection présents dans les échanges et/ou entretiens de l'item 478Q01 (non libéré par PISA). 89

Annexe 38. Analyse des indices de projection présents dans les échanges et/ou entretiens de l'item 603Q02 (non libéré par PISA). 94

Annexe 39. Taux de réussite à l'item 458Q01 (non libéré par PISA Science 2015) pour l'ensemble des élèves de notre échantillon selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences. 106

Annexe 40. Taux de réussite obtenu par les élèves de notre échantillon, aux items 326Q01 et 326Q02 (non libérés par PISA Science 2015), selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences. 107

Annexe 41. Analyse de la réponse donnée par les élèves, aux items 326Q01 et 326Q02 (non libérés par PISA Science 2015), selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences. 108

Annexe 42. Réponse donnée par les élèves, à l'item 603Q05 (non libéré par PISA Science 2015), selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences. 114

Annexe 43. Taux de réussite obtenus par les élèves (SESC et niveau de performance en sciences) selon la compétence requise (expliquer un phénomène scientifique ou interpréter des données et des faits de manière scientifique) dans les items. 115

Annexe 44 Réponse donnée par les élèves, à l'item 601Q01 (libéré par PISA Science 2015), selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences et taux de réussite. 116

Annexe 45. Temps de résolution des items avec le texte le plus long de notre échantillon (estimation à partir du nombre de mots et prise en compte des items dont le nombre de mots est compris entre 247 à 417 mots- quartile 4). 117

Annexe 46. Présentation de l'introduction de l'unité PISA libérée « ferme aquatique durable » et du premier item de l'unité (601Q01). 119

Annexe 47. Transcription intégrale des échanges à l'item 601Q01 de l'unité libérée « ferme aquatique durable » 120

Annexe 48. Transcriptions des entretiens à l'item 601Q01 de l'unité libérée « ferme aquatique durable ». 155

Annexe 49. Ensemble des combinaisons de réponse donnée par les élèves, à l'item 458Q02 (non libéré par PISA Science 2015), selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences et taux de réussite. 171

Annexe 50. Différence de temps de résolution entre l'item 601Q01 (sans réponse) et l'item 601Q02 (avec réponse) de l'unité PISA libérée « ferme aquatique durable ». 172

Annexe 51. Transcription intégrale des entretiens à l'item 601Q02 de l'unité libérée « ferme aquatique durable » 173

Annexe 52. Transcription intégrale des échanges à l'item 601Q02 de l'unité libérée « ferme aquatique durable » 180

Annexe 53. Taux de réussite moyen aux items, de l'échantillon représentatif d'élèves français à PISA Science 2015, selon la nature de la réponse contenue dans la présentation de l'item. 187

Annexe 54. Comptabilisation des bonnes ou mauvaises réponses aux items de l'échantillon de l'analyse qualitative contenant la réponse dans le texte ou l'illustration. 188

Annexe 55. Différence au niveau du format de réponse et de certaines caractéristiques de contenus entre les quatre items, de notre échantillon d'analyse qualitative, contenant la réponse dans le texte ou illustration. 188

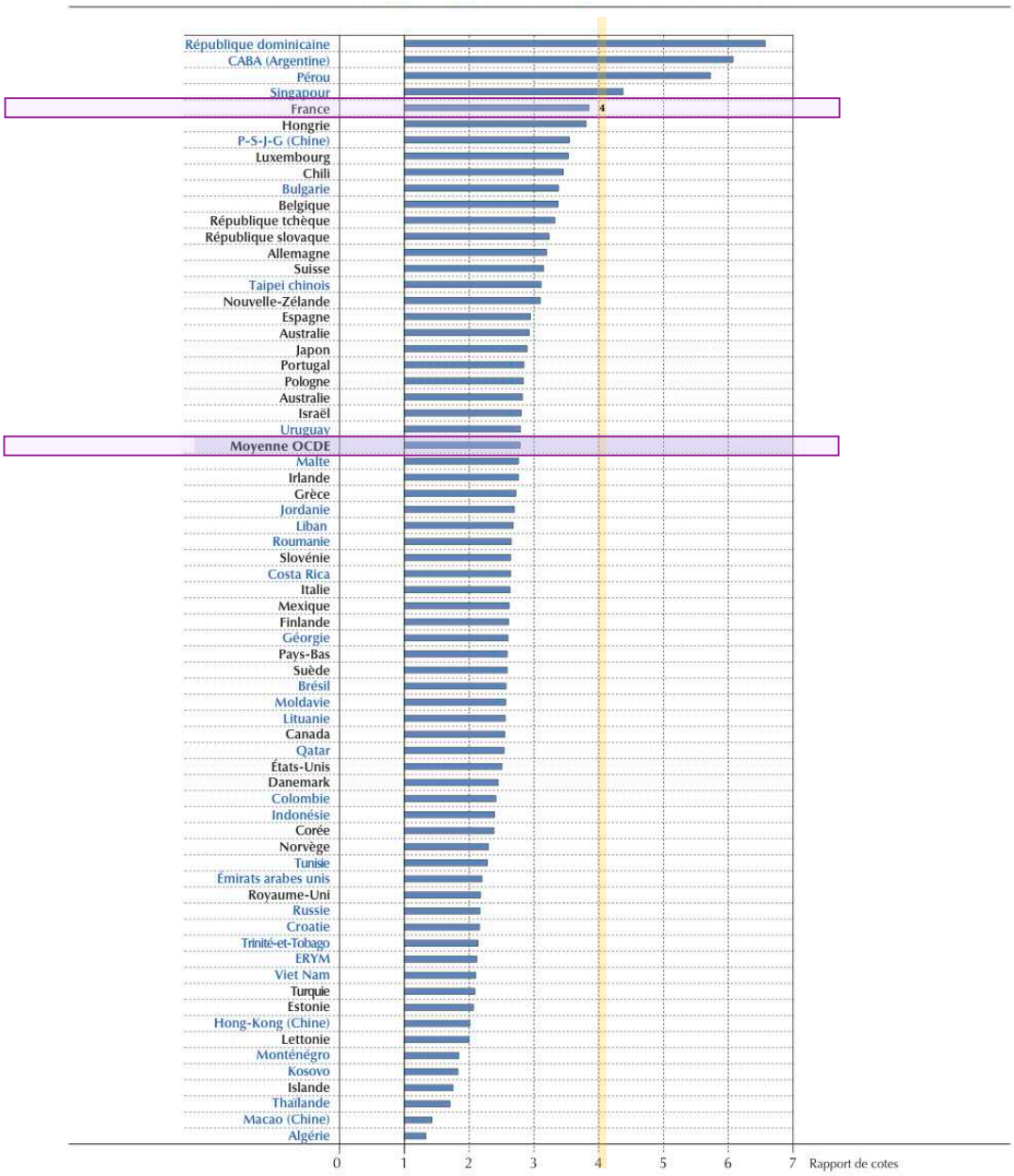
Annexe 56. Résultats obtenus par l'échantillon représentatif des élèves français à PISA Science 2015 selon la nature de la réponse présente dans la présentation de l'item (textuelle ou illustrée). 189

Annexe 57. Comparaison du taux de réussite moyen de l'échantillon représentatif des élèves français à PISA Science 2015 de SESC favorisé par rapport à ceux de SESC défavorisé selon le type de réponse présent dans l'item (textuelle ou illustrée).....190

Annexe 1. Graphique issu de l'OCDE (2016) qui indique le pourcentage d'élèves à chaque niveau de compétence de l'échelle de culture scientifique élaborée par PISA Science 2015.

	Tous les élèves															
	Sous le niveau 1b (score inférieur à 260.54 points)		Niveau 1b (de 260.54 à moins de 334.94 points)		Niveau 1a (de 334.94 à moins de 409.54 points)		Niveau 2 (de 409.54 à moins de 484.14 points)		Niveau 3 (de 484.14 à moins de 558.73 points)		Niveau 4 (de 558.73 à moins de 633.33 points)		Niveau 5 (de 633.33 à moins de 707.93 points)		Niveau 6 (score supérieur à 707.93 points)	
	%	Er.-T.	%	Er.-T.	%	Er.-T.	%	Er.-T.	%	Er.-T.	%	Er.-T.	%	Er.-T.	%	Er.-T.
OCDE Australie	0.6	(0.1)	4.3	(0.3)	12.8	(0.5)	21.6	(0.5)	27.3	(0.5)	22.3	(0.5)	9.2	(0.4)	2.0	(0.2)
Autriche	0.5	(0.2)	4.5	(0.5)	15.8	(0.8)	23.9	(0.8)	28.1	(0.8)	19.5	(0.8)	6.8	(0.5)	0.9	(0.2)
Belgique	0.5	(0.1)	4.9	(0.4)	14.4	(0.6)	21.9	(0.6)	26.8	(0.7)	22.5	(0.7)	8.0	(0.4)	1.0	(0.1)
Canada	0.1	(0.1)	1.8	(0.2)	9.1	(0.4)	20.2	(0.6)	30.3	(0.5)	26.1	(0.7)	10.4	(0.5)	2.0	(0.2)
Chili	1.0	(0.2)	8.9	(0.6)	25.0	(0.9)	31.0	(1.0)	23.8	(0.9)	9.1	(0.7)	1.2	(0.2)	0.0	(0.0)
République tchèque	0.3	(0.1)	4.3	(0.5)	16.1	(0.8)	25.9	(0.8)	27.7	(0.9)	18.4	(0.7)	6.3	(0.4)	0.9	(0.2)
Danemark	0.3	(0.1)	3.0	(0.3)	12.5	(0.7)	25.9	(0.9)	31.1	(1.1)	20.2	(0.8)	6.1	(0.5)	0.9	(0.2)
Estonie	0.0	(0.0)	1.2	(0.2)	7.5	(0.6)	20.1	(0.7)	30.7	(0.9)	26.9	(0.9)	11.6	(0.7)	1.9	(0.3)
Finlande	0.3	(0.1)	2.3	(0.3)	8.9	(0.6)	19.1	(0.7)	29.7	(0.8)	26.0	(0.8)	11.9	(0.6)	2.4	(0.3)
France	0.9	(0.2)	5.8	(0.5)	15.3	(0.6)	22.0	(0.9)	26.5	(0.8)	21.4	(0.8)	7.2	(0.5)	0.8	(0.1)
Allemagne	0.4	(0.1)	3.8	(0.4)	12.8	(0.7)	22.7	(0.8)	27.7	(0.8)	22.0	(0.8)	8.8	(0.6)	1.8	(0.2)
Grèce	1.2	(0.3)	9.1	(1.0)	22.4	(1.1)	28.4	(1.1)	25.2	(1.1)	11.6	(0.9)	2.0	(0.3)	0.1	(0.1)
Hongrie	0.8	(0.2)	6.8	(0.6)	18.4	(0.9)	25.5	(0.8)	27.3	(0.9)	16.6	(0.8)	4.3	(0.4)	0.3	(0.1)
Islande	0.8	(0.2)	5.8	(0.5)	18.7	(0.9)	29.0	(1.0)	27.3	(0.9)	14.6	(0.8)	3.5	(0.4)	0.3	(0.1)
Irlande	0.3	(0.1)	2.7	(0.4)	12.4	(0.8)	26.4	(0.9)	31.1	(0.9)	20.1	(0.8)	6.3	(0.4)	0.8	(0.2)
Israël	2.1	(0.4)	9.5	(0.8)	19.9	(0.9)	24.4	(0.8)	23.3	(1.0)	15.0	(0.8)	5.1	(0.5)	0.7	(0.1)
Italie	0.6	(0.2)	5.4	(0.5)	17.2	(0.8)	27.1	(0.9)	28.6	(1.0)	17.0	(0.7)	3.8	(0.4)	0.2	(0.1)
Japon	0.2	(0.1)	1.7	(0.3)	7.7	(0.6)	18.1	(0.8)	28.2	(0.9)	28.8	(0.9)	12.9	(0.8)	2.4	(0.4)
Corée	0.4	(0.1)	2.9	(0.4)	11.1	(0.7)	21.7	(0.9)	29.2	(0.9)	24.0	(1.0)	9.2	(0.7)	1.4	(0.2)
Lettonie	0.1	(0.1)	2.6	(0.3)	14.5	(0.7)	29.8	(0.8)	31.7	(0.8)	17.4	(0.8)	3.5	(0.4)	0.3	(0.1)
Luxembourg	0.5	(0.1)	6.4	(0.5)	18.9	(0.6)	24.8	(0.7)	25.1	(0.7)	17.3	(0.6)	6.0	(0.4)	0.9	(0.2)
Mexique	1.1	(0.3)	11.7	(0.7)	35.0	(1.0)	34.7	(0.9)	15.1	(0.9)	2.3	(0.3)	0.1	(0.1)	0.0	c
Pays-Bas	0.3	(0.1)	4.0	(0.5)	14.3	(0.7)	21.8	(0.9)	26.1	(0.9)	22.4	(0.8)	9.5	(0.5)	1.6	(0.2)
Nouvelle-Zélande	0.4	(0.1)	4.0	(0.4)	13.0	(0.8)	21.6	(0.8)	26.3	(0.8)	21.8	(0.8)	10.1	(0.6)	2.7	(0.4)
Norvège	0.6	(0.1)	4.1	(0.4)	14.0	(0.7)	24.6	(0.8)	29.1	(0.8)	19.6	(0.8)	6.9	(0.5)	1.1	(0.2)
Pologne	0.3	(0.1)	2.6	(0.4)	13.3	(0.7)	26.6	(0.9)	29.9	(0.9)	19.9	(0.8)	6.3	(0.5)	1.0	(0.2)
Portugal	0.2	(0.1)	3.2	(0.4)	14.0	(0.9)	25.4	(0.8)	28.8	(0.8)	21.0	(0.8)	6.7	(0.5)	0.7	(0.1)
République slovaque	2.1	(0.3)	8.9	(0.7)	19.7	(0.8)	27.6	(0.8)	24.8	(0.7)	13.3	(0.6)	3.3	(0.3)	0.3	(0.1)
Slovénie	0.2	(0.1)	2.8	(0.3)	11.9	(0.5)	23.3	(0.7)	29.1	(0.9)	22.1	(0.8)	9.1	(0.6)	1.5	(0.3)
Espagne	0.3	(0.1)	3.7	(0.4)	14.3	(0.7)	26.5	(0.7)	31.3	(0.7)	18.9	(0.7)	4.7	(0.4)	0.3	(0.1)
Suède	0.9	(0.2)	5.7	(0.5)	15.0	(0.9)	24.0	(0.9)	26.8	(0.9)	19.0	(0.9)	7.2	(0.6)	1.3	(0.2)
Suisse	0.5	(0.2)	4.0	(0.5)	13.9	(0.8)	22.8	(0.8)	26.3	(1.1)	22.7	(1.0)	8.6	(0.6)	1.1	(0.2)
Turquie	1.1	(0.2)	11.8	(1.0)	31.6	(1.5)	31.3	(1.3)	19.1	(1.4)	4.8	(0.9)	0.3	(0.1)	0.0	(0.0)
Royaume-Uni	0.4	(0.1)	3.4	(0.3)	13.6	(0.7)	22.6	(0.7)	27.5	(0.7)	21.6	(0.7)	9.1	(0.6)	1.8	(0.2)
États-Unis	0.5	(0.1)	4.3	(0.5)	15.5	(0.8)	25.5	(0.8)	26.6	(0.9)	19.1	(0.9)	7.3	(0.6)	1.2	(0.2)
Total UE	0.6	(0.0)	4.7	(0.1)	15.3	(0.2)	24.6	(0.2)	27.6	(0.2)	19.6	(0.2)	6.6	(0.2)	1.0	(0.1)
Total OCDE	0.6	(0.1)	5.4	(0.2)	17.5	(0.3)	25.4	(0.3)	25.6	(0.3)	17.8	(0.3)	6.5	(0.2)	1.1	(0.1)
Moyenne OCDE	0.6	(0.0)	4.9	(0.1)	15.7	(0.1)	24.8	(0.1)	27.2	(0.1)	19.0	(0.1)	6.7	(0.1)	1.1	(0.0)

Annexe 2. Graphique issu de l'OCDE (2016) qui indique la probabilité pour les élèves de SESC défavorisé d'obtenir une faible performance en sciences, par rapport aux autres élèves.



1. Par élèves défavorisés sur le plan socio-économique, on entend les élèves se situant dans le quartile inférieur de la répartition de l'indice PISA de statut social, économique et culturel (SESC) au sein de leur pays/économie.

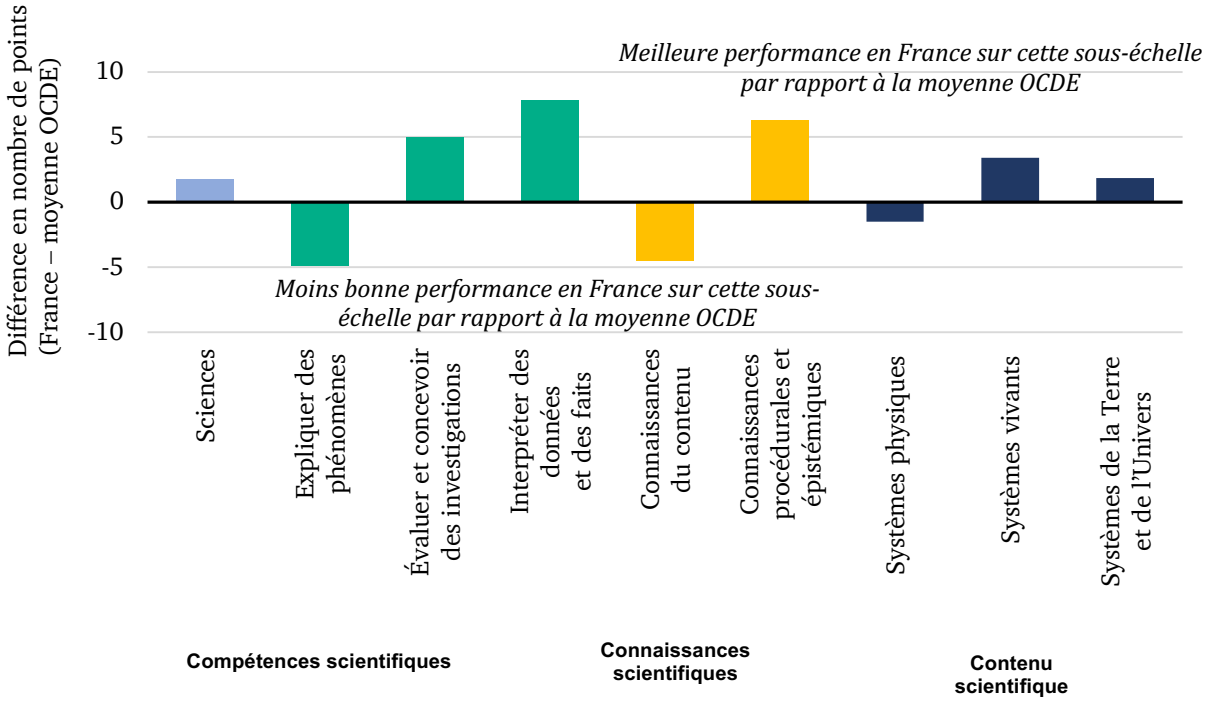
Remarques : Tous les coefficients sont statistiquement significatifs (voir l'annexe A3).

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de la probabilité pour les élèves se situant dans le quartile inférieur de l'indice SESC de se situer sous le niveau 2 de compétence en sciences, par rapport à leurs pairs non défavorisés.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.6.6a.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888933432777

Annexe 3. Comparaison des performances en France par rapport à la moyenne de l'OCDE sur les différentes sous-échelles en sciences de l'enquête PISA 2015 (OCDE, 2016, Graphique I.2.28) (graphique issu de la présentation d'Éric Charbonnier).



Annexe 4. Répartition du type d'illustrations selon la compétence requise dans les items.

	Interpréter des données et des faits de manière scientifique	Évaluer et concevoir des recherches scientifiques	Expliquer un phénomène scientifique	*Total*
Absence d'illustration	3	12	23	38
Photo/dessin	0	8	18	26
Graphique	11	0	6	17
Schéma	11	4	26	41
Tableau	11	3	1	15
Multiples illustrations	20	12	14	46
Total	56	39	88	**183**

Annexe 5. Item illustrant la « complexité cognitive » (source : item libéré de l'unité « Étude des versants d'une vallée » issu de PISA Science 2015) (OCDE, 2016).

Étude des versants d'une vallée
Question 2 / 2

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

Deux élèves ne sont pas d'accord sur la raison pour laquelle il y a une différence d'humidité du sol entre les deux versants.

- L'élève 1 pense que la différence d'humidité du sol est due à une différence de rayonnement solaire sur les deux versants.
- L'élève 2 pense que la différence d'humidité du sol est due à une différence de précipitations sur les deux versants.

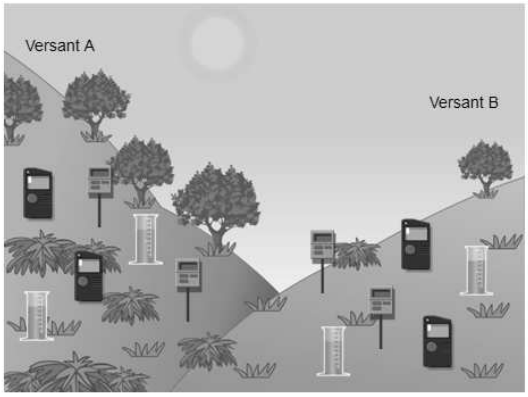
D'après les données, quel élève a raison ?

- L'élève 1
- L'élève 2

Expliquez votre réponse.

ÉTUDE DES VERSANTS D'UNE VALLÉE
Analyse des données

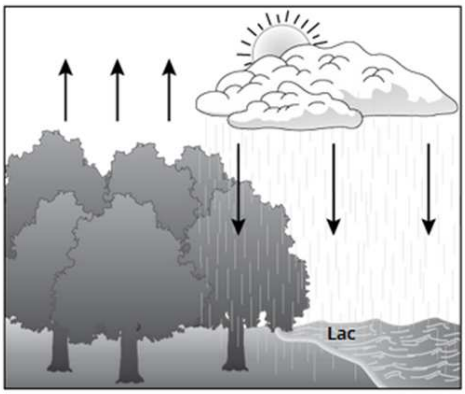
Les élèves font la moyenne des mesures recueillies sur une période donnée par chaque paire d'instruments sur chaque versant, et calculent l'incertitude de ces moyennes. Le tableau ci-dessous présente leurs résultats. L'incertitude est indiquée après le signe « ± ».



	Rayonnement solaire moyen	Humidité moyenne du sol	Précipitations moyennes
Versant A	3800 ± 300 MJ/m^2	28 ± 2%	450 ± 40 mm
Versant B	7200 ± 400 MJ/m^2	18 ± 3%	440 ± 50 mm

Annexe 6. Item illustrant le « matching invalidant » (source : TIMSS-grade 8 - classe de 4e-Exemples d'items de sciences et vie de la Terre).

1 L' illustration ci-dessous montre le cycle de l'eau dans l'écosystème d'une forêt.



Les flèches qui pointent vers le bas montrent la pluie qui tombe dans la forêt. Une certaine quantité d'eau de pluie est absorbée par les arbres à partir du sol.

Quel processus du cycle de l'eau est présenté par les flèches qui pointent vers le haut ?

A l'absorption de l'eau par les racines des arbres

B la production de dioxyde de carbone par les arbres

C l'évaporation de l'eau des feuilles des arbres dans l'air

D le rejet de dioxyde de carbone dans l'air par les animaux vivant dans les arbres

	Réponse A	Réponse B	Réponse C	Réponse D
% d'élèves	25,5	16,1	53,6	3,5

Annexe 7. Item illustrant la « projection directe vers une communauté de savoir » (source : items libérés PISA Science 2006).

CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES

LE MAÏS OGM DEVRAIT ÊTRE INTERDIT

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

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

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

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

On a semé du maïs dans 200 champs à travers le pays.

On a divisé chaque champ en deux parties. Dans une moitié, on a cultivé du maïs génétiquement modifié (OGM) traité avec le nouvel herbicide puissant, et dans l'autre moitié on a cultivé du maïs traditionnel traité avec un herbicide traditionnel.

On a trouvé à peu près le même nombre d'insectes sur le maïs OGM traité avec le nouvel herbicide que sur le maïs traditionnel traité avec l'herbicide traditionnel.

Question 1 : CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES

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

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

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

Question 2 : CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES

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

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

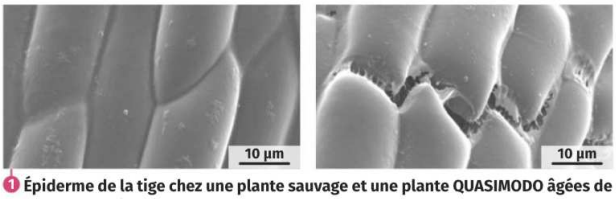
Crédit complet : D. Pour inclure diverses conditions de culture du maïs.

Annexe 8. Item illustrant la « projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique » (source : 2nde Programme 2019-manuel collaboratif-lelivresscolaires.fr, page 23, manuel numérique, consultable gratuitement).

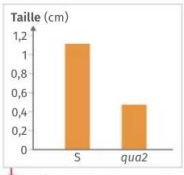
7 Comprendre le rôle de la pectine chez les plantes

✔ Interpréter des résultats et en tirer des conclusions

Les cellules végétales sont entourées d'une paroi constituée d'un réseau complexe de molécules : on y trouve, entre autres, de la pectine. Des chercheurs ont identifié deux mutants, QUASIMODO (qua1 et qua2), qui ont moins de pectine dans leur paroi que les plantes non mutées (dites « sauvages »).



1 Épiderme de la tige chez une plante sauvage et une plante QUASIMODO âgées de deux semaines (MET).



2 Taille de la tige après 4 jours de germination.

Questions

1. À partir des résultats d'expériences, proposez une explication à la taille des mutants QUASIMODO.
2. Expliquez en quoi ces résultats permettent de mieux comprendre le rôle de la pectine dans la paroi végétale.

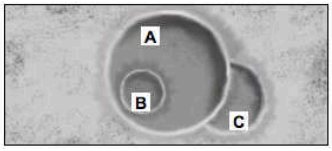
https://fr.calameo.com/read/000596729947af9ff68c3

Annexe 9. Item illustrant la « référence à la vie quotidienne » (source : item libéré de l'unité « Météorites et cratères » issu de PISA Science 2015) (OCDE, 2016).

Météorites et cratères (641)

Utilisez les informations fournies sous "météorites et cratères" à droite.

Examinez les trois cratères suivants.



Classez ces cratères en fonction de la taille de la météorite qui les a formés, du plus grand au plus petit.

641Q03

	Le plus grand →		Le plus petit
A B C			

Classez ces cratères en fonction du moment où ils se sont formés, du plus ancien au plus récent.

641Q04

	Le plus ancien →		Le plus récent
A B C			

Météorites et cratères

Les roches présentes dans l'espace qui entrent dans l'atmosphère de la Terre sont appelées des météorites. En traversant l'atmosphère de la Terre, les météorites deviennent très chaudes et brillantes. La plupart des météorites brûlent entièrement avant d'atteindre la surface de la Terre. Lorsqu'une météorite atteint la surface de la Terre, elle peut créer un trou appelé cratère.

Annexe 10. Variation de réussite entre les groupes pour les caractéristiques « compétences » et « champs d'application » de la catégorie « contenus en jeu dans la tâche ».

Caractéristiques / **Comparaisons**	Compétences *(Interpréter les données et les faits de manière scientifique (3) vs Expliquer un phénomène scientifique (2))*	Compétences *(Interpréter les données et les faits de manière scientifique (3) vs Évaluer et concevoir des recherches scientifiques (1))*	Champs d'application *(Ressources naturelles vs Frontières des sciences et de la technologie)*	Champs d'application *(Risques vs Frontières des sciences et de la technologie)*	Champs d'application *(Santé et maladies vs Risques)*
1/ **SESC 4** vs **SESC 1**	-	-	-	-	-
2/ SCORE 4 vs SCORE 1	p<.05 (↗) *(p=0.02)*	*p=0.11 (↗)*	p<.05 (↗) *(p=0.04)*	-	-
3/ **SESC 4** SCORE 4 vs SCORE 1	-	-	-	-	-
4/ **SESC 1** SCORE 4 vs SCORE 1	p<.01 (↗) *(p=0.005)*	p<.05 (↗) *(p=0.03)*	p<.05 (↗) *(p=0.04)*	-	p<.10(↗) *(p=0.09)*
5/ SCORE 4 **SESC 4** vs **SESC 1**	p<.01 (↘) *(p=0.003)*	p<.01 (↘) *(p=0.009)*	-	p<.10 (↗) *(p=0.08)*	-
6/ SCORE 1 **SESC 4** vs **SESC 1**	-	-	-	-	-

Note. SESC4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ; SECS1 : Groupe d'élèves de SESC défavorisé ; SCORE 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé à PISA ; SCORE 1 : Groupe d'élèves de niveau performance faible à PISA ; SESC (4 ou 1) SCORE 1 vs SCORE 4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ou défavorisé selon leur niveau de performance (faible ou élevé) ; SCORE (4 ou 1) SESC 1 vs SESC 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé ou faible selon leur SESC (défavorisé ou favorisé); Niveau de signification : $p<.01$ = Très significatif, $p<.05$= Significatif, $p<.10$= Tendanciellement significatif ; Type d'écart de réussite : (↗) augmentation de l'écart, (↘) diminution de l'écart) ; (-) pas de résultat significatif.

Annexe 11. Variation de réussite entre les groupes pour trois des aspects formels de la catégorie « caractéristiques intrinsèques à l'item » (format ; longueur du texte ; simulation).

Caractéristiques / **Comparaisons**	Format *(Ouvert vs Choix multiple simple)*	Format *(Choix multiple complexe vs Choix multiple simple)*	Longueur du texte	Simulation *(Présence d'une simulation vs absence)*
1/ **SESC 4** vs **SESC 1**	p<.01 (↗) *(p=0.000)*	p<.05 (↗) *(p=0.05)*	-	-
2/ SCORE 4 vs SCORE 1	p<.01 (↗) *(p=0.000)*	-	-	p<.01 (↗) *(p=0.003)*
3/ **SESC 4** SCORE 4 vs SCORE 1	p<.05 (↗) *(p=0.02)*	-	-	p<.05 (↗) *(p=0.02)*
4/ **SESC 1** SCORE 4 vs SCORE 1	p<.01 (↗) *(p=0.000)*	-	-	p<.05 (↗) *(p=0.02)*
5/ SCORE 4 **SESC 4** vs **SESC 1**	-	-	-	-
6/ SCORE 1 **SESC 4** vs **SESC 1**	p<.01 (↗) *(p=0.003)*	-	*p= 0.13 (↘)*	-

Note. SESC4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ; SECS1 : Groupe d'élèves de SESC défavorisé ; SCORE 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé à PISA ; SCORE 1 : Groupe d'élèves de niveau performance faible à PISA ; SESC (4 ou 1) SCORE 1 vs SCORE 4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ou défavorisé selon leur niveau de performance (faible ou élevé) ; SCORE (4 ou 1) SESC 1 vs SESC 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé ou faible selon leur SESC (défavorisé ou favorisé); Niveau de signification : $p<.01$ = Très significatif, $p<.05$= Significatif, $p<.10$= Tendanciellement significatif ; Type d'écart de réussite : (↗) augmentation de l'écart, (↘) diminution de l'écart) ; (-) pas de résultat significatif.

Annexe 12. Variation de réussite pour le type d'illustration, un des aspects formels de la catégorie « caractéristiques intrinsèques à l'item ».

Caractéristiques / **Comparaisons**	Illustration *(Schéma vs Multiples illustrations)*	Illustration *(Photo-dessin vs Multiples illustrations)*	Illustration *(Graphiques vs Multiples illustrations)*	Illustration *(Pas d'illustration vs Multiples illustrations)*	Illustration *(Tableaux vs pas d'illustration)*
1/ **SESC 4** vs **SESC 1**	p<.10 (↗) *(p=0.09)*	-	-	-	-
2/ SCORE 4 vs SCORE 1	p<.01 (↗) *(p=0.001)*	-	p<.10 (↗) *(p=0.06)*	*p=0.12* (↗)	-
3/ **SESC 4** SCORE 4 vs SCORE 1	p<.01 (↗) *(p=0.001)*	*p=0.13* (↗)	p<.10 (↗)	p<.10 (↗) *(p=0.09)*	-
4/ **SESC 1** SCORE 4 vs SCORE 1	p<.01 (↗) *(p=0.000)*	p<.10 (↗) *(p=0.08)*	-	*p=0.11* (↗)	p<.10 (↘) *(p=0.08)*
5/ SCORE 4 **SESC 4** vs **SESC 1**	p<.05 (↘) *(p=0.02)*	-	-	-	p<.05 (↗) *(p=0.04)*
6/ SCORE 1 **SESC 4** vs **SESC 1**	*p=0.11* (↘)	-	-	-	-

Note. SESC4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ; SECS1 : Groupe d'élèves de SESC défavorisé ; SCORE 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé à PISA ; SCORE 1 : Groupe d'élèves de niveau performance faible à PISA ; SESC (4 ou 1) SCORE 1 vs SCORE 4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ou défavorisé selon leur niveau de performance (faible ou élevé) ; SCORE (4 ou 1) SESC 1 vs SESC 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé ou faible selon leur SESC (défavorisé ou favorisé); Niveau de signification : $p<.01$ = Très significatif, $p<.05$= Significatif, $p<.10$= Tendanciellement significatif ; Type d'écart de réussite : (↗) augmentation de l'écart, (↘) diminution de l'écart) ; (-) pas de résultat significatif.

Annexe 13. Variation de réussite pour la caractéristique « contextes », un des aspects liés au sens de la catégorie « caractéristiques intrinsèques à l'item ».

Caractéristiques / **Comparaisons**	Contextes *(Global-personnel vs Global)*	Contextes *(Sociétal-personnel vs Global-personnel)*	Contextes *(Sociétal vs Global)*
1/ **SESC 4** vs **SESC 1**	-	-	-
2/ SCORE 4 vs SCORE 1	*p=0.12* (↗)	*p<.05* (↘) *(p=0.05)*	-
3/ **SESC 4** SCORE 4 vs SCORE 1	-	*p<.10* (↘)	-
4/ **SESC 1** SCORE 4 vs SCORE 1	-	-	*p<.10* (↘) *(p=0.09)*
5/ SCORE 4 **SESC 4** vs **SESC 1**	-	-	-
6/ SCORE 1 **SESC 4** vs **SESC 1**	-	-	-

Note. SESC4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ; SECS1 : Groupe d'élèves de SESC défavorisé ; SCORE 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé à PISA ; SCORE 1 : Groupe d'élèves de niveau performance faible à PISA ; SESC (4 ou 1) SCORE 1 vs SCORE 4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ou défavorisé selon leur niveau de performance (faible ou élevé) ; SCORE (4 ou 1) SESC 1 vs SESC 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé ou faible selon leur SESC (défavorisé ou favorisé); Niveau de signification : $p<.01$ = Très significatif, $p<.05$= Significatif, $p<.10$= Tendanciellement significatif ; Type d'écart de réussite : (↗) augmentation de l'écart, (↘) diminution de l'écart) ; (-) pas de résultat significatif.

Annexe 14. Variation de réussite entre les groupes pour trois des aspects liés au sens de la catégorie « caractéristiques intrinsèques à l'item » (réponse dans l'item ; dépendance aux ressources ; lien question-illustration).

Caractéristiques / **Comparaisons**	Réponse dans l'item *(Présence vs Absence)*	Dépendance aux ressources *(Dépendance vs Indépendance)*	Lien question Illustration *(Avec lien vs Sans lien)*
1/ **SESC 4** vs **SESC 1**	p<.05 (↘) *(p=0.02)*	*p=0.12 (↗)*	-
2/ SCORE 4 vs SCORE 1	*p=0.13* (↘)	p<.05 (↗) *(p=0.03)*	-
3/ **SESC 4** SCORE 4 vs SCORE 1	-	p<.01 (↗) *(p=0.004)*	-
4/ **SESC 1** SCORE 4 vs SCORE 1	p<.05 (↘) *(p=0.04)*	*p=0.14 (↗)*	-
5/ SCORE 4 **SESC 4** vs **SESC 1**	-	-	-
6/ SCORE 1 **SESC 4** vs **SESC 1**	-	p<.01 (↘) *(p=0.007)*	*p=0.15 (↗)*

Note. SESC4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ; SECS1 : Groupe d'élèves de SESC défavorisé ; SCORE 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé à PISA ; SCORE 1 : Groupe d'élèves de niveau performance faible à PISA ; SESC (4 ou 1) SCORE 1 vs SCORE 4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ou défavorisé selon leur niveau de performance (faible ou élevé) ; SCORE (4 ou 1) SESC 1 vs SESC 4 : Groupe d'élèves de niveau performance élevé ou faible selon leur SESC (défavorisé ou favorisé); Niveau de signification : $p<.01$ = Très significatif, $p<.05$= Significatif, $p<.10$= Tendanciellement significatif ; Type d'écart de réussite : (↗) augmentation de l'écart, (↘) diminution de l'écart) ; (-) pas de résultat significatif.

Annexe 15. Caractéristiques et sous-caractéristiques influentes dans les variations des écarts de taux de réussite selon le SESC (favorisé versus défavorisé) des élèves.

SESC4		6 caractéristiques *6 sous-caractéristiques*		SESC1
Ouvert < Simple*** (β= –.327)	←	**1 Format** Réponse ouverte vs Choix multiple simple***	→	Ouvert < Simple*** (β= –.567)
Multiple < Simple*** (β= –.240)	←	Choix multiple complexe vs simple**	→	Multiple < Simple*** (β= –.329)
Procédurale > Épistémique** (β= .246)	←	**2 Type de connaissances **** Procédurale vs Épistémique	→	(β= .122)
(β= .129)	←	**3 Type d'illustration*** Schéma vs Multiples illustrations	→	(β= .052)
(β= –.047)	←	**4 Dépendance (p=0.12)** Dépendance vs Indépendance	→	Dépendance ↘ Indépendance (p=0.15) (β= –.110)
Présence de projection > Absence** (β= .220)	←	**5 Projection (p= 0.13)** Présence de projection vs Absence	→	Présence de projection > Absence** (β= .166)
(β= .053)	→	**6 Réponse dans l'item**** Présence de la réponse vs Absence	←	Présence de la réponse > Absence** (β= .142)
Système vivant < Système Terre Univers*	→	***Connaissance selon systèmes**** Système vivant vs Systèmes Terre Univers	←	⦸
Épistémique < Système Terre Univers (p=0.14)	→	Connaissance épistémique vs Systèmes Terre Univers (des connaissances de contenu)	←	⦸
(β= .076)	←	***Contextes pour items dépendants aux ressources***** Sociétal-personnel vs contexte 2nd plan	→	(β= –.040)
⦸	←	***Contextes (simple ou double) pour items dépendants aux ressources*** Contexte double vs contexte 2nd plan*	→	Contexte double < contexte 2nd plan (p=0.13)
(β= .134)	←	***Type de projection**** C.AS vs Absence de projection	→	(β= .050)
Indirecte > Absence de projection***	←	***Projection directe/indirecte**** Indirecte vs Absence de projection	→	Indirecte > Absence de projection**
(β= –.070)	←	***Lien Question-Illustration (p= 0.12)*** Lien implicite vs Lien explicite	→	Lien implicite < Lien explicite* (β= –.131)

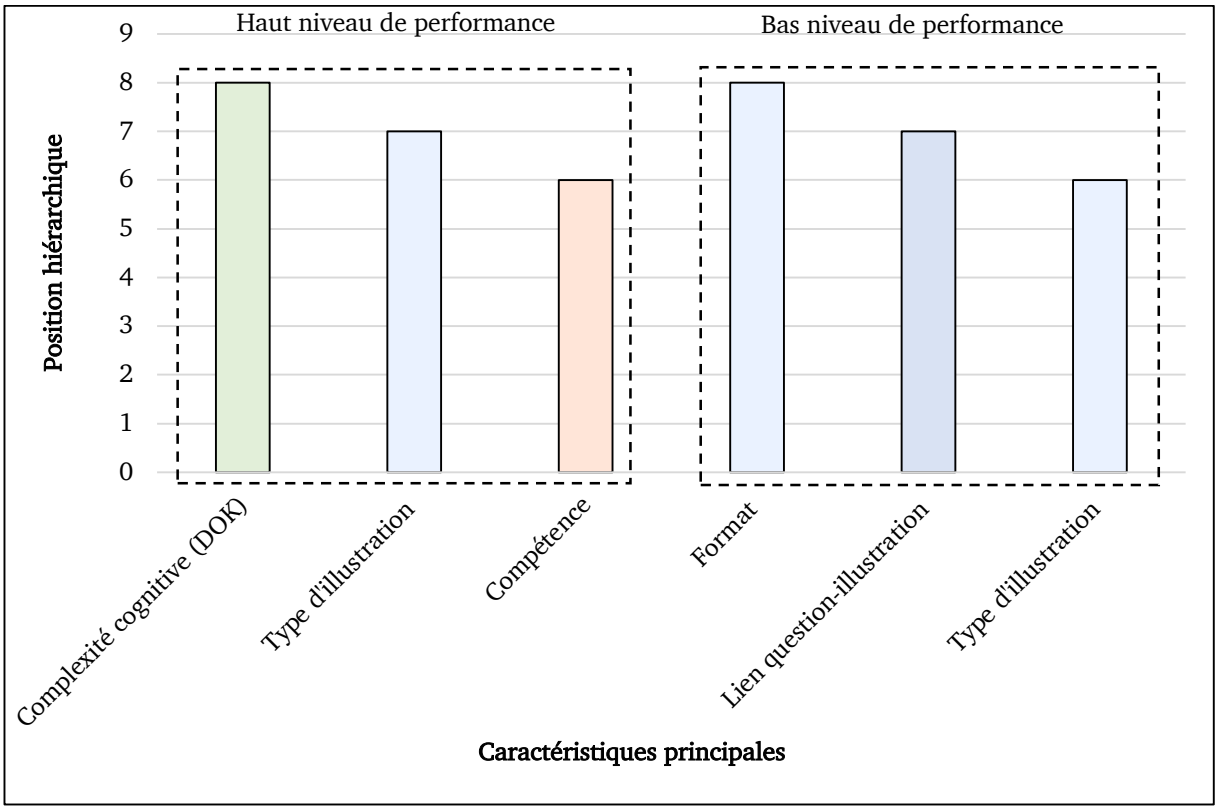
Note. SESC 4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé ; SESC 1 : Groupe d'élèves de SESC défavorisé ; (→ ←) Diminution de l'écart entre les deux groupes comparés ; (← →) Augmentation de l'écart entre les deux groupes comparés ; (<) Diminution des performances dans le groupe concerné ; (>) Augmentation des performances dans le groupe concerné ; Niveau de signification : ***p<.01, **p<.05, *p<.10 ; (β) Coefficients de régression standardisé (Bêta) ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects formels ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects liés au sens ; Caractéristiques liées aux contenus dans la tâche ; Raisonnements et stratégies des élèves ; ⦸ coefficients Bêta indisponibles ; C.AS. Projection vers une Communauté de professions représentant une Autorité Scientifique.

Annexe 16. Caractéristiques et sous-caractéristiques influentes dans les variations des écarts de taux de réussite selon le niveau de performance (haut versus bas) des élèves.

SCORE 4		**8 caractéristiques** *4 sous-caractéristiques*		SCORE 1
Ouvert < Simple** (β= –.213)	←	**1 Format***** Réponse ouverte vs Choix multiple simple	→	Ouvert < Simple*** (β= –.695)
Schéma > Multiples** (β= .217)	←	**2 Type d'illustration** Schéma vs Multiples illustrations***	→	(β= –.110)
(β= –.041)	←	Graphique vs Multiples illustrations*	→	Graphique ↘ Multiples illustrations***
(β= –.083)	←	Absence d'illustration vs Multiples illustrations (p= 0.12)	→	Absence d'illustration ↘ Multiples*** (β= –.312)
Interpréter > Expliquer *** (β= .350)	←	**3 Compétence** Interpréter des données de manière scientifique vs Expliquer des phénomènes scientifiques**	→	(β= .126)
Interpréter > Évaluer (p= 0.12) (β= .183)	←	Interpréter des données de manière scientifique vs Évaluer et concevoir des recherches scientifiques (p= 0.11)	→	(β= .022)
(β= .007)	←	**4 Dépendance**** Dépendance vs Indépendance	→	Dépendance < Indépendance ** (β= –.168)
Présence simulation > Absence* (β= .195)	←	**5 Simulation***** Présence simulation vs Absence	→	(β= –.067)
(β= .095)	←	**6 Champs d'application**** Ressources naturelles vs Frontières de la science et de la technologie	→	(β= –.074)
(β= –.034)	→	**7 Contextes** Sociétal-personnel vs Global-personnel**	←	Sociétal-personnel > Global-personnel** (β= .308)
(β= .033)	←	Global-personnel vs Global (p= 0.12)	→	(β= –.075)
(β= .022)	→	**8 Réponse dans l'item (p= 0.13)** Présence réponse vs Absence	←	Présence réponse > Absence** (β= .134)
(β= .074)	←	***Type de projection (p=0.14)*** Double projection vs Absence de projection	→	(β= –.018)
⦸	←	***Contextes pour items dépendants aux ressources*** Sociétal-personnel vs contexte 2nd plan**	→	Sociétal-personnel < contexte 2nd plan (p= .10)
⦸	←	Global-personnel vs contexte 2nd plan**	→	Global-personnel < contexte 2nd plan*
	←	Global vs contexte 2nd plan*	→	Global < contexte 2nd plan**
⦸	←	***Contextes (simple ou double) pour items dépendants aux ressources*** Contexte double vs contexte 2nd plan***	→	Contexte double < contexte 2nd plan***
⦸	←	Contexte simple vs contexte 2nd plan (p =0.13)	→	Contexte simple < contexte 2nd plan**
Système vivant < Système Terre Univers*	→	***Connaissance selon systèmes*** Systèmes vivants vs Système Terre Univers*	←	⦸
Épistémique < Système Terre Univers (p=0.14)	→	Connaissance épistémique vs Systèmes Terre Univers (des connaissances de contenu) (p= 0.13)	←	⦸

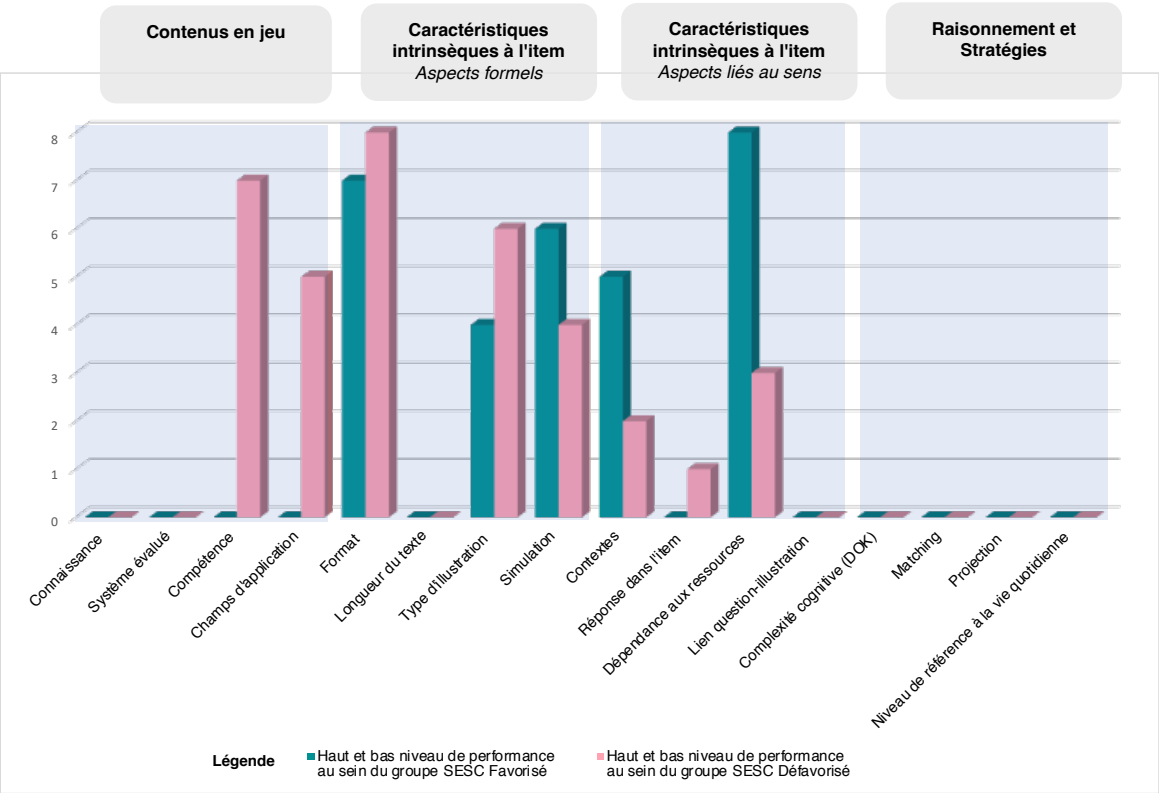
Note. SCORE 4 : Groupe d'élèves de niveau de performance haut; SCORE 1 : Groupe d'élèves de niveau de performance bas ; (→ ←) Diminution de l'écart entre les deux groupes comparés ; (← →) Augmentation de l'écart entre les deux groupes comparés ; (<) Diminution des performances dans le groupe concerné ; (>) Augmentation des performances dans le groupe concerné ; Niveau de signification : ****p*<.01, ***p*<.05, **p*<.10 ; (β) Coefficients de régression standardisé (Bêta) ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects formels ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects liés au sens ; Caractéristiques liées aux contenus dans la tâche ; Raisonnements et stratégies des élèves ; ⦸ coefficients Bêta indisponibles.

Annexe 17. Trois premières caractéristiques les plus influentes (selon l'analyse de la dominance) sur les écarts de réussite selon le SESC des élèves de haut et bas niveau de performance.



Notes. Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects formels ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects liés au sens ; Caractéristiques liées aux contenus dans la tâche ; Raisonnements et stratégies des élèves.

Annexe 18. Niveau d'importance (analyse de la dominance) des caractéristiques principales dans les variations des écarts de réussite selon le niveau de performance (haut vs bas) des élèves de SESC Favorisé et Défavorisé.



Annexe 19. Caractéristiques et sous-caractéristiques influentes dans les variations des écarts de taux de réussite selon le niveau de performances des élèves de SESC favorisé (SESC 4).

SESC4 SCORE 4		5 caractéristiques *3 sous-caractéristiques*		**SESC4** SCORE 1
(β= .005)	←	**1 Dépendance***** Dépendance vs Indépendance	→	Dépendance < Indépendance*** (β= –.251)
Ouvert < Simple** (β= –.236)	←	**2 Format**** Réponse ouverte vs Choix multiple simple	→	Ouvert < Simple*** (β= –.443)
Présence simulation > Absence* (β= .187)	←	**3 Simulation**** Présence simulation vs Absence	→	(β= –.074)
⦸	→	**4 Contextes*** Sociétal-personnel vs Global-personnel	←	Sociétal-personnel > Global-personnel*
		5 Type d'illustration		
Schéma > Multiple* (β= .187)	←	Schéma vs Multiple***	→	Schéma < Multiple* (β= –.173)
(β= –.085)	←	Pas d'illustration vs multiple*	→	Pas d'illustration < multiple** (β= –.337)
(β= –.041)	←	Graphique vs multiple*	→	Graphique < multiple** (β= –.198)
(β= –.049)	←	Photo-dessin vs multiple *(p=0.13)*	→	Photo-dessin < multiple** (β= –.246)
		Type de projection*		
Double projection > communauté de savoir-faire* (β= .197)	←	Double projection vs communauté de savoir-faire	→	(β= –.005)
		Contexte pour items dépendants aux ressources		
⦸	←	Sociétal personnel et global personnel vs Contexte 2nd plan***	→	Sociétal personnel et global personnel < Contexte 2nd plan**
⦸	←	Sociétal-global, sociétal et global vs Contexte 2nd plan**	→	Sociétal-global, sociétal et global < Contexte 2nd plan***
		Contexte (simple ou double) pour items dépendants aux ressources		
⦸	←	Contexte double vs contexte 2nd plan***	→	Contexte double ↘ contexte 2nd plan***
⦸	←	Contexte simple vs contexte 2nd plan**	→	Contexte simple ↘ contexte 2nd plan***

Note. SESC 4 SCORE 4 : Groupe d'élèves de SESC favorisé et de niveau de performance haut ; SESC 4 SCORE 1 : Groupe d'élèves de SESC favorisé et de niveau de performance bas ; (→ ←) Diminution de l'écart entre les deux groupes comparés ; (← →) Augmentation de l'écart entre les deux groupes comparés ; (↘) Diminution des performances dans le groupe concerné ; (↗) Augmentation des performances dans le groupe concerné ; Niveau de signification : ***p<.01, **p<.05, *p<.10 ; (β) Coefficients de régression standardisé (Bêta) ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects formels ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects liés au sens ; Raisonnements et stratégies des élèves ; ⦸ coefficients Bêta indisponibles.

Annexe 20. Caractéristiques et sous-caractéristiques influentes dans les variations des écarts de taux de réussite selon le niveau de performances des élèves de SESC défavorisé (SESC 1).

SESC1 SCORE 4		**8 caractéristiques** *6 sous-caractéristiques*		**SESC1** SCORE 1
Ouvert < Simple (p= 0.11) (β= –.147)	←	**1 Format***** Réponse ouverte vs Choix multiple simple	→	Ouvert < Simple*** (β= –.702)
Interpréter des données de manière scientifique > Expliquer des phénomènes scientifiques*** (β= .409)	←	**2 Compétence** Interpréter des données de manière scientifique vs Expliquer des phénomènes scientifiques***	→	(β= .110)
Interpréter des données de manière scientifique > Évaluer et concevoir des recherches scientifiques** (β= .284)	←	Interpréter des données de manière scientifique vs Évaluer et concevoir des recherches scientifiques**	→	(β= .050)
Schéma > Multiple*** (β= .286)	←	**3 Type d'illustration** Schéma vs Multiple***	→	(β= –.085)
(β= .059)	←	Photo/dessin vs Multiple*	→	Photo/dessin < Multiple * (β= –.185)
(β= –.136)	→	Tableau vs Absence d'illustration*	←	(β= .041)
(β= –.024)	←	Absence d'illustration vs Multiples (p= 0.11)	→	Absence d'illustration < Multiples** (β= –.296)
(β= .119)	←	**4 Champs d'application** Ressources naturelles vs Frontières Sciences et Technologie**	→	(β= –.063)
(β= .017)	←	Santé et maladies vs Risques*	→	Santé et maladies < Risques** (β= –.211)
Qualité de l'environnement > Frontières Sciences et Technologie* (β= .152)	←	Qualité de l'environnement vs Frontières Sciences et Technologie (p=0.14)	→	(β= .045)
Présence simulation > Absence* (β= .181)	←	**5 Simulation**** Présence simulation vs Absence	→	(β= –.033)
(β= .010)	←	**6 Dépendance (p=0.14)** Dépendance vs Indépendance	→	Dépendance < Indépendance* (β= –.130)
(β= –.092)	→	**7 Contexte*** Sociétal vs Global	←	(β= .061)
(β= –.017)	→	**8 Réponse dans l'item**** Présence réponse vs Absence	←	Présence réponse > Absence** (β= .160)
(β= .101)	←	***Contexte pour items dépendants aux ressources*** Sociétal-personnel vs Contexte 2nd plan*	→	(β= –.095)
(β= –.077)	←	Sociétal vs Contexte 2nd plan (p= 0.12)	→	(β= –.098)
(β= .009)	←	***Lien Question-Illustration**** Lien implicite vs Lien explicite	→	Lien implicite < Lien explicite** (β= –.148)
C.AS < Double projection***	→	***Type de projection*** C.AS vs Double projection*	←	C.AS < Double projection (p=0.11)
Double projection > Communauté de savoir-faire*	←	Double projection vs Communauté savoir-faire*	→	⦸
Double projection > Absence projection***	←	Double projection vs Absence projection*	→	⦸
Communauté proche < Double projection*	→	Communauté proche vs Double projection (p=0.10)	←	⦸
Indirecte > Directe*	←	***Projection directe/indirecte (p=0.13)*** Indirecte vs Directe	→	(β= .063)
(β= .030)	←	***Type de matching*** Invalidant vs Absence de matching (p=0.10)	→	Matching invalidant < Absence de matching* (β= –.095)
Épistémique < Système Terre Univers*	→	***Connaissance selon système**** Systèmes vivants vs Systèmes Terre Univers	←	⦸

Note. SESC 1 SCORE 4 : Groupe d'élèves de SESC défavorisé et de niveau de performance haut ; SESC 1 SCORE 1 : Groupe d'élèves de SESC défavorisé et de niveau de performance bas ; (→ ←) Diminution de l'écart entre les deux groupes comparés ; (← →) Augmentation de l'écart entre les deux groupes comparés ; (<) Diminution des performances dans le groupe concerné ; (>) Augmentation des performances dans le groupe concerné ; Niveau de signification : ****p*<.01, ***p*<.05, **p*<.10 ; (β) Coefficients de régression standardisé (Bêta) ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects formels ; Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects liés au sens ; Caractéristiques liées aux contenus dans la tâche ; Raisonnements et stratégies des élèves ; ⦸= coefficients Bêta indisponibles ; C.AS. Projection vers une Communauté de professions représentant une Autorité Scientifique.

Annexe 21. Structure de la Classification internationale type des professions, 2008 (CITP-08).

Dix grands groupes de professions de la CITP-08*	
1	Directeurs, cadres de direction et gérants
2	Professions intellectuelles et scientifiques
3	Professions intermédiaires
4	Employés de type administratif
5	Personnel des services directs aux particuliers, commerçants et vendeurs
6	Agriculteurs et ouvriers qualifiés de l'agriculture, de la sylviculture et de la pêche
7	Métiers qualifiés de l'industrie et de l'artisanat
8	Conducteurs d'installations et de machines, et ouvriers de l'assemblage
9	Professions élémentaires
0	Professions militaires

Note. **Les grands groupes (e.g. 1) sont déclinés en sous-grands groupes (11) puis en sous-groupe 111 et en groupe de base (1111). L'annexe 22 indique les groupe de base.*

Annexe 22. Estimation du groupe SESC à partir du plus haut ISEI des deux parents (=HISEI).

N° binôme ou individuel	N° élève	Groupe de base CITP-08 Père	ISEI-08 Père	Groupe ISEI-08 Père	Groupe de base CITP-08 Mère	ISEI-08 Mère	Groupe ISEI-08 Mère	HISEI	Groupe HISEI	Groupe SESC équivalent
Bin 1	E1	2412	70.09	4	1200	**72,94**	**4**	72,9	4	SESC Favorisé
	E2	2140	**79,05**	**4**	NC	NC	NC	79,0	4	
Bin 2	E3	2000	**76,24**	**4**		70.09	4	76,2	4	SESC Favorisé
	E4	2619	**81,05**	**4**	2421	70,09	4	81,0	4	
Bin 3	E5	1221	**71,39**	**4**		70.09	4	71,4	4	SESC Favorisé
	E6	NC	NC	NC	1219	**68,54**	**4**	68,5	4	
Ind 1	E7	7411	**36,35**	**2**	NC	NC	NC	36,4	2	SESC Défavorisé
Bin 4	E8	3130	**33,66**	**2**	NC	NC	NC	33,7	2	SESC Défavorisé
	E9	8000	**25,45**	1	8000	25,45	1	25,5	1	
Ind 2	E10	NC	NC	NC	5100	**27,57**	2	27,6	2	SESC Défavorisé
Ind 3	E11*	8342	**24,45**	1	NC	NC	NC	24,5	1	SESC Défavorisé
Bin 5	E12	3139	31.46	2	4410	**42.30**	2	42.3	2	SESC Défavorisé
	E13	8331	**26.85**	2	NC	NC	NC	26.8	1	
Bin 6	E14	NC	NC	NC	5000	**29.32**	2	29.3	2	SESC Défavorisé
	E15	9112	**14.21**	**1**	NC	NC	NC	14.2	1	
Bin 7	E16	2140	**79.05**	**4**	5311	24,98	1	79.0	4	SESC Favorisé
	E17	3117	62.79	3	2261	**88,31**	4	88,3	4	
Bin 8	E18	8332	**25,95**	**2**	NC	NC	NC	25,9	2	SESC Défavorisé
	E19	9112	**14.21**	**1**	NC	NC	NC	14.2	1	
Bin 9	E20	NC	NC	NC	5000	**29.32**	**2**	29.3	2	SESC Défavorisé
	E21	NC	NC	NC	5221	**35.34**	**2**	35.3	2	
Bin 10	E22	5000	29.32	2	5221	**35.34**	**2**	35.3	2	SESC Défavorisé
	E23	5000	29.32	2	5000	29.32	2	29.3	2	
Bin 11	E24	4410	42.30	2	4410	42.30	2	50.1	2	SESC Défavorisé
	E25	8332	**25,95**	**2**	NC	NC	NC	25,9	2	
Bin 12	E26	2659	37.59	2	2340	**71.45**	4	71.4	4	SESC Favorisé
	E27	7115	26.62	2	2131	**80.46**	4	80.4	4	

Note. *Échelle :*
Groupe 1<ou= 25,71 ; groupe 2 < ou = 43,19 ; groupe 3 < ou = 64,98 ; groupe 4 < 64 ,98.

Annexe 23. Répartition des élèves selon leur niveau scolaire en sciences et leur groupe SESC (estimé selon le niveau HISEI).

N° binôme ou individuel	N° élève	Lycée	Moyenne sciences*	Moyenne générale	Niveau scolaire en sciences individuel	Niveau scolaire en sciences Binôme	Niveau HISEI	Groupe SESC
Bin 1	E1	7ème arr.	16	16	Haut	Haut	4	SESC Favorisé
	E2		15	15	Haut		4	
Bin 2	E3	7ème arr.	19	17	Haut	Haut	4	SESC Favorisé
	E4		17	17	Haut		4	
Bin 3	E5	7ème arr.	13	15	**Moyen**	Moyen	4	SESC Favorisé
	E6		9	12	Bas		4	
Ind 1	E7	7ème arr.	14	14	Moyen	Moyen	2	SESC Défavorisé
Bin 4	E8	3ème arr.	12	11	Moyen		2	SESC Défavorisé
	E9		14	14	Moyen	Moyen	1	
Ind 2	E10	3ème arr.	13	13	Moyen		2	SESC Défavorisé
Ind 3	E11	3ème arr.	15	16	Haut		1	SESC Défavorisé
Bin 5	E12	Périphérie Lyon	6	9	Bas	Bas	2	SESC Défavorisé
	E13		8	11	Bas		1	
Bin 6	E14	7ème arr.	13	14	Moyen	Haut	2	SESC Défavorisé
	E15		15	16	**Haut**		1	
Bin 7	E16	7ème arr.	11	13	Bas	Bas	4	SESC Favorisé
	E17		10	13	Bas		4	
Bin 8	E18	7ème arr.	14	14	Moyen	Haut	2	SESC Défavorisé
	E19		13	**16**	**Haut**		1	
Bin 9	E20	Périphérie Lyon	**16**	16	Haut	Haut	2	SESC Défavorisé
	E21		14	15	Haut		2	
Bin 10	E22	Périphérie Lyon	7	10	Bas	Bas	2	SESC Défavorisé
	E23		7	10	Bas		2	
Bin 11	E24	2ème arr.	17	16	Haut	Haut	2	SESC Défavorisé
	E25		15	15	Haut		2	
Bin 12	E26	2ème arr.	9	10	Bas	Bas	4	SESC Favorisé
	E27		8	11	Bas		4	

Note. **estimée à partir des différentes notes obtenues en physique-chimie et SVT au cours de l'année et renseignées par les enseignant·e·s.*

Annexe 24. Répartition des élèves selon leur binôme et le lycée fréquenté.

Lycée du 7ème arr.		Lycée du 3ème arr.		Lycée Périphérie		Lycée du 2ème arr.	
N° Binôme	N° Élève	N° Binôme	N° Élève	N° Binôme	N° Élève	N° Binôme	N° Élève
Binôme 1	Élève 1 (E1) Élève 2 (E2)	Binôme 4	Élève 8 (E8) Élève 9 (E9)	Binôme 5	Élève 12 (E12) Élève 13 (E13)	Binôme 11	Élève 24 (E24) Élève 25 (E25)
Binôme 2	Élève 3 (E3) Élève 4 (E4)	Individuel 2	Élève 10 (E10)	Binôme 9	Élève 20 (E20) Élève 21 (E21)	Binôme 12	Élève 26 (E26) Élève 27 (E27)
Binôme 3	Élève 5 (E5) Élève 6 (E6)	Individuel 3	Élève 11 (E11)	Binôme 10	Élève 22 (E22) Élève 23 (E23)		
Individuel 1	Élève 7 (E7)						
Binôme 6	Élève 14 (E14) Élève 15 (E15)						
Binôme 7	Élève 16 (E16) Élève 17 (E17)						
Binôme 8	Élève 18 (E18) Élève 19 (E19)						

Annexe 25. Répartition des caractéristiques et sous-caractéristiques des items de notre échantillon, la plus proche possible de celle choisie par PISA Science 2015.

Caractéristiques ***Sous-caractéristiques***	**Échantillon PISA Science 2015**	**%**	**Échantillon Étude qualitative**	**%**
Niveau de difficulté				
Niveau 1	13	7	3	12
Niveau 2	80	44	14	56
Niveau 3	72	39	6	24
Niveau 4	18	10	2	8
Total	183	100	25	100
SESC				
1	46	25	7	28
2	46	25	5	20
3	45	25	6	24
4	46	25	7	28
Total	183	100	25	100

Contenus en jeu				
Connaissance				
Contenu	97	53	13	52
Procédurale	60	33	9	36
Épistémique	26	14	3	12
Total	183	100	25	100
Systèmes				
Systèmes de la Terre et de l'univers	49	27	6	24
Systèmes physiques	60	33	4	16
Systèmes vivants	74	40	15	60
Total	183	100	25	100
Connaissance selon système				
Systèmes vivants	34	19	7	28
Systèmes physiques	37	20	2	8
Systèmes de la Terre et de l'univers	26	14	4	16
Épistémique	26	14	3	12
Procédurale	60	33	9	36
Total	183	100	25	100
Compétence				
Évaluer et concevoir des recherches scientifiques	39	21	4	16
Interpréter des données et des faits de manière scientifique	56	31	12	48
Expliquer un phénomène scientifique	88	48	9	36
Total	183	100	25	100
Champs d'application				
Frontière des sciences et de la technologie	61	33	6	24
Risques	20	11	3	12
Ressources naturelles	46	25	7	28
Qualité de l'environnement	34	19	5	20
Santé et maladies	22	12	4	16
Total	183	100	25	100
Caractéristiques intrinsèques à l'item-aspects formels				
Format				
Réponse ouverte	64	35	7	28
Choix multiple complexe	65	36	7	28
Choix multiple simple	54	30	11	44
Total	183	100	25	100
Longueur du texte				

Quartile 1	46	25	7	28
Quartile 2	46	25	4	16
Quartile 3	46	25	8	32
Quartile 4	45	25	6	24
Total	183	100	25	100
Présence d'illustration				
Oui	145	79	20	80
Non	38	21	5	20
Total	183	100	25	100
Type d'illustration				
multiples	46	25	6	24
schéma	41	22	3	12
photo/dessin	26	14	5	20
tableau	15	8	3	12
graphique	17	9	3	12
Sans illustration	38	21	5	20
Total	183	100	25	100
Caractéristiques intrinsèques à l'item- aspects liés au sens				
Contexte				
global	58	32	9	36
sociétal/personnel	42	23	10	40
sociétal	30	16	2	8
global/personnel	6	3	1	4
sociétal/global	47	26	3	12
Total	183	100	25	100
Présence de la réponse				
Oui	12	7	4	16
Non	171	93	21	84
Total	183	100	25	100
Indépendance/Dépendance				
Indépendance	31	17	4	16
Dépendance	152	83	21	84
Total	183	100	25	100
Dépendance et contextes				
Contexte au second plan pour les items indépendants	31	17	4	16
Global	46	25	8	32
Global-personnel	5	3	1	4
Sociétal	26	14	2	8

Sociétal-global	43	23	3	12
Sociétal-personnel	32	17	7	28
Total	183	100	25	100
Dépendance et contexte simple ou double				
Contexte au second plan pour les items indépendants	31	17	4	16
Contexte simple	72	39	10	40
Contexte double	80	44	11	44
Total	183	83	25	84
Lien question-illustration				
Oui	109	60	15	60
Non	74	40	10	40
Total	183	100	25	100
Type de lien question-illustration				
Explicite	62	34	10	40
Implicite	47	26	5	20
NC	74	40	10	40
Total	183	100	25	100
Raisonnements et stratégies				
DOK				
Niveau 1	55	30	9	36
Niveau 2	87	48	11	44
Niveau 3	33	18	5	20
Niveau 4	8	4	0	0
Total	183	100	25	100
Présence d'un matching de mots				
Présent	38	21	11	44
Absent	145	79	14	56
Total	183	100	25	100
Type de matching				
aidant	17	9	3	12
invalidant	21	11	8	32
NC	145	79	14	56
Total	183	100	25	100
Présence projection				
Présente	97	53	15	60
Absente	86	47	10	40
Total	183	100	25	100
Type de projection				

0	86	47	10	40
1	23	13	5	20
2	10	5	0	0
3	54	30	8	32
4	10	5	2	8
Total	183	100	25	100
Projection directe/indirecte				
Directe	55	30	9	36
Indirecte	42	23	6	24
NC	86	47	10	40
Total	183	100	25	100
Niveau de référence au quotidien				
Niveau 1 (faible)	90	49	8	32
Niveau 2 (modéré)	71	39	10	40
Niveau 3 (fort)	22	12	7	28
Total	183	100	25	100

Annexe 26. Ensemble des caractéristiques[1] des vingt-cinq items de notre étude qualitative préalablement sélectionnés dans PISA Science 2015 (accompagné du codage donné à chaque caractéristique).

Tableau 1/2

Lignes	Code items	LIB	P	% FR	% OCDE	% SESC1	% SESC2	% SESC3	% SESC4	Écart SESC 4-1	Type SESC 4-1	DIFF	CO	SYST	*CO/SYST*	COMP	FORM	CONTXT	IND/DEP	*DEP/CONTXT*
1	458Q01	0	4	0,06	0,13	0,0363	0,0578	0,0648	0,0954	0,0591	1	4	C	SV	SV	EXP	RO	SOC-PERSO	IND	2nd plan
2	**641Q03**	1	6	0,89	0,59	0,8346	0,8979	0,9214	0,9195	0,0849	1	1	C	STU	STU	INT	CMC	GLOB	DEP	GLOB
3	**601Q01**	1	9	0,07	0,06	0,0300	0,0546	0,0710	0,1387	0,1087	1	4	C	SV	SV	EXP	CMC	SOC-GLOB	DEP	SOC-GLOB
4	620Q01	0	8	0,81	0,82	0,7651	0,7802	0,8126	0,8887	0,1236	1	1	P	STU	P	INT	CMS	GLOB	DEP	GLOB
5	415Q07	0	17	0,76	0,74	0,6995	0,6918	0,7870	0,8482	0,1487	1	1	E	STU	E	EVAL	CMC	SOC-PERSO	IND	2nd plan
6	478Q01	0	1	0,43	0,46	0,3393	0,3805	0,4729	0,5132	0,1739	1	3	C	SV	SV	EXP	CMS	SOC-PERSO	IND	2nd plan
7	605Q03	0	16	0,55	0,53	0,4603	0,5347	0,5575	0,6391	0,1788	1	2	P	SP	P	INT	CMS	SOC	DEP	SOC
8	408Q01	0	5	0,52	0,60	0,4353	0,4311	0,5408	0,6534	0,2181	2	2	C	SV	SV	EXP	CMS	SOC-PERSO	DEP	SOC-PERSO
9	428Q03	0	2	0,71	0,72	0,5869	0,6547	0,7920	0,8053	0,2184	2	2	P	SV	P	INT	CMS	SOC-PERSO	DEP	SOC-PERSO
10	437Q04	0	13	0,53	0,52	0,4362	0,4972	0,5300	0,6635	0,2273	2	2	C	SP	SP	EXP	CMS	GLOB-PERSO	DEP	GLOB-PERSO
11	**656Q01**	1	21	0,56	0,58	0,4512	0,5322	0,5755	0,6802	0,2290	2	2	C	SV	SV	EXP	CMS	GLOB	DEP	GLOB
12	603Q05	0	25	0,56	0,56	0,4584	0,4862	0,5917	0,7019	0,2435	2	2	P	SV	P	EVAL	CMS	GLOB	DEP	GLOB
13	458Q02	0	3	0,52	0,50	0,3503	0,5454	0,6002	0,5964	0,2461	3	2	C	SV	SV	INT	CMC	SOC-PERSO	DEP	SOC-PERSO
14	**641Q04**	1	7	0,67	0,71	0,5607	0,6222	0,7006	0,8135	0,2528	3	2	C	STU	STU	INT	CMC	GLOB	DEP	GLOB

[1] Caractéristiques ordonnées ici selon le type d'écart de performance selon le statut économique, social et culturel des élèves (SESC) c'est-à-dire la différence de score entre le groupe d'élèves de SESC défavorisé et favorisé.

15	465Q02	0	19	0,58	0,60	0,4479	0,5087	0,6508	0,7143	0,2664	3	2	C	STU	STU	EXP	CMS	GLOB	DEP	global
16	**601Q02**	1	10	0,72	0,66	0,5769	0,6973	0,7636	0,8462	0,2693	3	2	C	SV	SV	INT	CMS	SOC-GLOB	DEP	SOC-GLOB
17	**656Q04**	1	22	0,54	0,41	0,3891	0,4900	0,5965	0,6645	0,2753	3	2	P	SV	P	INT	CMC	GLOB	DEP	GLOB
18	326Q01	0	11	0,50	0,51	0,3486	0,4559	0,5437	0,6509	0,3023	3	3	P	SV	P	INT	RO	SOC-PERSO	DEP	SOC-PERSO
19	657Q03	0	18	0,47	0,48	0,3574	0,3992	0,4716	0,6621	0,3047	4	3	P	SV	P	INT	CMS	SOC-GLOB	DEP	SOC-GLOB
20	495Q01	0	23	0,44	0,40	0,3241	0,3787	0,4353	0,6412	0,3171	4	3	P	SV	P	INT	CMC	SOC-PERSO	DEP	SOC-PERSO
21	604Q04	0	15	0,31	0,27	0,1520	0,2807	0,3411	0,4735	0,3215	4	3	E	SP	E	EVAL	RO	SOC	DEP	SOC
22	603Q02	0	24	0,40	0,35	0,2514	0,3166	0,4331	0,5917	0,3402	4	3	E	SV	E	EVAL	RO	GLOB	DEP	GLOB
23	437Q06	0	14	0,74	0,76	0,5558	0,7084	0,7991	0,8985	0,3427	4	2	C	SP	SP	EXP	RO	SOC-PERSO	DEP	SOC-PERSO
24	326Q02	0	12	0,63	0,59	0,4511	0,5876	0,6569	0,8313	0,3803	4	2	P	SV	P	INT	RO	SOC-PERSO	DEP	SOC-PERSO
25	421Q03	0	20	0,65	0,62	0,4534	0,5561	0,7379	0,8487	0,3952	4	2	C	STU	STU	EXP	RO	GLOB	IND	2nd plan

Tableau 2/2

Lignes	Code items	*DEP/ CONTXT S/D*	CA	DOK	Nbr.M	ILL	REP	SIM	L. Q-I	*L.Q-I E/I*	RVQ	PROJ	*Type PROJ*	*PROJ D/I*	MATCH	*MATCH AID/ INVALID*
1	458Q01	2nd plan	FS&T	2	244	/	0	0	0	/	3	1	3	I	0	/
2	**641Q03**	simple	FS&T	1	108	MULT	1	0	1	E	3	0	/	/	0	/
3	**601Q01**	double	RN	2	400	MULT	0	0	1	E	1	1	3	D	0	/
4	620Q01	simple	R	1	124	SCHEM	1	0	1	E	2	0	/	/	1	/
5	415Q07	2nd plan	RN	1	178	PHO/DESS	0	0	0	/	3	1	1	D	0	/
6	478Q01	2nd plan	S&M	1	172	/	0	0	0	/	3	1	3	D	1	INVALID
7	605Q03	simple	QE	2	209	TAB	0	0	1	E	2	0	/	/	1	INVALID
8	408Q01	double	RN	1	208	PHO/DESS	0	0	0	/	3	0	/	/	0	/
9	428Q03	double	S&M	2	123	GRAPH	0	0	1	E	2	0	/	/	0	/
10	437Q04	double	R	1	181	PHO/DESS	0	0	0	/	2	0	/	/	1	INVALID
11	**656Q01**	simple	QE	2	218	PHO/DESS	0	0	0	/	1	1	4	I	1	INVALID
12	603Q05	simple	RN	3	135	/	0	0	0	/	1	1	3	D	1	INVALID
13	458Q02	double	FS&T	3	305	/	0	0	0	/	2	1	3	D	0	/
14	**641Q04**	simple	FS&T	2	105	MULT	0	0	1	E	2	0	/	/	0	/
15	465Q02	simple	RN	1	296	MULT	0	0	1	I	2	0	/	/	1	AID
16	**601Q02**	double	QE	2	238	SCHEM	1	0	1	I	1	1	3	D	1	INVALID
17	**656Q04**	simple	QE	3	274	SCHEM	0	0	1	E	1	0	/	/	0	/
18	326Q01	double	S&M	2	209	TAB	0	0	1	E	2	1	1	I	0	/
19	657Q03	double	QE	2	227	GRAPH	0	0	1	I	1	1	3	I	1	INVALID

20	495Q01	double	FS&T	2	137	GRAPH	0	0	1	E	2	0	/	/	0	/
21	604Q04	simple	RN	3	263	MULT	0	0	1	I	1	1	4	D	1	INVALID
22	603Q02	simple	RN	3	261	MULT	0	0	1	I	1	1	3	D	0	/
23	437Q06	double	R	1	134	PHO/DESS	1	0	0	/	3	1	1	D	1	AID
24	326Q02	double	S&M	2	211	TAB	0	0	1	E	2	1	1	I	0	/
25	421Q03	2nd plan	FS&T	1	104	/	0	0	0	/	3	1	1	I	0	/

CODAGE DES CARACTÉRISTIQUES DES ITEMS	
LIB	**Items libérés**
1	Items libérés
0	Items non libérés
P	**Position dans le questionnaire**
% FR	**Taux de réussite en France**
% OCDE	**Taux de réussite moyens des pays de l'OCDE**
SESC1	**% de réussite des élèves de SESC 1**
SESC2	**% de réussite des élèves de SESC 2**
SESC3	**% de réussite des élèves de SESC 3**
SESC4	**% de réussite des élèves de SESC 4**
DIFF	**Niveau de difficulté à l'item**
1	Entre 76% et 100% de réussite
2	Entre 51% et 75% de réussite
3	Entre 26% et 50% de réussite
4	Entre 0 et 25% de réussite
CO	**Connaissance**
C	**Contenu**
P	Procédurale
E	Épistémique
SYST	**Système**
SV	Systèmes vivants
SP	Systèmes physiques
STU	Systèmes de la Terre et de l'univers
CO/SYST	***Croisement connaissances de contenu et systèmes***
COMP	**Compétence**
INT	Interpréter des données et des faits de manière scientifique
EXP	Expliquer un phénomène scientifique
EVAL	Évaluer et concevoir des recherches scientifiques
FORM	**Format des items**
RO	Réponse ouverte
CMC	Choix multiple complexe
CMS	Choix multiple simple
CONTXT	**Contexte**
GLOB	global
GLOB-PERSO	global-personnel
SOC	sociétal
SOC-GLOB	sociétal-global
SOC-PERSO	sociétal-personnel
DEP/CONTXT	***Croisement dépendance aux ressources et contextes***

DEP/CONTXTS/D	***Croisement dépendance aux ressources et contextes selon leur forme (simple ou double)***
CA	**Champs d'application**
FS&T	Frontières de la science et de la technologie
QE	Qualité de l'environnement
RN	Ressources naturelles
S&M	Santé et maladies
R	Risques
DOK	**Niveau de complexité cognitive ou DOK**
1	Remémoration
2	Utilisation de compétences et/ou de connaissances conceptuelles
3	Réflexion stratégique
4	Réflexion étendue
IND/DEP	**Indépendance ou Dépendance de l'item aux ressources disponibles**
DEP	Dépendance
IND	Indépendance
Nbr.M	**Nombre de mots**
DOK	**DOK ou complexité cognitive (sur 4 niveaux)**
ILL	**Type d'illustration**
/	Sans illustration
SCHEM	Schéma
GRAPH	Graphique
TAB	Tableau
PHO/DESS	Photo/dessin
MULT	Multiples
REP	**Présence ou absence de la réponse dans l'item**
1	Présence
0	Absence
SIM	**Présence ou absence de simulation dans l'item**
1	Présence
0	Absence
L.Q-I	**Présence ou absence de lien question-illustration**
1	Présence
0	Absence
L.Q-I E/I	***Déclinaison de la présence d'un lien question-illustration selon sa nature (explicite ou implicite)***
/	Sans lien explicite ou implicite
E	Lien explicite
I	Lien implicite
RVQ	**Niveau de Référence à la vie quotidienne**
1	Faible

2	Modéré
3	Élevé
PROJ	**Présence ou absence de projection**
1	Présence
0	Absence
Type PROJ	***Déclinaison de la projection présente dans l'item selon le type de projection***
/	Sans projection
1	Projection vers une communauté proche
2	Projection vers une communauté de savoir-faire
3	Projection vers une profession représentant une autorité scientifique
4	Projection double
PROJ D/I	***Déclinaison de la projection présente dans l'item selon sa forme (directe ou indirecte)***
MATCH	**Présence ou absence de matching**
1	Présence
0	Absence

Annexe 27. Sélection, parmi les 183 items de PISA Science 2015, des items de notre échantillon selon un indice HISEI proche de l'indice SESC de PISA.

Code items	SESC 1	SESC 4	Écart SESC 4-1	HISEI 1	HISEI 4	Écart HISEI 4-1	Différence SESC-HISEI ou HISEI-SESC
DS498Q04C	0,56	0,84	0,28	0,55	0,84	0,28	0,00
CS643Q01S	0,61	0,86	0,25	0,60	0,85	0,26	0,00
CS649Q01S	0,21	0,29	0,08	0,22	0,30	0,08	0,00
CS408Q04S	0,35	0,60	0,25	0,37	0,62	0,25	0,00
CS649Q03S	0,22	0,42	0,20	0,23	0,43	0,20	0,00
DS635Q05C	0,11	0,29	0,18	0,10	0,28	0,18	0,00
DS326Q02C	0,45	0,83	0,38	0,44	0,82	0,38	0,00
DS326Q01C	0,35	0,65	0,31	0,34	0,65	0,30	0,00
DS649Q02C	0,06	0,11	0,05	0,05	0,10	0,05	0,00
DS304Q01C	0,24	0,53	0,29	0,23	0,52	0,29	0,00
CS641Q02S	0,60	0,77	0,17	0,59	0,76	0,17	0,00
CS634Q01S	0,14	0,40	0,26	0,15	0,41	0,26	0,00
DS458Q01C	0,04	0,10	0,06	0,04	0,10	0,06	0,00
DS607Q03C	0,31	0,59	0,28	0,30	0,58	0,28	0,00
DS428Q05C	0,22	0,56	0,34	0,20	0,54	0,34	0,00
CS635Q01S	0,32	0,55	0,23	0,33	0,56	0,23	0,00
CS641Q04S	0,56	0,81	0,25	0,57	0,81	0,25	0,00
DS519Q01C	0,31	0,63	0,32	0,31	0,63	0,32	0,00
CS638Q02S	0,58	0,80	0,22	0,55	0,77	0,22	0,00
DS634Q03C	0,07	0,30	0,23	0,08	0,31	0,22	0,00
CS601Q01S	0,03	0,14	0,11	0,04	0,14	0,10	0,00
CS521Q02S	0,50	0,63	0,13	0,50	0,64	0,14	0,01
CS627Q03S	0,67	0,89	0,23	0,65	0,88	0,23	0,01
CS610Q02S	0,76	0,90	0,14	0,77	0,90	0,14	0,01

CS327Q01S	0,45	0,78	0,33	0,45	0,77	0,32	0,01
CS657Q01S	0,59	0,78	0,18	0,58	0,75	0,18	0,01
CS608Q03S	0,26	0,44	0,18	0,26	0,44	0,19	0,01
CS268Q01S	0,59	0,86	0,28	0,59	0,86	0,27	0,01
CS608Q01S	0,24	0,32	0,08	0,23	0,31	0,08	0,01
CS627Q04S	0,41	0,65	0,24	0,40	0,65	0,25	0,01
DS643Q05C	0,13	0,28	0,16	0,13	0,28	0,15	0,01
CS495Q02S	0,45	0,73	0,28	0,45	0,72	0,27	0,01
CS326Q04S	0,09	0,18	0,08	0,09	0,18	0,09	0,01
DS648Q05C	0,45	0,72	0,27	0,43	0,71	0,28	0,01
DS629Q01C	0,47	0,67	0,20	0,45	0,65	0,20	0,01
CS415Q07S	0,70	0,85	0,15	0,68	0,83	0,16	0,01
CS425Q05S	0,48	0,75	0,27	0,48	0,74	0,26	0,01
CS602Q02S	0,28	0,48	0,20	0,28	0,47	0,20	0,01
DS626Q04C	0,45	0,84	0,39	0,45	0,83	0,38	0,01
CS648Q02S	0,35	0,68	0,34	0,33	0,68	0,34	0,01
CS603Q03S	0,41	0,65	0,24	0,43	0,68	0,25	0,01
CS601Q04S	0,27	0,54	0,27	0,28	0,56	0,28	0,01
DS646Q05C	0,06	0,29	0,23	0,06	0,29	0,23	0,01
CS638Q04S	0,14	0,33	0,19	0,14	0,34	0,20	0,01
DS657Q04C	0,18	0,29	0,12	0,19	0,31	0,12	0,01
DS608Q04C	0,30	0,72	0,42	0,30	0,71	0,41	0,01
DS629Q03C	0,46	0,77	0,31	0,43	0,73	0,30	0,01
CS428Q01S	0,34	0,65	0,30	0,36	0,66	0,30	0,01
DS519Q03C	0,23	0,44	0,21	0,18	0,40	0,22	0,01
DS638Q05C	0,51	0,80	0,29	0,52	0,80	0,28	0,01
CS602Q04S	0,69	0,88	0,18	0,66	0,85	0,19	0,01
CS605Q03S	0,46	0,64	0,18	0,45	0,64	0,19	0,01
DS603Q02C	0,25	0,59	0,34	0,23	0,58	0,35	0,01
CS605Q02S	0,19	0,50	0,31	0,20	0,49	0,30	0,01
DS645Q05C	0,12	0,30	0,18	0,11	0,29	0,17	0,01
CS510Q01S	0,32	0,53	0,21	0,32	0,51	0,19	0,01
DS635Q03C	0,25	0,67	0,42	0,26	0,67	0,41	0,01
CS657Q02S	0,33	0,45	0,11	0,33	0,46	0,12	0,01
CS495Q01S	0,32	0,64	0,32	0,33	0,63	0,31	0,01
CS269Q04S	0,20	0,37	0,17	0,21	0,37	0,16	0,01
CS646Q02S	0,37	0,70	0,33	0,37	0,70	0,34	0,01
CS656Q04S	0,39	0,66	0,28	0,41	0,67	0,26	0,01
DS268Q02C	0,12	0,41	0,29	0,12	0,43	0,31	0,01
CS601Q02S	0,58	0,85	0,27	0,59	0,85	0,26	0,01
DS645Q04C	0,30	0,66	0,36	0,27	0,65	0,38	0,01
CS641Q03S	0,83	0,92	0,08	0,84	0,93	0,10	0,01
DS634Q05C	0,04	0,22	0,18	0,05	0,22	0,17	0,01
DS610Q01C	0,14	0,44	0,30	0,16	0,44	0,29	0,01
CS615Q01S	0,68	0,91	0,23	0,66	0,91	0,24	0,01
DS269Q03C	0,21	0,53	0,32	0,21	0,51	0,31	0,01
DS437Q06C	0,56	0,90	0,34	0,54	0,90	0,36	0,01
DS637Q01C	0,39	0,71	0,33	0,38	0,72	0,34	0,01
CS620Q01S	0,77	0,89	0,12	0,74	0,88	0,14	0,01
CS657Q03S	0,36	0,66	0,30	0,33	0,65	0,32	0,01
DS514Q02C	0,64	0,91	0,27	0,60	0,89	0,29	0,02
CS629Q02S	0,18	0,43	0,24	0,19	0,42	0,23	0,02
CS466Q01S	0,56	0,84	0,28	0,56	0,86	0,29	0,02

DS425Q04C	0,19	0,43	0,25	0,22	0,45	0,23	0,02
DS637Q05C	0,24	0,50	0,26	0,23	0,51	0,28	0,02
CS326Q03S	0,45	0,64	0,19	0,46	0,67	0,21	0,02
DS416Q01C	0,34	0,62	0,28	0,29	0,59	0,29	0,02
CS478Q03S	0,53	0,79	0,26	0,56	0,81	0,24	0,02
DS646Q04C	0,11	0,36	0,24	0,11	0,37	0,26	0,02
CS648Q03S	0,56	0,68	0,13	0,56	0,67	0,11	0,02
DS620Q04C	0,27	0,58	0,31	0,25	0,54	0,29	0,02
CS458Q02S	0,35	0,60	0,25	0,38	0,61	0,23	0,02
CS304Q02S	0,51	0,72	0,21	0,50	0,73	0,23	0,02
CS627Q01S	0,24	0,53	0,29	0,24	0,55	0,31	0,02
CS635Q04S	0,40	0,73	0,32	0,40	0,71	0,31	0,02
CS256Q01S	0,77	0,88	0,11	0,78	0,88	0,09	0,02
CS478Q01S	0,34	0,51	0,18	0,35	0,54	0,19	0,02
CS476Q03S	0,45	0,73	0,29	0,45	0,72	0,27	0,02
CS602Q01S	0,76	0,92	0,17	0,74	0,93	0,19	0,02
DS604Q04C	0,15	0,47	0,32	0,16	0,47	0,30	0,02
CS643Q04S	0,19	0,47	0,27	0,21	0,46	0,26	0,02
CS634Q04S	0,38	0,61	0,23	0,35	0,60	0,25	0,02
CS626Q01S	0,60	0,69	0,10	0,57	0,69	0,12	0,02
DS656Q02C	0,19	0,41	0,21	0,22	0,41	0,19	0,02
CS527Q04S	0,49	0,69	0,20	0,48	0,70	0,22	0,02
CS425Q02S	0,35	0,66	0,31	0,38	0,67	0,29	0,02
CS438Q02S	0,41	0,66	0,25	0,41	0,68	0,27	0,02
CS615Q02S	0,36	0,65	0,28	0,33	0,63	0,31	0,02
CS252Q02S	0,60	0,79	0,20	0,64	0,81	0,17	0,02
CS635Q02S	0,57	0,85	0,28	0,55	0,85	0,30	0,02
CS428Q03S	0,59	0,81	0,22	0,54	0,78	0,24	0,02
CS626Q03S	0,49	0,80	0,30	0,52	0,80	0,28	0,02
DS605Q04C	0,51	0,76	0,24	0,48	0,75	0,27	0,02
DS408Q03C	0,22	0,42	0,19	0,22	0,39	0,17	0,02
DS304Q03aC	0,30	0,61	0,32	0,33	0,62	0,29	0,03
CS637Q02S	0,15	0,19	0,04	0,15	0,22	0,07	0,03
CS476Q02S	0,60	0,82	0,23	0,56	0,81	0,25	0,03
CS646Q03S	0,58	0,80	0,22	0,53	0,78	0,25	0,03
CS610Q04S	0,36	0,65	0,29	0,34	0,66	0,31	0,03
CS645Q01S	0,42	0,66	0,24	0,40	0,67	0,27	0,03
CS252Q01S	0,52	0,68	0,15	0,50	0,68	0,18	0,03
CS625Q02S	0,47	0,73	0,25	0,45	0,73	0,28	0,03
CS603Q01S	0,57	0,89	0,32	0,55	0,90	0,35	0,03
CS413Q05S	0,55	0,64	0,09	0,60	0,65	0,06	0,03
CS607Q02S	0,34	0,66	0,32	0,30	0,65	0,35	0,03
CS437Q03S	0,49	0,64	0,15	0,47	0,65	0,18	0,03
CS608Q02S	0,44	0,80	0,36	0,40	0,80	0,40	0,03
CS645Q03S	0,52	0,76	0,24	0,49	0,76	0,27	0,03
CS465Q04S	0,17	0,31	0,14	0,18	0,29	0,11	0,03
CS615Q05S	0,15	0,29	0,14	0,17	0,28	0,11	0,03
DS648Q01C	0,22	0,57	0,35	0,23	0,55	0,32	0,03
CS465Q02S	0,45	0,71	0,27	0,47	0,70	0,24	0,03
CS620Q02S	0,31	0,53	0,22	0,26	0,50	0,25	0,03
CS421Q02S	0,29	0,42	0,13	0,26	0,43	0,16	0,03
CS437Q04S	0,44	0,66	0,23	0,43	0,69	0,26	0,03
CS643Q02S	0,42	0,76	0,34	0,42	0,73	0,31	0,03

CS626Q02S	0,40	0,66	0,26	0,43	0,65	0,23	0,03
CS641Q01S	0,70	0,86	0,16	0,67	0,86	0,19	0,03
CS421Q03S	0,45	0,85	0,40	0,49	0,85	0,36	0,03
CS625Q03S	0,52	0,69	0,18	0,47	0,68	0,21	0,03
CS634Q02S	0,20	0,51	0,30	0,22	0,50	0,27	0,03
CS603Q05S	0,46	0,70	0,24	0,44	0,72	0,28	0,03
CS527Q03S	0,42	0,64	0,23	0,43	0,62	0,19	0,03
DS495Q03C	0,17	0,57	0,40	0,20	0,57	0,36	0,03
DS304Q03bC	0,31	0,72	0,41	0,34	0,71	0,37	0,03
CS603Q04S	0,49	0,66	0,16	0,46	0,66	0,20	0,04
CS656Q01S	0,45	0,68	0,23	0,46	0,65	0,19	0,04
CS466Q07S	0,65	0,79	0,13	0,60	0,77	0,17	0,04
CS521Q06S	0,84	0,97	0,13	0,81	0,98	0,16	0,04
DS465Q01C	0,24	0,51	0,27	0,27	0,50	0,23	0,04
DS425Q03C	0,39	0,67	0,28	0,35	0,67	0,32	0,04
DS131Q04C	0,22	0,53	0,31	0,21	0,48	0,27	0,04
CS476Q01S	0,56	0,71	0,15	0,54	0,73	0,19	0,04
CS604Q02S	0,47	0,67	0,20	0,44	0,68	0,24	0,04
DS438Q03C	0,16	0,43	0,28	0,17	0,41	0,24	0,04
CS408Q01S	0,44	0,65	0,22	0,40	0,66	0,26	0,04
DS269Q01C	0,20	0,59	0,39	0,21	0,56	0,35	0,04
CS615Q07S	0,18	0,52	0,35	0,15	0,54	0,39	0,04
CS605Q01S	0,36	0,57	0,21	0,32	0,57	0,25	0,04
CS649Q04S	0,44	0,46	0,03	0,40	0,47	0,07	0,04
DS131Q02C	0,38	0,63	0,26	0,36	0,57	0,21	0,05
CS415Q02S	0,59	0,87	0,29	0,55	0,88	0,33	0,05
CS478Q02S	0,50	0,76	0,26	0,53	0,74	0,21	0,05
CS607Q01S	0,77	0,92	0,15	0,72	0,91	0,19	0,05
CS498Q03S	0,42	0,55	0,13	0,37	0,54	0,17	0,05
CS413Q06S	0,21	0,49	0,28	0,25	0,48	0,23	0,05
CS527Q01S	0,05	0,19	0,15	0,06	0,16	0,09	0,05
CS524Q06S	0,59	0,79	0,20	0,56	0,81	0,25	0,05
DS643Q03C	0,15	0,47	0,32	0,17	0,43	0,26	0,05
CS498Q02S	0,24	0,57	0,33	0,29	0,57	0,28	0,05
CS438Q01S	0,63	0,83	0,21	0,68	0,83	0,15	0,05
DS514Q04C	0,46	0,78	0,32	0,41	0,79	0,38	0,06
CS466Q05S	0,49	0,54	0,05	0,45	0,56	0,11	0,06
CS638Q01S	0,40	0,72	0,32	0,34	0,71	0,37	0,06
CS495Q04S	0,26	0,48	0,22	0,29	0,45	0,16	0,06
DS602Q03C	0,15	0,41	0,26	0,14	0,34	0,20	0,06
DS524Q07C	0,27	0,59	0,32	0,24	0,62	0,38	0,06
DS510Q04C	0,24	0,52	0,27	0,22	0,55	0,33	0,06
CS421Q01S	0,32	0,70	0,38	0,36	0,68	0,32	0,06
CS415Q08S	0,55	0,75	0,20	0,51	0,78	0,26	0,06
CS268Q06S	0,36	0,54	0,18	0,34	0,58	0,25	0,07
CS646Q01S	0,72	0,92	0,20	0,66	0,92	0,27	0,07
DS514Q03C	0,18	0,52	0,34	0,20	0,47	0,27	0,07
CS413Q04S	0,24	0,36	0,12	0,27	0,31	0,04	0,07
DS625Q01C	0,36	0,66	0,30	0,30	0,67	0,38	0,08
CS437Q01S	0,61	0,75	0,14	0,56	0,78	0,22	0,08
CS629Q04S	0,47	0,62	0,15	0,41	0,65	0,24	0,09
CS408Q05S	0,25	0,63	0,38	0,29	0,58	0,29	0,09
CS252Q03S	0,38	0,73	0,35	0,44	0,69	0,26	**0,09**

Annexe 28. Ensemble des items de notre échantillon dont l'indice HISEI est proche de l'indice SESC de PISA Science 2015.

Code items	SESC 1	SESC 4	SESC 4-1	HISEI 1	HISEI 4	HISEI 4-1	Différence SESC-HISEI ou HISEI-SESC
DS326Q02C	0,45	0,83	0,38	0,44	0,82	0,38	0,00
DS326Q01C	0,35	0,65	0,31	0,34	0,65	0,30	0,00
DS458Q01C	0,04	0,10	0,06	0,04	0,10	0,06	0,00
CS641Q04S	0,56	0,81	0,25	0,57	0,81	0,25	0,00
CS601Q01S	0,03	0,14	0,11	0,04	0,14	0,10	0,00
CS415Q07S	0,70	0,85	0,15	0,68	0,83	0,16	0,01
CS605Q03S	0,46	0,64	0,18	0,45	0,64	0,19	0,01
DS603Q02C	0,25	0,59	0,34	0,23	0,58	0,35	0,01
CS495Q01S	0,32	0,64	0,32	0,33	0,63	0,31	0,01
CS656Q04S	0,39	0,66	0,28	0,41	0,67	0,26	0,01
CS601Q02S	0,58	0,85	0,27	0,59	0,85	0,26	0,01
CS641Q03S	0,83	0,92	0,08	0,84	0,93	0,10	0,01
DS437Q06C	0,56	0,90	0,34	0,54	0,90	0,36	0,01
CS620Q01S	0,77	0,89	0,12	0,74	0,88	0,14	0,01
CS657Q03S	0,36	0,66	0,30	0,33	0,65	0,32	0,01
CS458Q02S	0,35	0,60	0,25	0,38	0,61	0,23	0,02
CS478Q01S	0,34	0,51	0,18	0,35	0,54	0,19	0,02
DS604Q04C	0,15	0,47	0,32	0,16	0,47	0,30	0,02
CS428Q03S	0,59	0,81	0,22	0,54	0,78	0,24	0,02
CS465Q02S	0,45	0,71	0,27	0,47	0,70	0,24	0,03
CS437Q04S	0,44	0,66	0,23	0,43	0,69	0,26	0,03
CS421Q03S	0,45	0,85	0,40	0,49	0,85	0,36	0,03
CS603Q05S	0,46	0,70	0,24	0,44	0,72	0,28	0,03
CS656Q01S	0,45	0,68	0,23	0,46	0,65	0,19	0,04
CS408Q01S	0,44	0,65	0,22	0,40	0,66	0,26	0,04

Annexe 29. Guide d'entretien d'explicitation utilisé par les interviewers pour suivre une trame commune.

Guide entretien d'explicitation

Objectif :
Guider le sujet dans la verbalisation précise du déroulement de sa conduite, c'est-à-dire ses actions matérielles et/ou mentales (références à une situation particulière d'action, non pas aux situations génériques).

Intérêt : accéder au préconscient ou informations « pré-réfléchies », c'est-à-dire qui n'ont pas bien été conscientisées au moment de l'action.

Rôle interviewer :
Identifier les passages du discours qui redeviennent généraux et où le contenu renvoie à des informations déjà conscientisées afin de guider la personne interviewée vers les **verbalisations sur le vécu de l'action.**

Indicateurs permettant d'identifier que la personne est bien « en évocation » :
-emploi du « je »
-verbes au présent
-décrochage du regard (souvent vers le haut)
-ralentissement du débit de parole

Questions générales
1/ Peux-tu nous redonner ton nom et ton âge ?
2/ As-tu trouvé le questionnaire difficile ?

Exemples de questions d'explicitation/ questionnement descriptif :
Remarque : Une question à la fois et le plus neutre possible.
*Priorité : Encourager la description du déroulement de l'action et **éviter les « pourquoi »** (car ils amènent à des connaissances théoriques et procédurales déjà conscientisées)*

Nous allons maintenant essayer ensemble d'expliciter des moments
Le début
-Par quoi as-tu commencé ?
-Qu'as-tu fait en premier ?
-Que s'est-il passé d'abord ?
L'enchaînement des actions
-Qu'as-tu fait ensuite ?
-Et puis après, qu'as-tu fait ?
-Et juste après, qu'as-tu pris en compte ?
La fin de l'action
-Que s'est-il passé à la fin ?
-Par quoi as-tu terminé ?
-Qu'as-tu fait en dernier ?

Questions à poser au cours de l'entretien
-Comment as-tu procédé pour choisir ta réponse ?
-Comment savais-tu que c'était difficile ?
-A quoi as-tu vu que c'était simple ?
-A ce moment-là, te souviens-tu de comment tu as fait ?
-Qu'est-ce que tu fais dans ta tête à ce moment-là ?
-A quoi as-tu reconnu que c'était de cette manière-là qu'il fallait s'y prendre ?
-Comment savais-tu que tu savais ?
-Comment savais-tu que tu avais atteint ton but ?

Annexe 30. Durée totale des entretiens d'explicitation par binôme.

Binôme	Début	Fin	Durée totale
Binôme 9	00:00:14	00:26:24	00:26:10
Binôme 6	00:00:50	00:34:20	00:33:30
Binôme 3	00:00:28	00:36:39	00:36:11
Individuel 1	00:00:42	00:37:54	00:37:12
Binôme 8	00:00:50	00:39:51	00:39:01
Binôme 2	00:00:31	00:40:14	00:39:43
Binôme 4	00:00:40	00:40:41	00:40:01
Binôme 11	00:00:30	00:41:16	00:40:46
Binôme 12	00:00:36	00:41:32	00:40:56
Binôme 7	00:00:32	00:48:46	00:48:14
Binôme 1	00:00:22	00:50:58	00:50:36
Binôme 10	00:00:55	00:52:08	00:51:13
Individuel 3	00:00:27	00:52:26	00:51:59
Individuel 2	00:00:59	00:57:40	00:56:41
Binôme 5	00:00:47	01:02:02	01:01:15

Annexe 31. Analyse des transcriptions des items 641Q03 et 641Q04 selon les phases du modèle de réponse aux questions adapté à la compréhension générale d'un sujet par Pollitt & Ahmed (1999).

	Étapes de la résolution de l'item 641Q03 et 641Q04	Extraits de transcriptions
Binômes **Binôme 1 (FH)**	**Étape 1 : Compréhension de la question** (item 641Q03). →Lecture de l'introduction et des items 641Q03 et 641Q04. -Lecture des deux items en une seule fois, au début de la résolution. **<u>Temps total de lecture du texte (questions comprises) :</u>** 21 secondes	(0:15:35.1) E2: (0:15:35.1) *(lecture de l'item)* (0:15:37.5) E1 et E2: *(lecture de l'item)* (0:15:41.4) E1: "trois cratères suivants" *(continue de lire l'item)* d'accord on s'en fout okay (0:15:52.6) E2: ça m'semble logique (0:15:54.1) E1: "en fonction de la taille [...] du plus grand..." *(continue de lire l'item)* (0:15:56.8)
<u>Temps de résolution pour ces deux items:</u> 1 minute et 19 minutes	**Étape 3 : Faire correspondre la représentation de la question et la connaissance du sujet** (item 641Q03). → Représentation que, lorsque les météorites tombent sur Terre, elles laissent des traces (cratères) et que la taille des cratères dépend de la taille de la météorite : -Notion de dimension : « grand » accompagnée d'un geste support d'explication, de la part de E2, de type métaphorique (1). -Emploi de termes techniques : 1. « Décompose » accompagné d'un geste support d'explication, de la part de E2, de type métaphorique (1), 2. « Brûle » *(terme utilisé dans le texte introductif)* accompagné de gestes support d'explication de type métaphorique (2), 3. « Impact », 4. « Roche » *(terme utilisé dans le texte introductif)*. → Représentation que la taille de ces cratères dépend de la taille de la météorite. -Emploi d'un terme technique : 5. « Diamètre » accompagné d'un geste support d'explication, de la part de E2, de type iconique (1). **<u>Au total :</u>** -5 gestes support d'explication de type métaphorique (4) et iconique (1),	E2: Ben le plus grand en fait vu qu'elle se **décompose** dans l'atmosphère (mouvement d'ouverture de la paume de la main droite vers le bas-métaphorique) enfin vu qu'elle brûle (mouvement d'ouverture de la paume de la main droite vers le bas-métaphorique) en fait vu qu'elle brûle (mouvement d'ouverture de la paume de la main droite vers le bas-métaphorique) avant d'atteindre la surface de la terre ça veut dire que plus **l'impact il est grand** (forme un cercle avec ses deux mains tout en l'agrandissant- métaphorique) plus ça veut dire qu'il est resté euh de la **roche** on est d'accord jusque-là j'suis t'es logique (0:16:16.8) E1: Oui (0:16:17.4) E2: **Donc techniquement la roche plus grande ce sera là où il y a le plus grand diamètre** (esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère A du schéma et regarde E1- iconique) (0:16:21.6) E1: Oui (0:16:22.4)

	-5 termes techniques employés par E2 dont 2 (brûler et roche) repris du texte introductif.	
	Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q03). →Différence de réponse entre les élèves du binôme : -Élève E2 : pas d'hésitation sur la réponse -Élève E1 propose le cratère B en première intention ce qui équivaut à un <u>classement croissant</u> alors qu'il est demandé aux élèves de classer les cratères de manière décroissante. →Les deux élèves finissent par se mettre d'accord sur la réponse.	E2: Donc du coup le plus grand (0:16:24.5) E1: B (0:16:25.6) E2: A *(note la réponse)* non c'est le plus grand c'est A (0:16:27.5) E1: Ah pardon ah ouais excuse (0:16:28.8) E2: C *(note la réponse)* (0:16:28.9) E1: C et B (0:16:29.4) E2: et B *(note la réponse)* (0:16:29.6)
	Étape 3 : Faire correspondre la représentation de la question et la connaissance du sujet (item 641Q04). -Geste de pointage (2) de type déictique. →Prise en compte de la dimension temporelle : -Emploi de terme technique : 1. « Recouvert » (E2) accompagné de gestes support d'explication de type iconique (6). **<u>Au total :</u>** -2 gestes de pointage, de la part de E2, de type déictique, -6 gestes support d'explication de type iconique, -1 terme technique employé par E2.	E2: et du plus ancien au plus récent *(montre l'item 641Q04 « météorites et cratères »* -pointage*)* ben le plus ancien c'est C (montre le cratère correspondant sur le schéma-pointage) (0:16:33.2) E1: Alors attends comment ça ah parce que oui (0:16:36.0) E2: Et ben **C** (esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère C-iconique) **est recouvert par A** (esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère A-iconique) **qui est recouvert par B** (esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère B et regarde E1- iconique) C il est à moitié **recouvert** (esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère C- iconique) (0:16:42.6) E1: Ouais ouais d'accord (0:16:43.2) E2: enfin en partie **recouvert** par A (esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère A- iconique) et B (esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du cratère B- iconique) en plein milieu de A (0:16:45.0) E1: Oui oui ça enfin ouais donc c'est en fonction c'est là où ouais donc t'as raison (0:16:48.7)
	Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q04). →Les deux élèves sont d'accord sur la réponse.	E2: C A B *(note les réponses)* (0:16:50.6) E1: *(inaudible)* ouais j'suis d'accord avec toi (0:16:54.3) E2: (tourne la page sur l'item suivant) (0:16:54.7)
Binôme 2 (FH) <u>Temps de résolution pour ces deux items:</u> 2 minutes 32 secondes	**Étape 1 : Compréhension de la question**. →Lecture de l'introduction et de l'item 641Q03 (deux fois) : -Lecture de la question 641Q03 puis lecture du texte introductif et relecture de la question 641Q03. **<u>Temps total de lecture du texte (questions comprises) :</u>** 93 secondes.	(0:14:22.6) E3: Alors « Examinez les trois cratères suivants. Classez ces cratères en fonction de la taille de la météorite qui les a formés, du plus grand au plus petit » (lecture de la question 641Q03 en chuchotant, E4 suit la lecture de E3 puis passe à l'introduction avant E3) « les roches présentes… » (lecture de l'introduction à droite de l'item en chuchotant) « classez les cratères en fonction de la taille de la météorite qui les a formés, du plus grand au plus petit » (relecture de la question 641Q03 en chuchotant) (0:14:58.9)

Étape 4 : Générer la réponse (item 641Q03). -Une première proposition de réponse est donnée (E3) mais celle-ci correspond à un <u>classement croissant</u> au lieu du classement décroissant demandé dans cet item. -Gestes de pointage (3), de la part de E3, de type déictique.	E3: À mon avis c'est B, C, A (montre les cratères un par un sur le schéma pour l'item 3 de "météorites et cratères" pendant que E4 continue de lire l'introduction- pointage) (0:15:02.2)
Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q03). →Relecture de l'introduction : -Recherche de précision sur l'objectif de la question (focus sur les météorites), -Surlignage par l'élève E4 du groupe verbal « a formés ».	E4: Attends attends (relecture de l'introduction à droite de l'item) hum (regarde le schéma) hum (revient sur la question 641Q03) (0:15:15.0) E3: Mais là ils nous demandent la météorite (0:15:17.5) E4: La météorite qui les a formés (accentuation verbale et soulignage au crayon à papier du groupe verbal « a formés ») (0:15:19.2)
Étape 2 : Rechercher des connaissances sur le sujet (item 641Q03). →Mobilisation de connaissances sur les météorites (vitesse) : -Emploi de terme technique : 1. « Cratère » *(terme utilisé dans le texte introductif),* 2. « Vitesse » accompagné de gestes de pointage (2), de la part de E3, de type déictique. **<u>Au total :</u>** -2 gestes de pointage de type déictique, -2 termes techniques employés par les élèves dont 1 (cratère) repris du texte introductif.	E3: Oui okay mais (0:15:20.4) E4: Pas (0:15:20.6) E3: Oui mais je sais (0:15:21.2) E4: Pas les **cratères** (0:15:22.0) E3: Mais (montre le schéma- pointage) ça dépend de la **vitesse** sur laquelle elle arrive la météorite (0:15:24.6) E4: Oui (0:15:25.1) E3: Et là ils nous disent pas à quelle **vitesse** elle est arrivée (montre le texte introductif- pointage) (0:15:27.5)
Étape 1 : Compréhension de la question (641Q03). →2ème relecture d'éléments dans l'introduction : -Recherche d'informations pour caractériser les propriétés des météorites, -Surlignage des termes « très chaudes et brillantes » par E4.	E4: Mais non parce que tu, attends on va prendre les informations qu'on a là (regarde l'introduction) (0:15:32.7) E3: Entièrement donc ça veut dire qu'elles sont plus petites (0:15:35.1) E4: Très chaudes et brillantes (lecture et souligne ces informations au crayon à papier) (0:15:37.3) E3: (continue la lecture de l'introduction) Et elles brûlent entièrement avant d'atteindre la surface de la Terre (0:15:40.1)
Aparté (non provoqué par les élèves)	R2: N'hésitez pas à parler normalement parce que j'ai peur que (montre l'enregistreur de son) (0:15:42.9) E3: Ah d'accord (0:15:43.8) E4: Okay (0:15:44.2)
Étape 3 : Faire correspondre la représentation de la question et la connaissance du sujet (641Q03).	E3: Donc elles brûlent entièrement avant d'atteindre la surface de la Terre donc ça veut dire qu'elles **sont plus petites** (ouvre et ferme les doigts de la main,

→ Représentation que, lorsque les météorites tombent sur Terre, elles laissent des traces (cratères) et que la taille des cratères dépend de la taille de la météorite : -Notion de dimension : « petite » accompagnée d'un geste support d'explication de type métaphorique (1). -Emploi d'un terme technique : 1. « Décomposées » accompagné d'un geste support d'explication, de la part de E3, de type métaphorique. -Gestes de pointage (4) de type déictique. **<u>Au total :</u>** -2 gestes support d'explication de type métaphorique, -1 terme technique employé par E3, -4 gestes de pointage de type déictique.	paume dirigée vers le plafond-métaphorique) tu vois c'que j'veux dire elles sont quasiment **décomposées** (mouvement avec la main droite paume dirigée vers le plafond et doigts qui se referment sur la paume en redescendant la main vers la table-métaphorique) (0:15:52.1) E4: Oui mais ça ça nous aide pas à comparer euh (montre les trois cratères sur le schéma- pointage) (0:15:54.6) E3: Mais c'est pour ça (0:15:55.3) E4: Les trois (0:15:55.7) E3: C'est pour ça (0:15:56.2) E4: Les trois tailles (0:15:56.7) E3: Mais je sais mais (montre l'introduction- pointage) ça veut pas dire que **c'est en fonction du trou *(montre le schéma- pointage)* que ça nous dit la taille de la météorite** (0:16:02.6) E4: Non mais j'pense que faut qu'on pense un peu plus à ça (montre le schéma-pointage) okay attends on va faire le 2ème d'abord (0:16:06.2)
Étape 1 : Compréhension de la question. →Lecture de l'item 641Q04	E3: "Classez ces cratères en fonction du moment où ils se sont formés, du plus ancien au plus récent" (0:16:10.1)
Étape 3 : Faire correspondre la représentation de la question et la connaissance du sujet (641Q04). →Prise en compte de la dimension temporelle : -Emploi de terme technique : 1. « Recouverts » accompagné d'un geste support d'explication, de la part de E3 de type métaphorique. -Gestes de pointage de type déictique (3). **<u>Au total :</u>** -1 terme technique employé par E3, -1 geste support d'explication de type métaphorique, -3 gestes de pointage de type déictique.	E4: Ah oui alors c'est (0:16:10.9) E3: Plus ancien non mais c'est en fonction de là **ils sont recouverts (bouge la main gauche paume vers la table mouvement de haut en bas au-dessus du schéma- métaphorique)** (0:16:16.6) E3: ça d'abord été lui (montre le cratère C sur le schéma- pointage) après (0:16:18.6) E4: Mais d'abord celui-là et après lui (0:16:19.7) E3: Oui après lui (montre le cratère B sur le schéma- pointage) et après lui (montre le cratère A sur le schéma-pointage) (0:16:19.8)
Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q04). →Les deux élèves sont d'accord sur la réponse.	E4: Okay (0:16:21.4) E3: Donc c'est le C (0:16:22.0) E4: C (inscrit la réponse) (0:16:23.6) E3: Le plus ancien donc c'est C puis A puis B (0:16:25.0) E4: (écriture de la réponse) puis A puis B okay (0:16:26.4)
Étape 1 : Compréhension de la question.	

	→2ème relecture de l'item 641Q03 : -E3 corrige la direction prise en première intention (classement croissant) pour la question 641Q03 au début de la résolution (accentuation verbale sur le terme grand cratère), -Focus sur les cratères et non plus sur les météorites, -Geste de pointage (1) de type déictique.	E3: Et après "classez ces cratères en fonction de la taille de la météorite qui les a formés, du plus grand au plus petit" donc **c'est le plus grand cratère (accentuation verbale)** "Classez ces cratères" c'est les cratères que tu classes (0:16:41.0) E4: Oui (montre la question) mais en fonction de la taille de la météorite qui les a formés (0:16:44.2) E3: Oui mais c'est quand même c'est quand même les cratères que tu vas classer (0:16:46.3) E4: Ouais ouais okay donc ouais t'as raison (0:16:47.6) E3: C'est une question qui est un petit peu (0:16:48.2) E4: piège (0:16:48.7) E3: piège (0:16:49.3)
	Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q03). →La nouvelle direction prise par les élèves leur permet de classer les cratères dans l'ordre décroissant. →Les deux élèves sont d'accord sur la réponse même si un doute subsiste sur la réponse donnée à l'item 641Q03.	E4: Okay A euh... (note la réponse) (0:16:50.8) E3: C'est en fonction de... (0:16:52.3) E4: ...C B (note la réponse dans l'encadré réservé à l'item 3 "météorites et cratères") (0:16:53.3) E3: ...mais c'est les cratères que tu classes (0:16:54.1) E4: Okay on verra après (tourne la page sur l'item suivant) donc on continue (0:16:58.7)
	Aparté (provoqué par les élèves)	E3: Ils sont à (parle de l'item suivant et montre le binôme 1) (0:17:03.6) E4: (regarde en leur direction) quoi (0:17:04.8)
Binôme 5 (DB) <u>Temps de résolution pour ces deux items:</u> 1 minute et 3 secondes	**Étape 1 : Compréhension de la question** (item 641Q03). →Temps total de lecture du texte (questions comprises) : 33 secondes. -Erreur de lecture pour l'item 641Q03: Prononciation (E12) du mot « caractères » au lieu de cratères. -Geste de pointage (1) de type déictique.	(0:12:18.4) E12: Oula (0:12:19.6) E13: (lecture du texte introductif à droite de l'item) "Les roches..." (0:12:21.5) E12: Ah c'est beau (montre l'image de la météorite à droite de l'item- pointage) (0:12:22.4) E13: "...présentes dans l'espace..." (0:12:24.2) E12 et E13: (continue la lecture du texte introductif) (0:12:35.7) E12: Okay (regarde le schéma au-dessus des questions) A B C (lecture de la 1ère question) "Classez ces **caractères** (au lieu de cratères) en fonction de la taille de la météorite..." okay donc là de la plus gros à la plus petite (0:12:46.8)
	Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q03). Temps : 8 secondes → Pas de distinction nette entre la taille des cratères et la taille des météorites. -Gestes de pointage (5) de type déictique. →Accord des deux élèves sur la réponse avec procédure de vérification avant de passer à l'item suivant :	E13: Ben c'est la A (montre sur le schéma- pointage) (0:12:47.7) E12: B (inscrit la réponse dans la dernière case du tableau qui correspond au cratère le plus petit) (0:12:48.2) E13: Ben non (0:12:49.2) E12: Non plus petit B C A (inscrit les réponses dans les deux autres cases du tableau) (0:12:51.6) E13: Ils ont écrit du plus petit au plus grand (ton interrogatif) (0:12:53.6)

	-E13 montre une légère difficulté à suivre E12 car cet élève classe les cratères à l'oral de manière croissante tout en les inscrivant correctement dans le tableau de réponse de façon décroissante.	E12: Le plus grand (0:12:54.6) E13: Du plus grand au plus petit (0:12:55.4) E12: Ben oui A (montre le cratère sur le schéma- pointage) C (montre le cratère sur le schéma- pointage) B (montre le cratère sur le schéma- pointage) (0:12:58.5) E13: T'as fait (regarde E12) ouais ouais (0:13:01.3) E12: Parce que j'regardais le plus petit et j'suis allée au plus grand (montre à nouveau les trois cratères sur le schéma- pointage) (0:13:03.0)
	Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q04). -Erreur de lecture pour l'item 641Q04: Prononciation (E13) du mot « caractères » au lieu de cratères.	E13: (lecture de la 2ème question) "Classez les **caractères** (au lieu de cratères) en fonction du moment où ils se sont formés" (0:13:08.9)
	Étape 3 : Faire correspondre la représentation de la question et la connaissance du sujet (item 641Q04). →Prise en compte de la dimension temporelle : -Emploi d'un terme familier (E13) : 1. « derrière ». -Gestes de pointage (3) de type déictique. **<u>Au total :</u>** -1 terme familier employé par E3, -3 gestes de pointage de type déictique.	E12: (regarde E13) hein (0:13:09.1) E13: En gros lequel en 1er il ben j'pense que c'est le C d'abord (montre le cratère sur le schéma- pointage) (0:13:13.0) E12: C A B non (0:13:15.5) E13: Parce que regarde (montre le cratère C sur le schéma- pointage) il est **derrière** (montre le cratère C sur le schéma et regarde E13- pointage) (0:13:15.9)
	Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q04). Temps : -Geste de pointage (1). →Les deux élèves sont d'accord sur la réponse.	E12: C A B ouais moi j'aurais dit C A B (écriture de la réponse) (0:13:18.0) E12: Après le A (montre sur le schéma- pointage) (0:13:19.1) E13: Ouais après le (0:13:19.4) E12: Après le B (termine d'écrire les réponses dans le tableau) (0:13:19.7) E13: Ouais (0:13:21.2)
	Aparté (provoqué par les élèves)	E12: (regarde E13) Pourquoi on a pas ça en cours (0:13:24.3) E13: (rire) (0:13:25.6) E12: Nous on a des trucs beaucoup plus difficiles hein (tourne la page sur l'item suivant) (0:13:28.5)
Binôme 10 (DB)	**Étape 1 : Compréhension de la question.** →Temps total de lecture du texte (questions comprises) : 99 secondes.	(0:26:41.0) E23: (lecture de la consigne) "utilisez les informations ci-contre. Écrivez vos réponses dans les tableaux" (0:26:47.8)

Temps de résolution pour ces deux items: 3 minutes et 11 secondes		
	Aparté (provoqué par les élèves)	E22: Y'en a beaucoup encore (vérifie le nombre de pages restant) ennn (0:26:49.8) E23: Y'a tout ça (0:26:50.6) E22: (petit rire) faut tout tout faire (0:26:52.3) E23: Il nous faut 5 heures là (0:26:55.1) E22: (rire) (0:26:55.9) R: Ben non j'espère pas (0:26:57.8) E22: On en a fait euh 3 (0:26:59.4) E23: Bref (0:27:01.5)
	Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q03). -Lecture de la question 641Q03 (E23) puis relecture (E22). -Erreur de lecture pour l'item 641Q03: Prononciation (E22) du mot « caractères » au lieu de cratères.	(0:27:01.5) E23: Hum (lecture du texte à droite de l'item) "Les roches présentes dans l'espace qui entrent dans l'atmosphère..." (0:27:06.7) E22: (bouge le livret) (0:27:07.2) E23: J'étais en train d'lire (0:27:08.0) E22: Ouais désolée (0:27:09.0) **E23:** "...de la Terre sont appelées des météorites. En traversant l'atmosphère de la Terre, les météorites deviennent très chaudes et brillantes. La plupart des météorites brûlent entièrement avant d'atteindre la surface de la Terre. Lorsqu'une météorite atteint la surface de la Terre, elle peut créer un trou appelé cratère." **(lecture de la question)** "classez les crat' classez ces cratères en fonction de la taille de la météorite..." (0:27:30.6) E22: T'as craché frère (petit rire) (0:27:31.9)9) E23: (rire) "...qui les a formés du plus grand (rire) du du plus grand au plus petit" (0:27:40.2) **E22:** (rire) **(relecture de la question)** classez ces **caractères** (au lieu de cratères) en fonction de la taille de la météorite qui qui les a formés du plus grand au plus petit" donc plus grand le plus p'tit donc là y'a la (0:27:49.8)
	Étape 2 : Rechercher des connaissances sur le sujet (item 641Q03). -Gestes de pointage (4) de type déictique. -Confusion entre les cratères et les météorites car les élèves parlent parfois au féminin et d'autre fois au masculin pour désigner les cratères.	E23: **Plus grand** c'est euh (0:27:50.6) E22: Y'a la B y'a la C y'a la B (montre l'ordre dans le tableau de réponse-pointage) (0:27:52.3) E23: Quoi c'est soit A B soit (0:27:55.3) E22: Y'a la B y'a la C y'a la A (montre l'ordre dans le tableau de réponse-pointage) (0:27:57.7) E23: **Là c'est la plus grande** hein (montre la 1ère case du tableau dans laquelle il faut inscrire le nom du plus grand cratère- pointage) (0:27:59.1)

	E22: A C B oui ben (0:28:00.4) E23: **Là c'est la plus grande** (0:28:00.8) E22: A C B c'est **la plus grande celle-là là** (montre le cratère A- pointage) (0:28:02.4)
Étape 3 : Faire correspondre la représentation de la question et la connaissance du sujet (item 641Q03). → Pas de distinction nette entre la taille des cratères et la taille des météorites. -Emploi de termes familiers : 1. « rond » accompagné de gestes de pointage, de la part de E23, de type déictique (5), 2. « boule » accompagné de gestes support d'explication de type iconique (5). **<u>Au total :</u>** -2 termes familiers employés par les élèves, -5 gestes de pointage de type déictique, -5 gestes support d'explication de type iconique.	E23: **C'est le rond là** (montre sur le schéma- pointage) (0:28:03.9) E22: Mais tu vois pas là **y'a une petite boule** (esquisse un rond avec son doigt sur le cratère B du schéma- iconique) **une grosse boule** (esquisse un rond avec son doigt sur le cratère A du schéma- iconique) **une moyenne boule** (esquisse un rond avec son doigt sur le cratère C du schéma- iconique) (0:28:07.7) E23: ça c'est **B** (repasse au crayon le cratère sur le schéma- iconique) ça c'est A (repasse au crayon le cratère sur le schéma- iconique) c'est ça ça c'est A **le gros rond** (montre sur le schéma- pointage) (0:28:12.7) E22: Ouais ça c'est A (montre sur le schéma- pointage) (0:28:12.9) E23: Et ça c'est C (montre sur le schéma- pointage) (0:28:13.8) E22: ça c'est C (montre sur le schéma- pointage) (0:28:14.0) E23 : Ah okay (0:28:14.6)
Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q03). →Les deux élèves sont d'accord sur la réponse.	E23: Donc A (0:28:15.6) E22: C B (0:28:16.5) E23: A C et B (reporte les réponses dans le tableau) (0:28:18.6) E22: Yes (0:28:19.6)
Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q04). -Erreur de lecture pour l'item 641Q04 : Prononciation (E22) du mot « caractères » au lieu de cratères.	E22: (lecture de la question) "Classez les **caractères** (au lieu de ces cratères) en fonction du moment où ils se sont formés..." (0:28:24.4) E22 et E23: "...du plus ancien au plus récent." (0:28:26.3)
Étape 3 : Faire correspondre la représentation de la question et la connaissance du sujet (item 641Q04). →Pas de prise en compte de la dimension temporelle (E23 associe la taille de la météorite à son âge).	E23: **Le plus le plus récent c'est le plus petit** (0:28:29.0) E22: Ben non (0:28:30.0) E23: Ben si (0:28:30.6)
Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q04). -Première relecture de l'introduction à la recherche d'informations dans le texte pour tenter d'y trouver des éléments qui les aideraient à répondre.	E22: Attends (commence à relire le texte à droite de l'item)"les roches présentes dans l'espace..." (0:28:31.9) E22 et E23: (relecture du texte à droite de l'item) (0:28:44.4) E22: Ouais ben si p't'être (0:28:46.1)

	E23: Attends regarde (lecture d'informations dans le texte) "Lorsqu'une météorite atteint la surface de la Terre, elle peut créer un trou appelé cratère." (0:28:50.5)
Étape 3 : Faire correspondre la représentation de la question et la connaissance du sujet (item 641Q04). →Pas de prise en compte de la dimension temporelle (E22 associe la taille de la météorite à son âge).	E23 : donc le cratère il apparaît quand la météorite elle euh genre elle vient vers la terre en gros du coup (0:28:59.1) E22: Ouais mais on sait pas si genre euh une **météorite plus c'est gros plus c'est vieux** ou alors c'est juste un gros morceau qui est tombé comme ça hein (0:29:05.4)
Étape 1 : Compréhension de la question (item 641Q04). -Deuxième relecture de l'introduction à la recherche d'informations dans le texte pour tenter d'y trouver des éléments qui les aideraient à répondre.	E23: (relecture du texte à droite de l'item) elles brûlent quand elles attein' elles atteint la surface de la terre (lecture d'un passage du texte) "lorsqu'une météorite atteint la surface de la Terre, elle peut créer un trou appelé cratère." (0:29:23.7)
Étape 3 : Faire correspondre la représentation de la question et la connaissance du sujet (item 641Q04). →Pas de prise en compte de la dimension temporelle (E23 associe la taille de la météorite à son âge). -Geste de pointage (1) de type déictique.	E23 : **donc quand il est petit il est plus récent non** (regarde E22 et mouvement d'épaules)(0:29:30.3) E22: (hausse les épaules) je sais pas j'peux pas t'dire je sais pas (0:29:33.7) E23: Ben plus récent plus récent pour moi c'est B là (montre la dernière case du tableau de réponse où il faut indiquer le cratère le plus récent- pointage) (0:29:39.8)
Étape 4 et 5 : Générer et écrire la réponse (item 641Q04).	E22: Ben vas-y mets vas-y B C A (0:29:43.2) E23: B (indique cette réponse dans la dernière case du tableau qui correspond au cratère le plus récent) (0:29:44.7) E22: Le plus (0:29:45.8) E23: Le plus le plus vieux c'est le plus gros (0:29:47.7) E22: Ouais A B (0:29:48.8) E23: A (indique cette réponse dans la première case du tableau) et du coup C (indique cette réponse dans la case centrale du tableau) (0:29:50.2) E22: B (en parlant de la réponse indiquée dans la dernière case du tableau, ce qui donne la réponse finale: A C B) (0:29:51.1) E22: Mais qu'est-ce tu m'racontes (0:29:53.1) E23: Mais ça mais (0:29:53.5)(pause) (0:29:55.2) mais le plus ancien c'est le plus gros (0:29:57.0) E22: Oui ben oui oui mais en fait je je confonds toujours bref (tourne la page sur l'item suivant) j'confonds tout l'temps (regarde E23) le B et l' C (0:30:01.9) E23: Mais y'avait pas des autres trucs (0:30:03.8) E22: Non (0:30:04.5)

	E23: (retourne la page pour vérifier et revient à l'item suivant) (0:30:06.5)
Aparté (provoqué par les élèves)	E22: Merde (enroule son stylo autour du fil de son micro) (0:30:08.7)

Annexe 32. Transcriptions des échanges entre les élèves des binômes 1, 2 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut), 5 et 10 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas) pour les items 641Q03 et 641Q04 de l'unité Météorites et cratères (libérée par PISA Science 2015).

Binôme 1 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut) - Échange

(0:15:35.1)
E2: (lecture de l'item) (0:15:37.5)
E1 et E2: (lecture de l'item) (0:15:41.4)
E1: "trois cratères suivants"(continue de lire l'item) d'accord on s'en fout okay (0:15:52.6)
E2: ça m'semble logique (0:15:54.1)
E1: "en fonction de la taille [...] du plus grand..."(0:15:56.8)
E2: Ben le plus grand en fait vu qu'elle se décompose dans l'atmosphère (mouvement d'ouverture de la main droite vers le bas) enfin vu qu'elle brûle (mouvement d'ouverture de la main droite vers le bas) en fait vu qu'elle brûle (mouvement d'ouverture de la main droite vers le bas) avant d'atteindre la surface de la terre ça veut dire que plus l'impact il est grand (forme un cercle avec ses deux mains) plus ça veut dire que il il est resté euh de la roche on est d'accord jusque-là j'suis t'es logique (0:16:16.8)
E1: Oui (0:16:17.4)
E2: Donc techniquement la roche plus grande ce sera là où il y a le plus grand diamètre (esquisse un cercle avec son stylo au-dessus du schéma et regarde St1) (0:16:21.6)
E1: Oui (0:16:22.4)
E2: Donc du coup le plus grand (0:16:24.5)
E1: B (0:16:25.6)
E2: A (note la réponse) non c'est le plus grand c'est A (0:16:27.5)
E1: Ah pardon ah ouais excuse (0:16:28.8)
E2: C(note la réponse) (0:16:28.9)
E1: C et B (0:16:29.4)
E2: et B (note la réponse) (0:16:29.6)
E2: et du plus ancien au plus récent (item 4 de "météorites et cratères") ben le plus ancien c'est C (montre le cratère correspondant sur le schéma) (0:16:33.2)
E1: Alors attends comment ça ah parce que oui (0:16:36.0)
E2: Et ben C est recouvert par A qui est recouvert par B (regarde E1) C il est à moitié recouvert (montre sur le schéma) (0:16:42.6)
E1: Ouais ouais d'accord (0:16:43.2)
E2: enfin en partie recouvert par A et B en plein milieu de A (0:16:45.0)
E1: Oui oui ça enfin ouais donc c'est en fonction c'est là où ouais donc t'as raison (0:16:48.7)
E2: C A B (note les réponses) (0:16:50.6)
E1: (inaudible)ouais j'suis d'accord avec toi (0:16:54.3)
E2: (tourne la page sur l'item suivant)
(0:16:54.7)

Binôme 2 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut)- Échange

(0:14:22.6)
E3: Alors (lecture de la partie gauche de l'item puis de l'introduction à droite de l'item) (0:14:58.9)
E3: À mon avis c'est B, C, A (pour l'item 3 de "météorites et cratères")(0:15:02.2)
E4: Attends attends (relecture de l'introduction à droite de l'item) hum (regarde le schéma) (0:15:15.0)

E3: Mais là ils nous demandent la météorite (0:15:17.5)
E4: La météorite qui les a formés (accentuation verbale)(0:15:19.2)
E3: Oui okay mais (0:15:20.4)
E4: Pas (0:15:20.6)
E3: Oui mais je sais (0:15:21.2)
E4: Pas les cratères (0:15:22.0)
E3: Mais (montre le schéma) ça dépend de la vitesse sur laquelle elle arrive la météorite (0:15:24.6)
E4: Oui (0:15:25.1)
E3: Et là ils nous disent pas à quelle vitesse elle est arrivée (0:15:27.5)
E4: Mais non parce que tu, attends on va prendre les informations qu'on a là "(regarde l'introduction)(0:15:32.7)
E3: Entièrement donc ça veut dire qu'elles sont plus petites (0:15:35.1)
E4: Très chaudes et brillantes (souligne ces informations au crayon à papier) (0:15:37.3)
E3: Et elles brûlent entièrement avant d'atteindre la surface de la Terre (0:15:40.1)
R2: N'hésitez pas à parler normalement parce que j'ai peur que (montre l'enregistreur de son) (0:15:42.9)
E3: Ah d'accord (0:15:43.8)
E4: Okay (0:15:44.2)
E3: Donc elles brûlent entièrement avant d'atteindre la surface de la Terre donc ça veut dire qu'elles sont plus petites tu vois c'que j'veux dire elles sont quasiment décomposées (mouvement avec la main droite paume vers le plafond et doigts qui se referment sur la paume en redescendant la main)(0:15:52.1)
E4: Oui mais ça ça nous aide pas à comparer euh (montre le schéma) (0:15:54.6)
E3: Mais c'est pour ça (0:15:55.3)
E4: Les trois (0:15:55.7)
E3: C'est pour ça (0:15:56.2)
E4: Les trois tailles (0:15:56.7)
E3: Mais je sais mais (montre l'introduction)ça veut pas dire que c'est en fonction du trou que ça nous dit la taille de la météorite (0:16:02.6)
E4: Non mais j'pense que faut qu'on pense un peu plus à ça (montre le schéma) okay attends on va faire le 2ème d'abord (0:16:06.2)
E3: "Classez ces cratères en fonction du moment où ils se sont formés, du plus ancien au plus récent" (0:16:10.1)
E4: Ah oui alors c'est (0:16:10.9)
E3: Plus ancien non mais c'est en fonction de là ils sont recouverts (bouge la main gauche paume vers la table mouvement de haut de bas)(0:16:16.6)
E3: (montre le schéma) ça d'abord été lui après (0:16:18.6)
E4: Mais d'abord celui-là et après lui (0:16:19.7)
E3: Oui après lui et après lui (0:16:19.8)
E4: Okay (0:16:21.4)
E3: Le C (0:16:22.0)
E4: C (inscrit la réponse)(0:16:23.6)
E3: Le plus ancien donc c'est C puis A puis B (0:16:25.0)
E4: (écriture de la réponse) puis A puis B okay (0:16:26.4)
E3: Et après "classez ces cratères enf fonction de la taille de la météorite qui les a formés, du plus grand au plus petit" donc c'est le plus grand cratère (accentuation verbale)"Classez ces cratères" c'est les cratères que tu classes (0:16:41.0)
E4: Oui (montre la question) mais en fonction de la taille de la météorite qui les a formés (0:16:44.2)
E3: Oui mais c'est quand même c'est quand même les cratères que tu vas classer (0:16:46.3)
E4: Ouais ouais okay donc ouais t'as raison (0:16:47.6)

E3: C'est une question qui est un petit peu (0:16:48.2)
E4: piège (0:16:48.7)
E3: piège (0:16:49.3)
E4: Okay A euh... (0:16:50.8)
E3: C'est en fonction de... (0:16:52.3)
E4: ...C B (note la réponse dans l'encadré réservé à l'item 3 "météorites et cratères")(0:16:53.3)
E3: ...mais c'est les cratères que tu classes (0:16:54.1)
E4: Okay on verra après (tourne la page sur l'item suivant) donc on continue
(0:16:58.7)

Binôme 5 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas) - Échange

(0:12:18.4)
E12: Oula (0:12:19.6)
E13: (lecture du texte introductif à droite de l'item)"Les roches..."(0:12:21.5)
E12: Ah c'est beau (montre l'image de la météorites à droite de l'item) (0:12:22.4)
E13: "...présentes dans l'espace..."(0:12:24.2)
E12 et E13: (continuent la lecture du texte introductif)(0:12:35.7)
E12: Okay (regarde le schéma au-dessus des questions) A B C (lecture de la 1ère question) "Classez ces cratères en fonction de la taille de la météorite..." okay donc là de la plus gros à la plus petite (0:12:46.8)
E13: Ben c'est la A (0:12:47.7)
E12: B (0:12:48.2)
E13: Ben non (0:12:49.2)
E12: Non plus petit B C A (marque les réponses dans le tableau) (0:12:51.6)
E13: Ils ont écrit du plus petit au plus grand (0:12:53.6)
E12: Le plus grand (0:12:54.6)
E13: Du plus grand au plus petit (0:12:55.4)
E12: Ben oui A (montre le cratère sur le schéma) C (montre le cratère sur le schéma) B (montre le cratère sur le schéma) (0:12:58.5)
E13: T'as fait ouais (0:13:01.3)
E12: Parce que j'regardais le plus petit et j'suis allée au plus grand (0:13:03.0)
E13: (lecture de la 2ème réponse) "Classez les cratères en fonction du moment où ils se sont formés..." (0:13:07.8)
E12: (regarde E13) hein (0:13:09.1)
E13: En gros lequel en 1er il ben j'pense que c'est le C d'abord (montre sur le schéma) (0:13:13.0)
E12: C A B non (0:13:15.5)
E13: Parce que regarde il est derrière (montre le cratère C sur le schéma)(0:13:15.9)
E12: C A B ouais moi j'aurais dit C A B (écriture de la réponse) (0:13:18.0)
E12: Après le A (0:13:19.1)
E13: Ouais après le (0:13:19.4)
E12: Après le B (0:13:19.7)
E13: Ouais
(0:13:21.2)

Binôme 10 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas)- Échange

(0:26:41.0)

E23: (lecture de la consigne)"utilisez les informations ci-contre. Écrivez vos réponses dans les tableaux" (0:26:47.8)

-Aparté-
E22: Y'en a beaucoup encore (vérifie le nombre de pages restant) ennn (0:26:49.8)
E23: Y'a tout ça (0:26:50.6)
E22: (petit rire) faut tout tout faire (0:26:52.3)
E23: Il nous faut 5 heures là "(0:26:55.1)
E22: (rire) (0:26:55.9)
R: Ben non j'espère pas (0:26:57.8)
E22: On en a fait euh 3 (0:26:59.4)
E23: Bref (0:27:01.5)
Fin

E23: Hum (lecture du texte à droite de l'item) "Les roches présentes dans l'espace qui entrent dans l'atmosphère..."(0:27:06.7)
E22: (bouge le livret) (0:27:07.2)
E23: J'étais en train d'lire (0:27:08.0)
E22: Ouais désoléé "(0:27:09.0)
E23: "...de la Terre sont appelées des météorites. En traversant l'atmosphère de la Terre, les météorites deviennent très chaudes et brillantes. La plupart des météorites brûlent entièrement avant d'atteindre la surface de la Terre. Lorsqu'une météorite atteint la surface de la Terre, elle peut créer un trou appelé cratère."(lecture de la question)"classez les crat' classez ces cratères en fonction de la taille de la météorite..."(0:27:30.6)
E22: T'as craché frère (petit rire)(0:27:31.9)9)
E23: (rire) "...qui les a formés du plus grand (rire) du du plus grand au plus petit" (0:27:40.2)
E22: (rire) (relecture de la question)classez ces caractères (au lieu de cratères) en fonction de la taille de la météorite qui les a formés du plus grand au plus petit" donc plus grand le plus p'tit donc là y'a la (0:27:49.8)
E23: Plus grand c'est euh (0:27:50.6)
E22: Y'a la B y'a la C y'a la B (0:27:52.3)
E23: Quoi c'est soit A B soit (0:27:55.3)
E22: Y'a la B y'a la C y'a la A (0:27:57.7)
E23: Là c'est la plus grande hein (0:27:59.1)
E22: A C B oui ben (0:28:00.4)
E23: Là c'est la plus grande (0:28:00.8)
E22: A C B c'est la plus grande celle-là là "(montre le cratère A) (0:28:02.4)
E23: C'est le rond là (0:28:03.9)
E22: Mais tu vois pas là y'a une petite boule une grosse boule une moyenne boule (0:28:07.7)
E23: ça c'est B ça c'est A c'est ça ça c'est A le gros rond (montre sur le schéma) (0:28:12.7)
E22: Ouais ça c'est A (0:28:12.9)
E23: Et ça c'est C (0:28:13.8)
E22: ça c'est C (0:28:14.0)
E23: Donc A (0:28:15.6)
E22: C B (0:28:16.5)
E23: A C et B (reporte les réponses dans le tableau) (0:28:18.6)
E22: Yes (0:28:19.6)
E22: (lecture de la question) "Classez les caractères (au lieu de ces cratères) en fonction du moment où ils se sont formés..." (0:28:24.4)
E22 et E23: "...du plus ancien au plus récent."(0:28:26.3)
E23: Le plus le plus récent c'est le plus petit (0:28:29.0)
E22: Ben non (0:28:30.0)

E23: Ben si (0:28:30.6)
E22: Attends (commence à relire le texte à droite de l'item)"les roches présentes dans l'espace..." (0:28:31.9)
E22 et E23: (relecture du texte à droite de l'item) (0:28:44.4)
E22: Ouais ben si p't'être (0:28:46.1)
E23: Attends regarde (lecture d'informations dans le texte) "Lorsqu'une météorite atteint la surface de la Terre, elle peut créer un trou appelé cratère." donc le cratère il apparaît quand la météorite elle euh genre elle vient vers la terre en gros du coup (0:28:59.1)
E22: Ouais mais on sait pas si genre euh une météorite plus c'est gros plus c'est vieux ou alors c'est juste un gros morceau qui est tombé comme ça hein (0:29:05.4)
E23: (relecture du texte à droite de l'item) elles brûlent quand elles attein' elles atteint la surface de la terre (lecture d'un passage du texte) "lorsqu'une météorite atteint la surface de la Terre, elle peut créer un trou appelé cratère." donc quand il est petit il est plus récent non (regarde E22) (0:29:30.3)
E22: (hausse les épaules) je sais pas j'peux pas t'dire je sais pas (0:29:33.7)
E23: Ben plus récent plus récent pour moi c'est B là "(montre la dernière case du tableau de réponse où il faut indiquer le cratère le plus récent) (0:29:39.8)
E22: Ben vas-y mets vas-y B C A (0:29:43.2)
E23: B (indique cette réponse dans la dernière case du tableau) (0:29:44.7)
E22: Le plus (0:29:45.8)
E23: Le plus le plus vieux c'est le plus gros (0:29:47.7)
E22: Ouais A B (0:29:48.8)
E23: A (indique cette réponse dans la première case du tableau) et du coup C (indique cette réponse dans la case centrale du tableau) (0:29:50.2)
E22: B (en parlant de la réponse indiquée dans la dernière case du tableau, ce qui donne la réponse finale: A C B) (0:29:51.1)
E22: Mais qu'est-ce tu m'racontes (0:29:53.1)
E23: Mais ça mais (0:29:53.5)(pause)(0:29:55.2) mais le plus ancien c'est le plus gros (0:29:57.0)
E22: Oui ben oui oui mais en fait je je confonds toujours bref (tourne la page sur l'item suivant) j'confonds tout l'temps (regarde E23) le B et l' C (0:30:01.9)
E23: Mais y'avait pas des autres trucs (0:30:03.8)
E22: Non (0:30:04.5)
E23: (retourne la page pour vérifier et revient à l'item suivant)(0:30:06.5)
E22: M***e
(0:30:08.7)

Annexe 33. Transcriptions des entretiens entre les élèves des binômes 1, 2 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut), 5 et 10 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas) pour les items 641Q03 et 641Q04 de l'unité Météorites et cratères (libérée par PISA Science 2015).

Binôme 1 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut)- Entretien

(0:15:55.9)
E2: Vas-y (regarde St1 et sourit et rit) (0:15:57.8)
R: (petit rire)(0:15:58.7)
E1: Euh celle-là on ouais (0:16:01.3)
E2: ça été facile et rapide (regarde St1)(0:16:02.2)
E1: plus plus simple (0:16:03.1)
E2: ça a pas été (0:16:03.5)

E1: mais bon moi quand c'est plus simple j'hésite (0:16:05.9)
E2: (rire) (0:16:06.4)
E1: Donc ben voilà on a lu l'énoncé on a vu que euh par rapport à l'image (montre le schéma au-dessus des questions) (0:16:16.8)
E2: C'était facile de savoir quelle était la plus grande et quelle était la plus petite parce que c'est c'est en arrivant au sol c'est un peu le c'est un peu euh plus le corps est gros (forme un cercle avec ses deux mains) plus ça va produire une (éloigne ses deux mains l'une de l'autre avec lesquelles il forme toujours un cercle) un cercle de diamètre (dessine un cercle sur la table avec ses deux mains) important parce qu'on sait que vu que la météo' la météorite en fait brûle dans l'atmosphère (ferme son poing droit pour venir le déposer dans sa paume de la main gauche) on sait que c'qui va rester à la fin ce sera une pierre et donc plus la pierre en fait la pierre (lève son avant-bras droit et dirige son index vers sa paume de main gauche)plus elle est lourde plus elle va prendre de l'accélération de toute façon dans le en arrivant dans l'air (pose son index de la main droite au creux de sa paume de main gauche) et elle va se dégrader aussi mais le truc c'est que du coup en fait la pierre qui arrivera ce sera elle aura subi les mêmes dommages (forme un cercle avec ses deux mains) venant d'où elles viennent enfin sauf si elle est plus grosse (éloigne ses deux mains l'une de l'autre avec lesquelles il forme toujours un cercle) elle euh elle aura pris plus de vitesse mais pour moi en fait c'est au niveau de la taille de la pierre qui arrive sur le sol en fait (tapote le bureau du bout des doigts) fait que ce soit plus ou moins gros le cercle (rapproche et éloigne ses deux mains l'une de l'autre avec lesquelles il forme toujours un cercle)(0:17:05.3)
R: D'accord (0:17:06.6)
E1: Donc voilà (0:17:07.7)
R: Vous avez estimé la taille de la pierre avec la taille du cercle (montre le schéma au-dessus des questions)(0:17:10.3)
E2: ouais du cercle (0:17:10.4)
St1: Après pour euh savoir lequel était plus ré' ancien et récent (0:17:15.4)
R: Ouais (0:17:15.9)
E1: ben on a simplement comparé ici (montre le schéma au-dessus des questions) donc on a vu que le C était en-dessous des autres cratères le A euh ben le B était à l'intérieur du A donc ça veut dire que probablement le A est venu en premier (0:17:28.6)
E2: Ouais et que le B est venu se rajouter (lève la main droite pour venir la poser un peu plus à gauche sur la table) sur le A (0:17:31.4)
R: D'accord (0:17:32.2)
E1: Ouais (0:17:33.3)
R: Okay suivante (0:17:35.9)
E1: (tourne la page sur l'item suivant)
(0:17:38.4)

Binôme 2 (SESC favorisé et niveau scolaire en sciences haut)- Entretien

(0:08:37.6)
E3: Ensuite ici donc on a choisi euh les cratères donc euh en fonction donc de la trace qui était restée et donc on peut voir que la A (montre le cratère A sur le schéma) c'est celle qui a la plus grosse euh trace euh de la météorite donc on a mis que le cratère c'est le plus grand pour le A ensuite on a mis le C et ensuite on a mis le B (0:09:00.2)
R: D'accord (0:09:01.2)
E4: Et puis après pour euh le plus ancien ben c'est celui... (0:09:04.1)
E3: c'est lui qui est... (0:09:04.8)
E4: ...qui est le plus bas (place sa paume de main droite parallèlement à la table juste au-dessus de celle-ci) parce que les autres ils se sont accumulés (place sa main gauche sur sa main droite et ensuite sa main gauche sur sa main droite) euh dessus (0:09:07.5)

E3...où la trace c'était euh euh dissipée on va dire (montre le cratère C sur le schéma) on voyait pas l'ensemble de la trace (montre le cratère A et B sur le schéma) alors qu'ici on voit nettement que l'ensemble du cratère (forme un cercle avec sa main droite) donc on a mis le C le A et puis le B (0:09:16.9)
R: D'accord (0:09:19.3)
E4: (tourne la page sur l'item suivant)
(0:09:20.7)

Binôme 5 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas)- Entretien

(0:16:31.7)
R: Okay alors la suivante c'était sur les météorites et leurs cratères (0:16:36.2)
E13: Ouais (0:16:37.1)
R: Alors est-ce que vous pouvez m'dire un peu comment vous avez procédé (0:16:40.2)
E12: ça franchement on a pas (0:16:41.7)
E13: Enfin c'était facile hein ouais (0:16:43.4)
E12: Ouais on a trouvé ça plus simple (0:16:44.7)
R: Okay (0:16:45.3)
E12: C'était quoi déjà (0:16:46.7)
E13: Ben on a juste à voir la taille c'est lequel le plus grand (montre le schéma au-dessus de la question) et après on classe (0:16:49.5)
R: Ouais (0:16:49.9)
E13: Logiquement c'est lui c'est la A (0:16:51.5)
E12: on a classé euh selon le rond (montre sur le schéma) (0:16:53.5)
R: D'accord (0:16:54.4)
E12: La grandeur enfin la (mouvement avec son index et son pouce) la (0:16:56.7)
E13: La taille (0:16:57.3)
E12: La taille voilà (0:16:58.0)
R: Okay (0:16:58.5)
E13: On voit bien qu'le A c'est l'plus grand après le C même si on voit pas tout ben...
(0:17:02.5)
E12: Mais on voit qu'il est plus grand qu'ça (montre sur le schéma) (0:17:03.5)
E13: ...on peut voir qu'il est plus grand ouais qu'il est plus grand qu'le B (0:17:05.0)
E12: Et après on a mis B (0:17:05.5)
R: D'accord (0:17:06.4)
E12: Et euh en dessous c'était quoi "où ils sont formés du plus..."(0:17:10.3)
E13: ouais (0:17:10.3)
E12: "... ancien au plus récent..." ben (0:17:12.2)
E13: Ben là (0:17:12.4)
E12: Vas-y dis s'tu veux (0:17:13.4)
E13: Ben là on voit qu'le A il est posé mais qu'en dessous le C on l'voit pas tout complètement ça veut que c'est lui qui a été euh (0:17:19.4)(pause)(0:17:21.6) formé le premier
(0:17:22.3)
R: Hum hum (0:17:22.9)
E13: Après ben y'a l'A qui est posé dessus et le B il est posé sur l'A (montre sur le graphique)
(0:17:27.1)
E13: En fait ils sont superposés ouais voilà (0:17:29.1)
E12: Plus il est par terre (touche la table avec sa paume de la main droite et remonte par pallier sa main jusqu'au niveau de sa tête) plus il est en bas et plus il est en haut plus il a il est euh plus récent (0:17:33.6)
R: okay ça marche très bien on peut passer à la suite (0:17:37.6)
E12: (tourne la page sur l'item suivant)

(0:17:40.4)

Binôme 10 (SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas)- Entretien

(0:13:23.9)
R: Météorites et cratères alors comment vous avez procédé (0:13:27.2)
E22: Ils font pas ça les autres (0:13:27.8)
R: Non (0:13:28.5)
E22: Ah mais nous on est des gamins alors parce que en (regarde St23)(0:13:31.0)
E23: Vous nous enverrez des vidéos madame quand vous écouterez (0:13:33.3)
R: (rire) Alors Météorites et cratères donc là vous aviez une photo... d'une météorite (0:13:38.3)
E23: Ouais (0:13:39.0)
R: ...qui tombe sur la Terre et ensuite un schéma (0:13:41.7)
E22 et St23: Hum (0:13:42.3)
R: Comment vous avez procédé pour répondre expliquez-moi (0:13:44.6)
E23: (regarde St22) vas-y (0:13:44.8)
E22: Alors moi j'dis que là on parle de ça (montre l'item 3 de "météorites et cratères" placé sur la même page que l'item 4)(0:13:49.5)
R: Ouais (0:13:49.9)
E23: Ben la 1ère on était d'accord on a (0:13:51.5)
R: D'accord (0:13:52.1)
E22: La 1ère on était d'accord ouais (0:13:52.8)
E23: Mais (montre l'item 4 de "météorites et cratères" placé sur la même page que l'item (0:13:53.4)
R: Et qu'est-ce qui fait qu'vous avez répondu ça (0:13:54.5)
E23: Ben c'est logique (0:13:56.4)
R: Vous vous êtes aidées du schéma (0:13:56.9)
E22: Ouais on s'est aidé de là ça là "(montre le schéma des cratères) (0:13:58.6)
E23: C'est logique (0:13:59.1)
R: Ouais (0:13:59.7)
E22: ça s'voit (0:14:00.8)
E23: Le plus grand du plus grand au plus p'tit (0:14:03.1)
R: Alors qu'est-ce qui s'voit expliquez-moi faites comme si j'savais pas (0:14:04.8)
E22: On voit qu'la la boule A (montre sur le schéma et petit rire) (0:14:05.9)
R: Ouais (0:14:06.4)
E22: ...elle est plus grande que la B et la C (montre sur le schéma) et qu'la C est plus grande que la B (0:14:10.0)
R: Okay très bien alors en l'occurrence ce n'sont pas des boules mais des cratères (0:14:14.5)
E22: Ouais ouais (0:14:14.8)
R: Mais on s'est compris (0:14:16.1)
E22: Ah mais c'est des cratères (0:14:16.8)
R: Oui (0:14:17.3)
E23: Ben (0:14:18.3)
R: Ah on s'est pas compris (0:14:18.4)
E22: Mais j'ai cru qu'c'était des météorites (regarde St23) (0:14:19.8)
E23: (hoche la tête de haut en bas) (0:14:20.9)
E22: Mais fallait m'le dire (0:14:21.7)
E23: Ben fallait lire (0:14:23.5)
R: Alors toi tu avais compris (nom de l'élève) (0:14:25.0)
E23: Ben ouais (0:14:25.9)
E22: Ouais mais j'ai pas lu ça (0:14:26.6)

E23: Ben moi j'pensais qu'elle savait qu'c'était un cratère moi (hausse l'épaule droite) (0:14:28.0)
E22: (rire) (0:14:28.2)
R: Okay (0:14:28.7)
E22: Attends ouais mais ça revient au même (0:14:31.3)
E23: Mais du coup c'est c'est pareil c'est la même forme c'est (0:14:33.0)
E22: Ben ouais (0:14:33.2)
E23: Et par contre (montre l'item 4 de "météorites et cratères" placé sur la même page que l'item 3)(0:14:34.3)
E22: Mais non parce qu'elle explose l'machin (regarde St23)(0:14:35.0)
E23: Oui mais on s'en fout (regarde St22) et du coup pour ça (montre l'item 4 de "météorites et cratères" placé sur la même page que l'item 3) on a pas enfin genre on était pas trop (0:14:40.8)
R: Trop d'accord (0:14:42.1)
E23: On savait pas trop (0:14:42.8)
R: Okay qu'est-ce qui fait....(0:14:45.8)
E23: J'ai mis que (0:14:46.3)
R: ...qu'vous saviez pas (0:14:46.4)
E23: Ben (soufflement) on était ben on savait pas trop en fait (0:14:50.2)
E22: Mais non (0:14:51.8)
E23: On savait pas trop on savait si c'était si euh (0:14:55.1)
E22: Ah oui on savait pas si c'était la plus petite si (0:14:56.9)
E23: Si la plus petite est la plus la plus récente ou si la plus grosse est la plus ancienne ou la plus grosse est la plus récente (0:15:02.2)
R: Donc là le schéma vous permettait pas de répondre (0:15:04.0)
E22: Non (0:15:04.2)
E23: Ben (0:15:04.6)
E22: On savait pas en fait (0:15:05.4)
E23: C'était plus le texte (0:15:06.3)
R: Okay et donc qu'est-ce que dans le texte qu'est-ce qui dans l'texte vous a aidés pour répondre (0:15:10.6)
E23: Ben quand euh quand la la météorite euh elle (lecture d'un passage du texte à droite de l'item)"...brûle euh [...] avant d'atteindre la surface de la Terre" non attends là c'est quand ça dit que (montre un passage du texte à droite de l'item et lecture) "La plupart des météorites brûlent entièrement avant d'atteindre la surface de la Terre..." (0:15:24.0)
R: D'accord et en quoi ça vous a aidés (0:15:27.0)
E23: Et y'a ça aussi "Lorsqu'une météorite atteint la surface de la Terre, elle peut créer un trou appelé cratère..." (0:15:32.0)
R: Okay et en quoi ça vous a aidés (0:15:33.8)
E23: Ben j'sais pas quand quand la quand la la météorite euh elle vient sur la Terre elle apparaît sur la Terre quand elle tombe (0:15:44.6)
E22: (rire) (0:15:45.6)
E23: Ben logiquement y'a elle est petite genre (0:15:48.9)
R: Hum hum (0:15:50.2)
E23: Du coup ça veut dire que quand le cratère il est il est plus p'tit ça veut dire il vient d'tomber (0:16:00.1)
R: Okay (0:16:01.0)
E23: Donc il est récent et quand euh quand donc le cratère il est grand ça veut dire qu'il va il va (0:16:10.7)
E22: (rire) (0:16:11.1)
R: Il est plus ancien (0:16:11.7)
E23: Ouais il est plus ancien (0:16:13.2)

R: D'accord très bien (0:16:14.1)
E23: Du coup voilà (0:16:14.3)
R: T'es d'accord avec ça (0:16:15.2)
E22: Ouais (0:16:15.5)
R: Ouais (0:16:15.9)
E23: Elle dit ouais mais (0:16:17.5)
E22: Non mais elle est (0:16:18.4)
R: Non (0:16:18.5)
E22: ...elle m'a fait rire (0:16:19.1)
R: ...vous êtes pas d'accord (0:16:19.2)
E22: Si si moi j'suis d'accord (0:16:20.1)
E23: Mais c'est juste parce que... (0:16:21.0)
E22: J'suis totalement d'accord (0:16:21.7)
E23: ...elle connaît pas mes connaissances mes capacités... (0:16:23.0)
E22: Non mais (0:16:23.3)
E23: ...scientifiques
(0:16:25.1)

Annexe 34. Extraits de transcription accompagnés d'une analyse des stratégies mises en oeuvre par les élèves durant la résolution de l'item 478Q01 (non libéré par PISA Science 2015).

SESC Niveau scolaire en sciences	**Stratégies** *Connaissances*	**Binômes**	**Extrait de transcription**
SESC Favorisé- Niveau scolaire en sciences haut		Binôme 1 (FH)	**Échange** E2: T'utilises *(médicament évoqué dans la question)* pour *(réponse 3)* (0:02:04.7) E1: Ouais (0:02:05.1) E1: C'est pas la (réponse 1)(0:02:10.6) E2: Enfin ça fait pas diminuer *(réponse 2)* ni ça enlève pas *(réponse 1)* c'est ça que j'veux dire (0:02:15.2) E1: Oui c'est ça c'est surtout attaquer *(réponse 3)* quoi (0:02:17.8) E2: ***(coche la réponse 3)*** (0:02:18.3) E1: Dac et *(réponse 4)* ça doit être *(nom d'un autre médicament)* (0:02:21.7) E2: *(réponse 4)* c'est pas *(médicament évoqué dans la question)* (0:02:22.6) **Entretien**
	Réponse (3) **directe** **<u>sans</u>** **hésitation** *-Bonne connaissance sur les différents types de médicaments.* Les entretiens montrent que les élèves : *-distinguent bien les causes des conséquences de la maladie.*		E2: **On agit ni sur (réponse 2) ni (réponse 1) en fait c'qu'on cherche à faire c'est éliminer (réponse 3)** (geste main droite qui vient appuyer la main gauche), c'est **on peut donner d'autres choses en complément pour enlever (réponse 1) et (réponse 2)** mais c'qu'on va donner pour euh, si on donne (médicament évoqué dans la question) c'est pour euh tuer (réponse 3) et donc euh qu'euh en fait euh la maladie s'aggrave pas ou s'allonge pas au fur et à mesure, au cours du temps (regarde E1) (0:01:29.6)
		Binôme 2 (FH)	**Échange** E4: **Ah mais *(médicament évoqué dans la question)* c'est toujours pour *(réponse 3)*** *(regarde* E3 : *(montre la réponse 3)* ça marche pas pour *(réponse 4)* (0:00:41.7) E3: *(réponse 3)* ouais sinon c'est les *(nom d'un autre médicament)* (0:00:44.2) E3: *(médicament évoqué dans la question)* c'est pour (réponse 3)(0:00:51.0) E4: *(médicament évoqué dans la question)* c'est pour *(réponse 3)* *(sourit)* (0:00:52.6) E3: okay ça c'est *(réponse 3)* (0:01:08.1) E4: *(coche la réponse 3)* ça c'est sûr (0:01:09.1) **Entretien**

			E4: Là c'était euh *(montre la question)* quand on a vu *(médicament évoqué dans la question)* et ben moi j'ai (0:00:37.6) E3: On sait qu'c'est pour les *(réponse 3)*(0:00:38.4) E4: C'est pour les *(réponse 3)* c'est pas pour *(réponse 4)* et ***(réponse 1)* et la *(réponse 2)* c'est la**... (0:00:43.2) E3 : **La conséquence** (0:00:43.8) E4: **La cause c'est *(réponse 3)* et *(réponse 4)*** (0:00:45.9) E3: ...C'est la conséquence en fait... (0:00:46.9) E4: Oui c'est la conséquence voilà (0:00:47.4) E3: ...des *(réponse 3)* (0:00:47.8) R: D'accord (0:00:48.5) E4: Donc ça c'est pas directement (0:00:49.6)
SESC Favorisé- Niveau scolaire en sciences moyen	**Réponse** (3) **directe** ***Sans argumentation*** L'entretien révèle l'utilisation d'une **référence à la vie quotidienne** (E6) pour justifier leur réponse au cours de l'entretien *-Conception erronée des micro-organismes : assimilation du symptôme présenté par le patient (cité* en *réponse 1) à la cause donnée en réponse 4.*	Binôme 3 (FM)	**Échange** E6: **C'est les (réponse 3) *(montre la réponse)*** c'est pas (0:02:26.8) E5: *(médicament évoqué dans la question) (lecture)* **ouais** c'est pas pour les (0:02:30.3) E6: Si si c'est seulement pour les *(réponse 3)* alors *(coche la réponse 3)*(0:02:33.1) **Entretien** E5: C'était pour les (réponse 3), on savait que ça faisait pas pour les (réponse 4) et **la (réponse 1) bon ben** (0:00:38.4) E6: **C'est un (réponse 4)** pas (réponse 3) (0:00:40.6) E5: Ouais voilà, et bon c'est tout (0:00:44.3)
SESC Favorisé- Niveau scolaire en sciences bas	**Proposition de la réponse** (4) par E17 **en première intention** mais ***sans argumentation*** **Choix final de la réponse** (3) proposée par E16 mais ***Sans argumentation***	Binôme 7 (FB)	**Échange** E16: (lecture de la question) (0:02:21.9) E17: ***(réponse 4)*** (0:02:23.0) E16: Ben ouais (0:02:24.4) E17: Est-ce que t'es sûre de c'que tu dis là " (0:02:27.1) E16: **Non je suis sûre c'est *(réponse 3) (montre la réponse)*** sur la *(réponse 3)* (0:02:32.4) E17: *(Réponse 3)* okay (0:02:34.0) E16: Oui (0:02:34.3) E17: *(coche la réponse 3)* va pour *(réponse 3)(*0:02:36.6)

L'entretien indique une élimination directe des deux premières réponses L'entretien révèle l'utilisation d'une **référence à la vie quotidienne** (E16) pour justifier leur réponse au cours de l'entretien *-Conception erronée des micro-organismes : assimilation du symptôme présenté par le patient (cité en réponse 1) à la cause donnée en réponse 3.*		**Entretien** E16: Euh ben déjà *(médicament évoqué dans la question)* c'est pas contre *(réponse 1)* ni enfin ni *(réponse 2)* c'est vraiment pour quelque chose en spécial donc soit des *(réponse 3)* soit des *(réponse 4)* enfin la *(réponse 1)* et la *(réponse 2)* ça s'est éliminé directement (0:01:31.2) R: D'accord ça s'est ça quoi ça s'élimine (0:01:34.6) E16: Oui on a directement éliminé (0:01:36.2) R: Oui d'accord vous avez éliminé ces deux réponses (0:01:38.5) E16: Et du coup après enfin entre les *(réponse 3)* et les *(réponse 4)* c'est c'qui nous a semblé le plus logique les *(réponse 3)* par qu'elle avait euh ben **quand on a de *(réponse 1)*** généralement c'est pas forcément des (réponse 4) **c'est plutôt des (réponse 3)** qu'on a (0:01:52.4) R: Et ça vous vous en souvenez de d'où " (0:03:05.6) E16: Euh des cours (0:03:07.4)
Référence à la vie quotidienne (E27) **pour éliminer une réponse** (2) *-Bonne connaissance sur les différents types de médicaments.*	Binôme 12 (FB)	**Échange** E26: ça agit aussi sur (réponse 2) non (0:02:26.0) E27: Oui mais du coup c'est (0:02:27.2) E26: (rire) (0:02:27.5) E27: En fait regarde c'est marqué euh (lecture d'une partie du texte à droite de l'item) donc **c'est pas sur (réponse 2) parce qu'on peut prendre un médicament genre un doliprane** (0:02:37.5)
Étayage d'un élément du texte (analyse médicale) **pour sélectionner réponse** (3) **ou** (4)		E27: Ben oui parce que regarde *(montre les informations dans le texte)* il *(action du médecin)* et **il le fait analyser** pas pour la *(réponse 2)* c'est pour euh soit les *(réponse 4)* soit *(réponse 3)* (0:02:50.5) E26: Effectivement, effectivement (0:02:52.3)
Référence à la vie quotidienne (E26) **pour choisir la réponse** (3)		E26: Du coup on met les *(réponse 3)* non *(regarde E27)* (0:02:53.9) E27: Ouais mais y'a les *(réponse 4)* aussi du coup j'sais pas parce que en soi 'est (0:02:57.8) E26: Non parce que *(réponse 1)* quand tu *(réponse 1)* après **t'essayes [...] *(réponse 3)* t'sais c'est pas dur à tuer *(réponse 4)*** en entier (0:03:07.4) E27: C'est pour ça qu'on *(réponse 1)* (0:03:09.5)
→ L'entretien confirme que E26 et E27 ont des :		**Entretien**

	-Conceptions erronées des micro-organismes : taille et processus de génération des micro-organismes.		E27: Parce que ça les *(médicament évoqué dans la question)* ça agit pas que, enfin qu'une seule chose après **c'est pas la *(réponse 2)* non plus parce que on peut prendre des médicaments où on a pas besoin d'ordonnance pour ça** (0:01:03.7) E26: Parce qu'il prend *(parle de l'analyse)* aussi (0:01:06.7) R: Okay (0:01:07.7) E27: Oui voilà (0:01:07.8) E26: Donc euh la *(réponse 2)* elle pas représentée dans *(l'analyse)* (0:01:10.8) E26: ...que euh *(réponse 1)* servait à rejeter les *(réponse 3)* et pas *(réponse 4)* (0:01:28.7) R: D'accord okay (0:01:30.0) E26: P't'être que c'est totalement faux (0:01:31.3) R: Et qu'est-ce qui fait que ça rejetterait ça rejetterait pas (réponse 4) (0:01:34.5) E27: **Parce que *(réponse 4)* est trop gros** (0:01:35.4) E26: Parce que ***(réponse 4)* j'sais pas c'est plusieurs (réponse 3)**(0:01:38.9) E26: qui donc là on peut rejeter les microbes donc des *(réponse 3)*(0:01:44.0) R: D'accord okay très bien (0:01:46.8) E26: *(rire)* (0:01:47.3) R: T'étais d'accord avec ça *(regarde E27)* (0:01:48.2) E27: Oui oui je ouais j'étais d'accord (0:01:49.9)
SESC Défavorisé- Niveau scolaire en sciences haut	**Hésitation entre réponse** (1) **et** (2) **Choix de la réponse** (1) par E15 qui invalide la réponse (2) proposée par E14 L'entretien nous apprend que c'est un **élément du texte** (le symptôme présenté par le patient) **qui les**	Binôme 6 (DH)	**Échange** E14: *(montre une information dans le texte à E15)* il a pris *(médicament évoqué dans la question)* par rapport à *(réponse 1)*(0:02:28.4) E15: Ouais mais *(réponse 1)* c'est *(inaudible)(*0:02:32.2) E14: Ouais (0:02:33.3) E15: **Tu veux qu'on mette quoi la (réponse 2) ou plutôt la *(réponse 1)***(regarde E14)(0:02:42.5) E14: La *(réponse 2)* (0:02:43.9) E15: Hum (0:02:44.5)(pause)(0:02:46.7) la ***(réponse 2)* ça va p't'être avec la maladie** (0:02:48.5) E14: Ouais (0:02:48.9) E15: **On met la *(réponse 1)*** (0:02:50.1) E14: Ouais (0:02:51.7) E15: *(coche la réponse 1)* (0:02:53.6) **Entretien**

amène à choisir la réponse (1) (correspondant au même symptôme que celui décrit par le patient) **=Utilisation d'une stratégie de matching** *- Les éléments du texte ont annulé l'activation de leurs connaissances au moment de la résolution de la tâche et un autre but a été donné à la question.*		E15: (regarde E14) **C'était quand on a vu la *(réponse 1)* dans le texte** (0:00:52.4) E14: Hum (0:00:53.0) E15: Donc on a directement mis ça (0:00:54.6) R: D'accord okay est-ce que vous avez hésité (0:00:58.2) E15: Oui entre euh avec les *(réponse 3)* (0:01:00.4) R: D'accord (0:01:01.2) E15: Parce que (0:01:02.5) R: Et qu'est-ce qui vous a fait hésiter (0:01:03.3) E15: Ben quand on enfin quand on prend des médicaments c'est forcément...(0:01:08.2) E14: ...pour tuer les *(réponse 3)* (0:01:09.3) E15: ...tuer les *(réponse 3)* ou pour euh éliminer les *(réponse 4)* (0:01:12.2) R: Hum hum (0:01:12.8) E15: Donc euh c'est pour ça **qu'on a hésité mais quand on a vu *(réponse 1)* dans le texte et ben on a mis ça** (0:01:17.7)
Réponse (3) **directe**	Binôme 8 (DH)	**Échange** E18: Ok je lis *(lecture du texte à voix haute)* **c'est euh c'est les *(réponse 3)*** *(montre la réponse)*(0:02:26.2) E19: Moi aussi j'pense (0:02:27.5) E18: On coche c'est pas *(réponse 4)* (0:02:34.6) E19: Je crois pas parce que **la *(réponse 1)*** c'est si c'était des *(réponse 4)* par exemple **je crois pas que c'est des *(réponse 4)*** (0:02:44.0) E18: Ouais *(coche la réponse 3)* (0:02:46.4)
L'entretien nous indique que c'est un **élément du texte** (analyse médicale) **qui les aide à <u>valider</u> la réponse** (3) et éliminer les autres réponses		**Entretien** E19: Les *(réponse 3)*(0:00:51.0) E18: Euh alors parce qu'on a vu que *(relecture)* (0:00:56.6) E19: **En fait c'est c'était *(montre le texte introductif à droite de l'item)*** (0:00:59.5) E18: **Il allait *(évoque l'analyse du médecin)*** (0:01:01.1) E19: Oui (0:01:01.7) R: Hum hum (0:01:04.4)
Référence à la vie quotidienne (E19) pour justifier, au cours de l'entretien, l'élimination de la réponse 4 et le choix de la réponse 3,		E18: Du coup ça peut pas être la *(réponse 1)*(0:01:05.4) E19: Non (0:01:06.2) E18 : Ni *(réponse 2)* (0:01:07.1) E19:: Ni *(réponse 2)* (0:01:07.4) E18: Et c'est pas des *(réponse 4)* (0:01:09.3)

-Conception erronée des micro-organismes : le symptôme présenté par le patient (cité en *réponse 1) ne peut pas être causé par les micro-organismes de la réponse 4.*		R: D'accord (0:01:10.2) E19: C'est...(0:01:10.3) E18: Les (réponse 3)... (0:01:11.2) **Échange** E18: On coche c'est pas *(réponse 4)* (0:02:34.6) E19: Je crois pas parce que **la *(réponse 1)* je crois pas que c'est des *(réponse 4)*** (0:02:44.0) **Entretien** E19: Parce que **les (réponse 4) c'est plus probable c'est que ça soit pas la (réponse 1)** mais sous forme d'une autre maladie que...(0:01:37.9) E18: Ben **pour nous c'était plus probable que ce soit les** *(montre la réponse)*... (0:01:40.1) E18 et E19: ...les ***(réponse 3)*...** (0:01:40.9) E18 et E19: ...que *(réponse 4)* (0:01:42.4) R: Mais j'ai pas très bien compris c'que tu as voulu dire **les *(réponse 4)* ça** (0:01:46.4) E19: C'est hum en fait euh ça a pas je crois que **ça a pas trop un lien avec la *(réponse 1)*** (0:01:52.8) R: ça a pas trop un lien d'accord parfait okay (0:01:56.1)
Réponse (3) **directe** **<u>avec</u> hésitation** due à un élément du texte **Élimination de la réponse** (4) à partir d'une référence à la vie quotidienne (E20) *-Conception erronée des micro-organismes : assimilation du symptôme présenté par le patient (cité* en *réponse 1) à la cause donnée en réponse 4.*	Binôme 9 (DH)	**Échange** E20: **C'est pas *(réponse 3) (ton interrogatif)*** (0:03:44.1) E21: Ouais (0:03:47.9) E20: **Ouais mais ça a empiré** (0:03:58.6) E21: Voilà ouais c'est les *(réponse 3)* j'crois (0:04:02.7) E20: *(lecture à voix haute d'une information dans le 1er paragraphe)* "aucun effet" (0:04:03.4) E21: T'es d'accord *(coche la réponse 3)* (0:04:04.2) E20: Ben ouais (0:04:05.0) E20: Non c'est pas les *(réponse 4)* (0:04:08.0) E21: *(relit une partie de la question)* (0:04:09.2) E20: **Non *(réponse 4)* c'est quand tu *(réponse 1)*** (0:04:10.9)

Élément du texte (aggravation de la maladie) **les pousse à invalider la réponse** (3)
Et donner la réponse (4)

E21:**Et si ça a empiré ça veut dire le** (0:04:28.6)
E20: T'façon *(réponse 4)* c'est quand t'es malade non t'as *(réponse 4)* et là il était malade il (0:04:33.9)
E21: Non mais le truc en fait c'est plus **ça aggravé ça veut dire les** *(réponse 3)* **se [...] multiplient** et *(médicament évoqué dans la question)* il a rien fait (0:04:41.1)
E20: Voilà du coup j'sais pas si c'est les *(réponse 3)* (0:04:43.2)
E20: C'est là il lui dit *(montre l'information dans le texte)* "je pourrai vous prescrire le médicament qui convient. » du coup ça convient pas au *(réponse 1)* (montre la question) (0:05:00.9)

-Pas de distinction entre action du médicament directe et indirecte (plutôt entre action vs inaction)

E21: Ouais *(médicament évoqué dans la question)* c'est pas les *(réponse 1) (relecture de la question)* "Sur lequel des éléments suivants un *(médicament évoqué dans la question)* agit-il..." (0:05:06.5)
E20 et E21: *(relecture)* (0:05:16.3)
E20: Ben *(inaudible)* c'qui dit *(montre les informations dans le texte et lecture)* "qui m'ont été prescrits il y a deux mois pour un *(réponse 1)* similaire..."ça veut dire c'est un docteur qui lui a prescrit *(médicament évoqué dans la question)* (0:05:24.1)
E21: Oui mais euh en fait (0:05:26.1)
E20: Mais il dit y'a pas d'effet du coup j'comprends pas (0:05:28.4)
E21: *(médicament évoqué dans la question)* (0:05:33.3) (pause) (0:05:35.5) en plus le pire c'est qu'ça arrache parce que j'ai déjà fait un exercice comme l'année dernière (0:05:39.4)
E20: *(inaudible)* (0:05:43.4)
E21: ça a empiré (0:05:45.6)
E20: Hum du coup ça a pas d'*(réponse 3)(accentuation verbale)* (0:05:47.9)
E21: Tu crois qu'les *(médicament évoqué dans la question)* c'est contre les *(réponse 4)*(0:05:51.0)

L'entretien nous indique une **élimination de :**
-la réponse (1) **uniquement à partir du texte** puis,
-la réponse (2) car **association du symptôme cité en réponse** (2) **avec celui cité en réponse** (1)

-Ces élèves assimilent l'aggravation du symptôme présenté par le patient dans la situation (et cité en réponse

E21: Ola j'me pose la question voilà ben viens on supprime les trucs *(médicament évoqué dans la question)* agit-il il agit pas (0:06:00.2)
E20: Il agit pas sur *(réponse 1)* (0:06:01.1)
E21: Pas sur *(réponse 2)* parce que *(explique un lien entre réponse 1 et réponse 2)* (0:06:04.3)
E20: *(rire)(*0:06:05.1)
E21: *(rire)* ben ouais attends (0:06:06.0)

1) à la multiplication de la cause (donnée en réponse 3). L'entretien permet donc de confirmer que c'est **cette information** (aggravation de la maladie) précisée dans la situation qui **les amène à éliminer la réponse** (3) pourtant sélectionnée en première intention **et à choisir la réponse** (4).		E20: Les *(réponse 3)* ça a empiré à moins qu'c'est *(réponse 4)* alors (0:06:10.1) E21: Ben c'est *(réponse 4)* voilà tout simplement aller *(coche la réponse 4)* adjugé vendu (0:06:14.2) **Entretien** E20: On a eu un doute hein (0:00:15.7) E21: On a eu vraiment un doute (0:00:16.9) E21: […] agit-il directement ben **c'est pas sur la *(réponse 1)*** *(montre la réponse)* parce que la ***(réponse 1)* elle a continué quand même *(montre le texte à droite de l'item)*** la *(réponse 2)* parce que **quand on a une *(réponse 1)* on a *(réponse 2)*** logiquement et euh pas sur les *(réponse 3)* parce que les *(réponse 3)* se multiplient et comme les *(médicament évoqué dans la question)* euh ça enfin **comme *(symptôme donné en réponse 1)* s'est aggravé ça veut dire les *(réponse 3)* se […] multiplient** donc on a dit qu'c'était les *(réponse 4)* (0:00:48.5) E20: Après on avait un doute **on sait pas si la *(réponse 1)* c'était des *(réponse 4)* ou des *(réponse 3)*** donc on a mis *(réponse 4)* 0:00:52.3)
Réponse (3) **directe <u>sans</u> hésitation,** L'entretien nous éclaire sur le fait que ces élèves : *-distinguent bien les causes et les conséquences de la maladie et,* *-Se souviennent avoir acquis la connaissance sur le médicament évoqué dans la question en cours de 3ème.*	Binôme 11 (DH)	**Échange** E24 et E25: *(lecture du texte)* (0:02:22.3) E24: *(regarde E25 et inaudible)* (0:02:24.1) E25: Les *(réponse 3) (regarde E24)* (0:02:25.3) E24: Ouais j'pensais la même chose *(sourit)* (0:02:27.3) E25: Okay bon (0:02:29.3) E24: *(coche la réponse 3)* (0:02:32.4) **Entretien** E25: Et euh en fait c'est logique que ça atteint pas la *(réponse 1)* ni la *(réponse 2)* directement et j'me rappelle avoir appris en cours que les *(médicament évoqué dans la question)* ils étaient pour les *(réponse 3)* et pas les *(réponse 4)* (0:00:52.6) R: (hoche la tête de haut en bas) okay très bien (0:00:54.1) E25: Je sais pas si c'est juste ou pas mais (rire) (0:00:55.4) R: Donc vous avez répondu grâce à vos connaissances (0:00:57.7) E24: Ah oui en grande partie (0:00:59.6) R: Okay et vous l'avez fait par élimination (0:01:02.2) E25: Enfin (regarde E24) (0:01:03.4) E24: Pas trop par élimination mais euh (0:01:05.3) R: Vous êtes allés directement vers *(réponse 3)* c'était pas une euh (0:01:07.5) E24: Ah oui parce que (0:01:08.4) R: Y'avait pas d'hésitation (0:01:08.5)

			E24: ben parce qu'on l'savait déjà (0:01:09.5) E25: Ouais (0:01:10.4) E24: C'était dans nos cours (sourit) (0:01:12.3) R: Okay cette année (0:01:13.2) E25: Non l'année enfin moi c'était l'année dernière (0:01:15.6) E24: Moi c'était en 3ème (0:01:16.8) R: Okay très bien (0:01:18.6)
	Référence à la vie quotidienne pour choisir la réponse (3)	Individuel 3 (DH)	**Entretien** E11: La *(réponse 2)* euh *(soufflement)* ça, enfin, ça peut marcher mais pas forcément et après ben euh (soufflement) j'sais pas j'ai choisi les *(réponse 3)* en fait parce que le mot *(médicament évoqué dans la question)* [...] j'sais pas pour moi c'est les *(réponse 3)* parce que **ma mère quand euh quand elle était un peu malade elle devait prendre** des *(médicament évoqué dans la question)* (0:01:19.2) R: Ouais (0:01:20.1) E11: Et du coup **elle avait pas de *(réponse 4)*** (0:01:22.1) R: D'accord (0:01:23.4) E11: Mais **elle avait une infection** [...] et du coup quand **elle a pris euh les *(médicament évoqué dans la question)* ben les *(réponse 3)* qu'elle avait euh [...] ils sont partis donc euh** (0:01:32.7) R: Et est-ce que tu avais une hésitation avec une autre réponse ou... (0:01:38.9) E11: Oui j'avais une hésitation entre euh les *(réponse 4) (hochement d'épaules)* (0:01:42.5) R: Et les *(réponse 3)* (0:01:44.7) E11: Oui (0:01:45.4) R: Okay et donc ce qui t'as fait choisir les *(réponse 3)* c'est euh... (0:01:49.8) E11: Oui (0:01:50.4) R: ...Le cas de ta maman (0:01:51.4) E11: Oui *(sourire)* (0:01:51.7)
SESC Défavorisé- Niveau scolaire en sciences moyen	**Proposition de la réponse** (1) **en première intention** mais ***sans argumentation***	Binôme 4 (DM)	**Échange** E8: C'est pt'être la *(réponse 1)* parce qu'ils expliquent en fait *(parle à voix basse et montre l'énoncé de la question)* 0:02:06.3) E9: Chut (0:02:07.1) E8 et E9: *(Sourire)* (0:02:10.7) E9: Pourquoi pas la *(réponse 1)* (0:02:12.4) E8: *(Hochement des épaules)* (0:02:13.4) E9: Pourquoi on chuchote (rire) pourquoi pas la *(réponse 1)*? (0:02:16.3)

	E8: Moi j'dis ça peut être la *(réponse 1)* (0:02:18.6) E9: Ça peut être la *(réponse 1)* ? (0:02:20.6) E8: *(Hochement de la tête)* J'sais pas *(inaudible + montre la partie introductive à droite de l'item)* (0:02:22.4)
Rappel du but de la question par E8 **et élimination des réponses** (1) **et** (2)	E9: Ben il dit que cette fois ça l'avait pas soigné, *(lecture à voix haute)* "je viens vous voir parce que je *(réponse 1)* [...]"(soufflement) elle dit *(montre la partie introductive à droite de l'item)* " *(médicament évoqué dans la question)* aucun effet cette fois-ci" (0:02:42.3)
	E8: Ouais mais ça veut pas dire que c'est directement (0:02:45.7) E9: C'est la *(réponse 1)* alors? (0:02:48.6) E8: J'pense pas (0:02:50.7) E9: On met quoi? *(regarde E8)* (0:03:04.1) E8: Déjà c'est sûr que c'est pas la *(réponse 2)* (0:03:06.3) E9: Ben non c'est pas la *(réponse 2)* (0:03:10.6) E8: J'pense pas qu'c'est la *(réponse 1)*(0:03:11.8) E9: Hum (0:03:12.4)
Hésitation entre réponse (3) **et** (4) E9 **propose la réponse** (4) *-Conception erronée des micro-organismes : assimilation du symptôme présenté par le patient (cité* en *réponse 1) à la cause donnée en réponse 4.*	E8: ça peut être *(réponse 3)* ou *(réponse 4)*(0:03:13.5)
Proposition de réponse (3) par E8 **<u>avec</u> hésitation**	E9: Ben c'est pas, c'est *(réponse 4)* j'pense, *(réponse 3)* euh c'est des *(réponse 4)* la *(réponse 1)(petit rire)* (0:03:21.7)
	E8: J'pense c'est les *(réponse 3)* hein (0:03:22.7) E9: T'es sûr? (0:03:23.3) E8: *(hochement de la tête pour acquiescer)* hum (0:03:24.8) E9: Et pourquoi? (0:03:25.4)
Choix de la réponse (3) ***sans argumentation*** L'entretien permet de préciser que E8 a convoqué une **référence à la**	E8: J'pense pas *(montre la question)* déjà j'suis sûr les deux ça doit pas être ça (montre des réponses en-dessous de la question) et *(réponse 4)* ça m'étonne (0:03:36.6)

vie quotidienne pour choisir la réponse (3) *-Conception erronée des micro-organismes : différence de dangerosité selon les micro-organismes et donc assimilation du symptôme présenté par le patient (cité en réponse 1) à la cause donnée en réponse 3.*		E9: C'est pas un *(réponse 4)* la *(réponse 1)*? *(regarde E8)* (0:03:39.2) E8 et E9: *(silence et relecture dans leur tête)* (0:03:44.8) E8: En tout cas c'est forcément les deux derniers (0:03:48.7) E9: *(soufflement)* (0:03:49.9) E8: Tu veux mettre lequel? Parce que moi (0:03:51.8) E9: *(chuchotement) (réponse 3)*, ben si tu penses que c'est les *(réponse 3)*, j'vois pas (0:04:02.0) E8: Les *(réponse 3)* parce que (0:04:04.2) E8*: (Coche la réponse 3)* (0:04:29.9) **Entretien** R1: Vous avez réfléchi, vous avez réfléchi sur quoi? De quelle manière ? (0:01:52.5) E8: Moi j'aurais pensé, enfin je sais pas si c'est comme ça mais, que ***(réponse 4)* c'est un peu plus dangereux que *(réponse 3)* du coup j'aurais que enfin c'est plus en rapport avec les *(réponse 3)***(0:02:04.9) R1: Parce que les *(réponse 3)* c'est moins dangereux (0:02:08.6) E8: J'pense (0:02:10.1)
Étayage d'un élément du texte (analyse médicale) **pour éliminer les réponses** (1) et (2) et **<u>sélectionner</u> les réponses** (3) **et** (4) C'est seulement au cours de l'entretien que l'élève évoque une préférence pour la réponse 3 *(les réponses 3 et 4 ont été données dans le questionnaire)* *-Conception erronée des micro-organismes : assimilation du symptôme présenté par le patient (cité* en *réponse 1) à la cause donnée en réponse 3.*	Individuel 1 (DM)	**Entretien** E7: Parce que en fait par rapport au document (montre le texte introductif à droite de l'item), enfin j'le savais déjà parce que j'l'avais déjà étudié mais par rapport au document il disait que la 1ère fois où il l'avait pris, où il avait pris ce médicament ça avait soigné *(réponse 1)* mais cette fois-ci non et que du coup le médecin devait faire d'autres analyses pour voir ce qui avait […] donc ça peut pas être la *(réponse 1)* ni la *(réponse 2)* parce que sinon ça aurait été annulé directement ça n'a rien à voir avec la composition... (0:01:13.8) E7:… de […] et ce qui a à voir avec la composition de […] ben c'est ce qu'elle contient donc soit les *(réponse 3)* soit les *(réponse 4)* sauf que j'me rappelais plus **lesquels euh ce qu'on pouvait trouver pour causer la *(réponse 1)*** (0:01:26.9) R: D'accord (0:01:27.6) E7: Mais **j'crois que c'est les *(réponse 3)***(0:01:29.2) R: Tu crois que c'est les *(réponse 3)* donc t'as une préférence pour les *(réponse 3)* (0:01:32.2) E7: Ouais (0:01:32.8)

	Étayage des éléments du texte pour <u>éliminer</u> les réponses (1) **et** (2) Avec une préférence pour la réponse 4 **Hésitation entre réponse** (3) **et** (4) **Étayage d'un élément du texte** (analyse médicale) **pour <u>choisir</u> la réponse** (4) et éliminer les autres réponses *-Conception erronée des micro-organismes : processus de génération des micro-organismes.*	Individuel 2 (DM)	**Entretien** R: D'accord, comment tu as choisi cette réponse? Les *(réponse 4),* comment tu l'as choisie? (0:01:39.1) E10: Euh j'ai, j'ai éliminé la *(réponse 1)* parce que, **j'ai éliminé la *(réponse 1)* parce que euh sa maladie elle continuait ensuite la *(réponse 2)* parce qu'il a dit que ça s'est pas amélioré et les *(réponse 3)*** euh ben j'pense, je sais pas, les *(réponse 3)* et les *(réponse 4)* je sais pas (0:02:00.9) E10: Mais j'ai pris *(réponse 4)*, *(réponse 3)* quand euh ben je pense pas que quand on *(fait une analyse)* [...] ce soit regarder euh les *(réponse 3)* (0:02:11.9) E10: Et euh il a dit que avait, enfin c'est écrit que ça a eu aucun effet donc euh j'ai regardé c'que le médecin il disait et pour moi **ça collait plus avec les *(réponse 4)* le fait *(d'analyser)* [...] *(petit rire)***(0:01:33.7) R: D'accord, tu as hésité entre *(réponse 3)* et *(réponse 4)*? (0:02:03.5) E10: Mais j'ai pris *(réponse 4)*, quand euh ben **je pense pas que quand on *(fait l'analyse)* [...] ce soit regarder euh les *(réponse 3)*** (0:02:11.9) R: D'accord, d'accord, en fait donc si j'ai bien compris tu, tu, ce qui t'as euh **ce qui t'as vraiment orienté c'est le fait qu'on *(fasse une analyse)*, c'est ça, c'est ça que tu veux dire ou pas** ?(0:02:24.5) E10: **Hum ouais *(l'analyse)*** (0:02:27.7) R: D'accord, d'accord le fait que ce soit *(une analyse)* c'est ça qui t'a permis de choisir? (0:02:35.1) E10: Oui (0:02:36.0) R: Par élimin', comment tu as fait, tu as hésité, tu as hésité entre quoi et quoi, tu as hésité ou pas? (0:02:41.1) E10: Oui **j'ai hésité entre *(réponse 3)* et *(réponse 4)*** (0:02:43.3) R: D'accord (0:02:43.9) E10: **Euh j'pense que si y'a des *(réponse 3)* on les observe et on voit si y'a *(réponse 4)* ou pas dedans donc à la fin j'ai mis *(réponse 4)*** (0:02:52.2)
SESC Défavorisé- Niveau scolaire en sciences bas	**Proposition de la réponse** (1) par E22 **en première intention** mais ***sans argumentation***	Binôme 10 (DB)	**Échange** E22 et E23: *(lecture de l'item)*(0:05:03.6) E22: Bon alors *(en chuchotant)(*0:05:05.3) E23: Ben (0:05:07.3) *(pause)*(0:05:08.9) tu penses quoi toi (0:05:10.1) E22: Attends mais en fait c'est bizarre (0:05:13.0) E22 et E23: *(relecture de l'item)* (0:05:21.4) E22: Ben la *(réponse 1)* hein *(en chuchotant)*(0:05:23.4)

E23: Ben (0:05:33.6)
E22: moi j'dis c'est pour la *(réponse 1)* (0:05:35.2)
E23: Pourquoi (0:05:37.7)
E22: *(lecture de la question à voix haute) [...]* 0:05:42.1)

Proposition ensuite de la réponse (3) par E23 mais ***sans argumentation***

E23: **Moi j'dis *(réponse 3)*** (0:05:43.2)
E22: Mais ça c'est forcément écrit dans l'texte *(regarde R)* (0:05:44.5)
R: Ah moi je sais pas (0:05:46.4)
E22: Ah okay super (0:05:48.2)
E23: Les *(réponse 3)* (0:05:48.6)
E22: Put*** fait chi** "(en chuchotant)(0:05:51.0)
E23: Les *(réponse 3) (regarde E22)(*0:05:51.8)
E22: T'es sûr *(regarde E23)(*0:05:52.7)
E23: Ben j'sais pas (0:05:53.6)
E22: *(petit rire)*(0:05:54.6)

Recherche de l'information dans le texte pour justifier leur réponse (3)

E23: Parce que (0:05:55.3*)(recherche une information dans le texte)(*0:05:59.6) euh (0:06:00.2)
E22: Vas-y c'est ça *(en chuchotant)* (0:06:01.1)
E23: Mais en fait j'sais pas (0:06:01.8)
E22: Moi non plus on passe parce que (0:06:03.8)
E23: Mais non (0:06:04.8)
E22: Mais frère *(regarde E23 et sourit)*(0:06:06.6)
E23: On met la *(réponse 1)* attends *(commence à relire à voix haute du texte à droite de l'item [...]*(0:06:14.5*)(continue à lire dans sa tête)(*0:06:18.4)"...pour une *(réponse 1)* similaire..."ça veut dire quoi similaire *(regarde R)* ça veut dire pareil (0:06:22.0)
R: Hum (0:06:22.4)
E23: *(continue de relire le texte à droite de l'item)*(0:06:31.2)

Choix de la réponse (2) **à la suite de l'activation d'une référence à la vie quotidienne** faite par E22
-Connaissance floue sur les différents types de médicaments.
-Pas de distinction entre causes et conséquences de la maladie.

E22: Moi j'dis *(réponse 2)* (0:06:32.7)
E23: *(termine de relire le texte à droite de l'item)*(0:06:36.3)
E22: J'dis *(réponse 2)* (0:06:37.2)(pause) (0:06:38.5) parce que quand (0:06:39.7)
E23: *(coche la réponse 2)* (0:06:41.3)
E22: **Quand t'as mal au ventre tu prends un médicament t'as plus mal** (0:06:44.0)
E23: Mais est-ce que c'est *(nom du médicament cité dans la question)* (0:06:46.0)

L'entretien confirme la remémoration par E22 d'une expérience vécue **(qui fait donc référence à la vie quotidienne)** à laquelle s'identifie aussi E23 et qui

les pousse ainsi à choisir la réponse (2).		E22: Ben oui (0:06:46.8)*(regarde E23)(*0:06:47.6) non mais **j'sais pas c'est quoi** *(donne le nom du médicament évoqué dans la question) (en chuchotant)* (0:06:49.1) E23: *(rire)* (0:06:49.7) E22: ***(nom du médicament évoqué dans la question)*** **c'est tous les médicaments** (regarde R) (0:06:51.8) **Entretien** E23: Elle disait la *(réponse 1)* moi j'disais les *(réponse 3)* après on a relu toutes les deux l'texte et la *(réponse 2)* on a trouvé la *(réponse 2)* on a (0:01:10.4) E23: On a coché la *(réponse 2)* (0:01:11.8) R: Et donc comment ça se fait que vous hésitiez entre les deux dern' enfin entre euh la 1ère et la 3ème (0:01:16.5) E23: Parce qu'on avait mal lu le texte (0:01:18.3) R: Okay et qu'est-ce qui vous fait dire qu'du coup c'est la *(réponse 2)* (0:01:20.5) E23: Ben parce que c'est marqué euh (recherche l'information dans le texte) (0:01:25.7) E22: *(rire)* (0:01:26.7) E23: En fait je sais pas (0:01:27.9) R: Okay (0:01:10.7) E23: On a coché la *(réponse 2)* (0:01:11.8) E22: **Ben quand on prend un *(médicament évoqué dans la question)* enfin moi**... (0:01:35.5) E23: **Pour enlever *(réponse 2)*** (0:01:36.4) E22: ...personnellement **ben j'ai plus *mal*** (0:01:38.3) R: D'accord okay donc là tu t'es aidée de tes connaissances (0:01:41.1) E22: Ouais (0:01:41.6)
Élimination directe des deux premières réponses **Hésitation entre les réponses 3 et 4 puis réponse** (3) ***Sans argumentation***	Binôme 5 (DB)	**Échange** E12: ...ça peut pas être **ça non** ***(montre la 1ère réponse et regarde E13)***(0:02:12.7) E13: Non (0:02:13.6) E12: Parce qu'il va (*inaudible)* **ça** ***(montre la 2ème réponse)*** **ça peut pas être ça** parce que il va pas c'est soit ça *(montre la 3ème réponse)* soit ça *(montre la 4ème réponse)* (0:02:17.7) E13: Moi j'dis euh (0:02:18.4)

L'entretien nous permet d'identifier une :
- Tentative d'explication, au cours de l'entretien, sur le fonctionnement d'un médicament.

E12: **Soit *(réponse 3)* soit *(réponse 4)*** (0:02:19.7)(pause)(0:02:21.1) euh (0:02:21.8)(pause) (0:02:23.9) ben j'aurais dit *(réponse 3)* non (regarde E13) (0:02:26.3)
E13: Ouais (0:02:27.1)
E12: *(coche la 3ème réponse)* (0:02:34.9)

Entretien
R: Comment vous avez fait expliquez-moi (0:00:49.9)
E12: ...**il a *(parle de l'analyse médicale)*(**0:00:54.0)
R: Alors expliquez-moi...(0:00:55.5)
E13: Non c'était pas ça (0:00:55.9)
E12: Si *(montre l'information dans le texte)*(0:00:56.8)
E12: il a *(parle de l'analyse médicale)* (0:00:59.1)

E13: Ah ben en fait **quand nous même quand on prend un médicament** (0:01:04.4)
R: Ouais (0:01:04.9)
E13: [...] en fait déjà (regarde E12) en cours d'SVT ils nous ont dit euh **un médicament** (regarde E12)... (0:01:14.6)
E12: (hoche la tête de haut en bas)(0:01:15.2)
E13: ...**dedans y'a un principal actif c'est ça** (regarde R)(0:01:17.9)
E12: Ouais (0:01:18.3)
R: D'accord (0:01:19.0)
E13: Et **il va directement vers euh les *(réponse 3)* et d'abord il il truque les *(réponse 3)* et après euh** y va (rire) j'sais pas comment dire (0:01:26.7)
R: Vas-y vas-y (0:01:27.2)
E13: Ben **après il va vers euh les parties où où ça doit guérir (regarde E12)** enfin j'sais pas comment dire (0:01:34.6)

E12: Non moi j'trouvais ça logique parce que euh ils disent qu'ils vont [...] l'faire analyser mais pour moi... (0:01:55.1)
E12: ...ça peut pas être la *(montre la 1ère réponse)* parce qui il *(fait une analyse)* ça peut pas être la *(montre la 2ème réponse)* et j'pense pas qu'ça soit un *(réponse 4)* enfin j'sais pas moi j'trouve c'était plus logique qu'ça soit les *(réponse 3)* (0:02:04.5)

E13: Je sais mais en fait je sais pas pour moi c'est la même chose les (0:02:42.8)

-Conception erronée des micro-organismes : association des micro-organismes (réponse 4) avec des maladies graves.	E12: **Non un *(réponse 4)* c'est t'as vraiment un truc** des ***(réponse 3)* euh on en a d'partout non** *(fronce le visage)(*0:02:48.2) R: Alors c'est-à-dire *(réponse 4)* t'as vraiment un truc (0:02:50.6) E12: Dans les mains ben *(réponse 4)* c'est (0:02:52.4) E13: c'est quand t'as une maladie (0:02:53.7) E12: C'est ça a un nom quoi (0:02:53.9) E13: une maladie euh (0:02:54.7) E12: Par exemple j'sais pas euh le [...] c'est *(réponse 4)* non c'est une maladie le [...] (regarde E13)(0:03:01.0) E13: Ben oui c'est une maladie *(sourit et regarde E12)* (0:03:02.9) E12: Ouais mais *(réponse 4)* c'est quoi enfin *(réponse 4)* c'est un truc qui est dans ton corps non (0:03:07.4) E13: Qui a fait que y'a t'as cette maladie *(regarde E12)(*0:03:09.1) E12: Ouais voilà (0:03:09.7) E13: Ouais voilà (0:03:10.0) E12: Et ben à avec ça ben ben j'sais pas moi j'trouve qu'c'est plus logique que ça soit des *(réponse 3)*(0:03:15.7) E13: Ben non en fait c'est *(réponse 4)* (0:03:17.0) E12: Eeenn (0:03:18.0) E13: Parce qu'on vient d'te dire on vient d'dire quoi on vient de dire que et ben c'est *(réponse 4)* c'est c'qui a fait que t'as cette maladie *(regarde E12)*(0:03:28.5) E12: *(rire)* Oui mais là il [...] *(parle l'analyse) (montre l'information dans le texte introductif)* j'sais pas quand t'as une maladie tu [...] *(parle de l'analyse)* tu vas au médecin non *(regarde R)* pour savoir euh (0:03:36.1) E13: Ouais tu vas chez l'médecin (0:03:37.1) E12: Ouais voilà (0:03:37.9) E13: Et ben (0:03:39.1) E12: (rire) non mais moi pour moi c'est *(réponse 3)* (0:03:43.0) E13: **Pour moi *(réponse 4)* c'est plus dans les grandes maladies comme le cancer ou [...] et tout** (0:03:57.5) E12: Ouais voilà (0:03:58.1) E13: Après j'sais pas hein (0:03:59.1)

Note. *Abréviations : FH. SESC Favorisé et Haut niveau scolaire en sciences ; FM. SESC Favorisé et Moyen niveau scolaire en sciences . FB. SESC Favorisé et Bas niveau scolaire en sciences ; DH. SESC Défavorisé et Haut niveau scolaire en sciences ; DM. SESC Défavorisé et Moyen niveau scolaire en sciences ; DB. SESC Défavorisé et Bas niveau scolaire en sciences ; R. Chercheur ; E1. Élève 1.*

Annexe 35. Consignes de correction données par PISA Science 2015 pour l'item 603Q02 (non libéré par PISA Science 2015).

Remarque : *Certains éléments de la consigne ont été remplacés compte-tenu du caractère non libéré de l'item 603Q02.*

Crédit complet

Code 1 : Sélectionne la **Comparaison 1** ET

Donne une explication qui indique que la Comparaison 2 pose problème car *(l'un des types d'espèces)* a des (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et l'autre n'en a pas.
OU
Donne une explication qui indique que la présence des (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ne varie pas entre les deux types *(d'espèces)* utilisés dans la Comparaison 1 OU que la présence des (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* est une variable de contrôle.

- Parce qu'elle compare les deux espèces […] tout en conservant un facteur identique : les […] deux espèces sont sans (les *éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)*.
- Car si les (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ne sont présents que sur *(l'espèce)* A, les *(mammifères)* peuvent les éviter pour éviter les (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)*.
- Parce qu'ils testent *(la préférence des mammifères)* et pas le fait qu'il y a des (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ou pas.

Pas de crédit

Code 0 : Autres réponses

- [Comparaison 1] Parce qu'elle nous indique ce que l'on veut savoir.
- [Comparaison 1] Car les (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* seraient un problème. [*Doit préciser de quel problème il s'agit.*]
- [Comparaison 1] Parce que les *(mammifères)* n'aiment pas les (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)*.

Code 9 : Omission

Annexe 36. Ensemble des caractéristiques des items 478Q01 et 603Q02 (non libérés par PISA Science 2015).

	Items	
Caractéristiques	**478Q01**	**603Q02**
Taux de réussite FR	0,43	0,40
F_SESCgp1	0,3393	0,2514
F_SESCgp2	0,3805	0,3166
F_SESCgp3	0,4729	0,4331
F_SESCgp4	0,5132	0,5917
Écart SESC 4-1 FR	0,1739	0,3402
Type d'écart SESC 4-1	1	4
Niveau de difficulté /4	3	3
Connaissance	Contenu	Épistémique
Système	Systèmes vivants	Systèmes vivants
Croisement connaissances de contenu et systèmes	Systèmes vivants	Épistémique
Compétence	Expliquer un phénomène scientifique	Évaluer et concevoir des recherches scientifiques
Champ d'application	Santé et maladies	Ressources naturelles
Format de l'item	Choix multiple simple	Réponse ouverte
Nombre de mots (longueur du texte)	172	261
Type d'illustration	Aucun type d'illustration	Illustrations multiples
Simulation	Absence de simulation	Absence de simulation
Contexte	sociétal/personnel	global
Réponse dans l'item (1) ou non (0)	Absence de réponse	Absence de réponse
Dépendance de l'item aux ressources disponibles	Indépendance	Dépendance
Croisement dépendance aux ressources et contextes	contexte second plan	global
Croisement dépendance aux ressources et contextes selon leur forme (simple ou double)	contexte second plan	simple
Lien question-illustration présent ou absent	Absence Lien question illustration	Présence Lien question illustration

Déclinaison de la présence d'un lien question-illustration selon sa nature (explicite ou implicite)	Absence Lien question illustration	Lien implicite
DOK	1	3
Matching présent ou absent	Présence matching	Absence matching
Matching aidant ou invalidant	Matching invalidant	Absence matching
Projection présente ou absente	Présence projection	Présence projection
Type de projection	Projection vers une communauté de savoir	Projection vers une communauté de savoir
Projection Directe ou Indirecte	Projection directe	Projection directe
Niveau de référence à la vie quotidienne	Fort	Faible

Note. *Les caractéristiques en surbrillance grise sont celles communes aux deux items.*

Annexe 37. Analyse des indices de projection présents dans les échanges et/ou entretiens de l'item 478Q01 (non libéré par PISA).

Pour rappel, l'item 478Q01 présente un dialogue entre un médecin et son patient au sujet d'un symptôme spécifique qu'il éprouve. Le patient décrit ce qu'il a déjà tenté de faire pour éradiquer ce symptôme mais le médecin explique que dans ce genre de situation, il est préférable de ne pas se médicamenter seul et propose de réaliser une analyse pour orienter le diagnostic et ainsi prescrire le médicament adapté à la situation. Les élèves doivent alors déterminer sur quoi agit directement le médicament évoqué dans la question. Quatre réponses sont proposées dans le choix multiple simple et une seule réponse est acceptée. Les deux dernières réponses correspondent aux causes de la maladie tandis que les deux premières portent sur les symptômes de celle-ci.

SESC Niveau scolaire en sciences	**Traces de projection**	**Binômes** élèves	**Extrait de transcription**
SESC Favorisé- Niveau scolaire en sciences haut	Utilisation du pronom indéfini « on » et de quelques verbes d'action comme « agir » ou « chercher » : « on n'agit pas sur » ; « c'qu'on cherche à faire c'est » ; « on peut donner d'autres choses en complément » ; « si on donne ». →Cette utilisation démontre que les élèves s'incluent dans la situation. Ces élèves se mettent à la place du médecin (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique) par leur façon d'évoquer la situation et leurs connaissances assurées et affirmées sur le sujet.	Binôme 1 (Fav Haut) E1 & E2	**Entretien** E2: Ouais, d'après les connaissances on sait que les *(médicament évoqué dans la question)* sont utilisés pour euh être enfin **on les utilise pour traiter des patients qui sont malades** [...] 0:00:57.0) E1: Et ben c'est pas, **on n'agit pas sur** *(réponse 2)* déjà *(regarde E2)* (0:01:10.5) E2: **On agit ni sur la** *(réponse 2)* ni la *(réponse 1)* en fait **c'qu'on cherche à faire** c'est éliminer les *(réponse 3)* (geste main droite qui vient appuyer la main gauche), c'est **on peut donner d'autres choses en complément** pour enlever la *(réponse 1)* et la *(réponse 2)* mais c'qu'on va donner pour euh, **si on donne** les *(médicament évoqué dans la question)* c'est pour euh tuer les *(réponse 3)* et donc euh qu'euh en fait euh la maladie s'aggrave pas ou s'allonge pas au fur et à mesure, au cours du temps *(regarde E1)* (0:01:29.6)

	Ces élèves expriment le fait qu'ils ont une connaissance du sujet. Il y a une dépersonnalisation du savoir (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique).	Binôme 2 (Fav Haut) E3 & E4	**Entretien** E3: **On sait** qu'c'est pour les *(réponse 3)* (0:00:38.4) E4: C'est pour les *(réponse 3)* c'est pas pour *(réponse 4)* et *(réponse 1)* et la *(réponse 2)* c'est la… (0:00:43.2) E3: La conséquence (0:00:43.8) E4: **La cause** c'est *(réponse 3)* et *(réponse 4)* (0:00:45.9) E3: …C'est **la conséquence** en fait... (0:00:46.9) E4: Oui c'est la conséquence voilà (0:00:47.4) E3: ...des *(réponse 3)* (0:00:47.8)
SESC Favorisé- Niveau scolaire en sciences moyen	Ces élèves expriment le fait qu'ils ont une connaissance du sujet. Il y a une dépersonnalisation du savoir (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique).	Binôme 3 (Fav Moy) E5 & E6	**Entretien** E5: Ben c'était juste, **on savait déjà** que les *(médicament évoqué dans la question)* (0:00:32.0) E6: C'était euh (0:00:32.7) E5: C'était pour les *(réponse 3)* (0:00:38.4)
SESC Favorisé- Niveau scolaire en sciences bas	Ces élèves se mettent à la place du patient (projection vers une communauté proche) : « quand on a de *(symptôme donné en réponse 1)*».	Binôme 7 (Fav Bas) E16 & E17	**Entretien** E16: Et du coup après enfin entre les *(réponse 3)* et les *(réponse 4)* c'est c'qui nous semblait le plus logique les *(réponse 3)* par qu'elle avait euh ben **quand on a de *(réponse 1)*** généralement c'est pas forcément des (réponse 4) c'est plutôt des (réponse 3) qu'on a (0:01:52.4)
	Ces élèves se mettent à la place du patient (projection vers une communauté proche) : « quand on prend un médicament genre » ; « quand tu *(réponse 1)* » ; « c'est pour ça qu'on *(réponse 1)* » ; « on peut prendre des médicaments où on a pas besoin d'ordonnance pour ça ».	Binôme 12 (Fav Bas) E26 & E27	**Échange** E27: En fait regarde c'est marqué euh (lecture d'une partie du texte à droite de l'item) donc c'est pas sur (réponse 2) parce **qu'on peut prendre un médicament genre** *(donne le nom d'un médicament spécifique différent de celui cité dans la question)* (0:02:37.5) E26: Non parce que *(réponse 1)* **quand tu (réponse 1)** après t'essayes […] *(réponse 3)* t'sais c'est pas dur à tuer *(réponse 4)* en entier (0:03:07.4) E27: **C'est pour ça qu'on *(réponse 1)*** (0:03:09.5)

	Description des actions du médecin : « il prend » (prise de distance avec la figure d'autorité scientifique dans la situation).		**Entretien** E27: Parce que ça les *(médicament évoqué dans la question)* ça agit pas que, enfin qu'une seule chose après c'est pas la *(réponse 2)* non plus parce que **on peut prendre des médicaments** où on a pas besoin d'ordonnance pour ça (0:01:03.7) E26: Parce qu'**il prend** *(parle de l'analyse)* aussi (0:01:06.7) R: Okay (0:01:07.7) E27: Oui voilà (0:01:07.8) E26: Donc euh la *(réponse 2)* elle pas représentée dans *(l'analyse)* (0:01:10.8)
SESC Défavorisé- Niveau scolaire en sciences haut	Description des actions du patient : « il a pris » . L'élève E15 se met à la place du patient (projection vers une communauté proche) : « quand on prend des médicaments ».	Binôme 6 (Defav Haut) E14 & E15	**Échange** E14: (montre une information dans le texte à E15) **il a pris** des *(médicament évoqué dans la question)* par rapport à *(réponse 1)* (0:02:28.4) **Entretien** E15: Ben quand on enfin quand **on prend des médicaments** c'est forcément...(0:01:08.2) E14: ...pour tuer les *(réponse 3)* (0:01:09.3) E15: ...tuer les *(réponse 3)* ou pour euh éliminer les *(réponse 4)* (0:01:12.2)
	Description des actions du médecin : « il allait » (prise de distance avec la figure d'autorité scientifique dans la situation).	Binôme 8 (Defav Haut) E18 & E19	**Entretien** E18: **Il allait** *(évoque l'analyse réalisée par le médecin)* (0:01:01.1)
	Les élèves de ce binôme se mettent à la place du patient (projection vers une communauté proche) : E20 : « T'façon *(réponse 4)* c'est quand t'es malade » E21 : « [...] parce que quand on a une *(réponse 1)* on a *(réponse 2)* logiquement [...] ».	Binôme 9 (Defav Haut) E20 & E21	**Échange** E20: **T'façon *(réponse 4)* c'est quand t'es malade** non t'as *(réponse 4)* et là il était malade il (0:04:33.9) E20: C'est là **il lui dit** (montre l'information dans le texte))"je pourrai vous prescrire le médicament qui convient. » [..](0:05:00.9) E20: Mais **il dit** y'a pas d'effet du coup j'comprends pas (0:05:28.4) **Entretien**

	Utilisation du « il » pour évoquer le médecin : « il lui dit » (prise de distance avec la figure d'autorité scientifique dans la situation). Description des actions du patient : « il dit ».		E21: [...] agit-il directement ben c'est pas sur la *(réponse 1)* *(montre la réponse)* parce que la *(réponse 1)* elle a continué quand même *(montre le texte à droite de l'item)* la *(réponse 2)* **parce que quand on a une *(réponse 1)* on a *(réponse 2)* logiquement** et euh pas sur les *(réponse 3)* parce que les *(réponse 3)* se multiplient et comme les *(médicament évoqué dans la question)* euh ça enfin comme *(symptôme donné en réponse 1)* s'est aggravé ça veut dire les *(réponse 3)* se sont multipliées donc on a dit qu'c'était les *(réponse 4)* (0:00:48.5)
	Ces élèves expriment le fait qu'ils ont une connaissance du sujet. Il y a une dépersonnalisation du savoir (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique).	Binôme 11 (Defav Haut) E24 & E25	**Entretien** E25: Et euh en fait c'est logique que ça atteint pas la *(réponse 1)* ni la *(réponse 2)* directement et **j'me rappelle avoir appris en cours** que les *(médicament évoqué dans la question)* ils étaient pour les *(réponse 3)* et pas les *(réponse 4)* (0:00:52.6) E24: **ben parce qu'on l'savait déjà** (0:01:09.5) E24: **C'était dans nos cours** (sourit)(0:01:12.3)
	L'élève individuel 3 se met à la place du patient (projection vers une communauté proche) par l'intermédiaire d'une expérience vécue par sa maman, du même type que celle vécue par le patient dans la situation.	Individuel 3 (Defav Haut) E11	**Entretien** E11: La *(réponse 2)* euh *(soufflement)* ça, enfin, ça peut marcher mais pas forcément et après ben euh (soufflement) j'sais pas j'ai choisi les *(réponse 3)* en fait parce que le mot *(médicament évoqué dans la question)* [...] j'sais pas pour moi c'est les *(réponse 3)* parce que **ma mère quand euh quand elle était un peu malade elle devait prendre des *(médicament évoqué dans la question)*** (0:01:19.2) R: Ouais (0:01:20.1) E11: Et du coup elle avait pas de *(réponse 4)* (0:01:22.1) R: D'accord (0:01:23.4) E11: Mais **elle avait une infection** [...] et du coup quand **elle a pris euh les *(médicament évoqué dans la question)* ben les *(réponse 3)* qu'elle avait euh [...] ils sont partis donc euh** (0:01:32.7)
SESC Défavorisé-Niveau scolaire	Pas de trace explicite de projection Ces élèves expriment le fait qu'ils ont une connaissance du sujet.	Binôme 4 (Defav Moy) E8 & E9	**Entretien** E9: Après on a hésité entre *(réponse 4)* et *(réponse 3)* **on savait pas trop** (0:01:07.3) E8: Moi j'aurais pas dit que c'était *(réponse 4)* mais j'peux pas expliquer pourquoi, **j'sais pas vraiment** (0:01:12.5)

en sciences moyen	Utilisation du pronom personnel « il » pour évoquer le patient : « il disait » ; « il l'avait pris » (prise de distance avec la situation). Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique dans la situation : « le médecin devait faire d'autres analyses » . L'élève E7 exprime aussi le fait d'avoir déjà étudié ce sujet mais hésite entre les réponses 3 et 4 et explique ne plus se rappeler de ses connaissances : « soit (réponse 3) ou (réponse 4) **sauf que j'me rappelais plus** ».	Individuel 1 (Defav Moy) E7	**Entretien** E7: Parce que en fait par rapport au document (montre le texte introductif à droite de l'item), enfin **j'le savais déjà parce que j'l'avais déjà étudié mais par rapport au document** il disait que la 1ère fois où il l'avait pris, où il avait pris ce médicament ça avait soigné *(réponse 1)* mais cette fois-ci non et que du coup **le médecin devait faire d'autres analyses** pour voir ce qui avait [...] donc ça peut pas être la *(réponse 1)* ni la *(réponse 2)* parce que sinon ça aurait été annulé directement ça n'a rien à voir avec la composition... (0:01:13.8) [...] E7: soit *(réponse 3)* ou *(réponse 4)* **sauf que j'me rappelais plus** lesquels euh ce qu'on pouvait trouver (0:01:26.9)
	Utilisation du pronom personnel « il » pour évoquer le patient : « il a dit » ; « parce qu'il a dit que ça s'est pas amélioré » (prise de distance avec la situation). Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique dans la situation : « ce que le médecin il disait ».	Individuel 2 (Defav Moy) E10	**Entretien** E10: Et euh **il a dit** qu'il y avait, enfin c'est écrit que ça a eu aucun effet donc euh j'ai regardé **c'que le médecin il disait** et pour moi ça collait plus avec les *(réponse 4)* [...] *(petit rire)* (0:01:33.7) E10: Euh j'ai, j'ai éliminé *(réponse 1)* parce que, j'ai éliminé *(réponse 1)* parce que euh sa maladie elle continuait ensuite la *(réponse 2)* **parce qu'il a dit que ça s'est pas amélioré** et les *(réponse 3)* euh ben j'pense, je sais pas, les *(réponse 3)* et les *(réponse 4)* je sais pas (0:02:00.9)
SESC Défavorisé-Niveau scolaire en sciences bas	Ces élèves se mettent à la place du patient (projection vers une communauté proche) en évoquant une expérience vécue sur la prise de médicament : « **quand t'as mal au ventre tu prends un médicament** t'as plus mal » ; « ben quand on prend un *(médicament évoqué dans la question)* » ; « j'ai plus mal ».	Binôme 10 (Defav Bas) E22 & E23	**Échange** E22: Moi j'dis *(réponse 2)* (0:06:32.7) E23: *(termine de relire le texte à droite de l'item)*(0:06:36.3) E22: J'dis *(réponse 2)* (0:06:37.2)(pause) (0:06:38.5) parce que quand (0:06:39.7) E23: *(coche la réponse 2)* (0:06:41.3) E22: **Quand t'as mal au ventre tu prends un médicament t'as plus mal** (0:06:44.0) **Entretien**

			E22: **Ben quand on prend un *(médicament évoqué dans la question)*** enfin moi... (0:01:35.5) E23: Pour enlever *(réponse 2)* (0:01:36.4) E22: ...personnellement **ben j'ai plus *mal*** (0:01:38.3)
	Description des actions du patient : « parce qu'il va » « il a » (prise de distance avec la situation). Prise de distance avec la situation : « ils disent ». Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique dans la situation : « il a » . Ces élèves se mettent à la place du patient (projection vers une communauté proche) en évoquant une expérience vécue sur la prise de médicament : « nous même quand on prend un médicament ».	Binôme 5 (Defav Bas) E12 & E13	**Échange** E12: **Parce qu'il va** (*inaudible)* ça *(montre la 2ème réponse)* ça peut pas être ça **parce que il va** pas c'est soit ça *(montre la 3ème réponse)* soit ça *(montre la 4ème réponse)* (0:02:17.7) **Entretien** E12: [...] **il a** *(évoque l'analyse réalisée par le médecin)* (0:00:54.0) E12: **il a** *(évoque l'analyse réalisée par le médecin)* (accentuation verbale) (0:00:59.1) E12: Non moi j'trouvais ça logique parce que euh **ils disent qu'ils vont [...] l'faire analyser** mais pour moi... (0:01:55.1) E13: Ah ben en fait quand **nous même quand on prend un médicament** (0:01:04.4)

Annexe 38. Analyse des indices de projection présents dans les échanges et/ou entretiens de l'item 603Q02 (non libéré par PISA).

Pour rappel, l'item 603Q02 présente les résultats d'une expérience menée par des chercheurs auprès de mammifères pour mieux comprendre la spécificité de leur régime alimentaire qui les pousse à se nourrir davantage d'une espèce végétale (espèce B) plutôt qu'une autre (espèce A) pourtant semblable à un détail près : la présence naturelle d'un élément sur l'espèce A.

Les chercheurs se demandent donc si la consommation plus importante de l'espèce B par les mammifères est corrélée avec l'absence de l'élément que l'on trouve sur l'espèce A ou d'une préférence pour l'espèce B plutôt que A. Les chercheurs ont tendance à supposer que les mammifères ont une préférence pour l'espèce B. Pour vérifier cette hypothèse, ils décident de retirer l'élément perturbateur présent sur l'espèce A et d'observer les comportements alimentaires des mammifères qui découlent de ce plan expérimental.

Il est donc demandé aux élèves de choisir parmi deux comparaisons de résultats celle qui permettra de vérifier l'hypothèse des chercheurs. La première comparaison place les données dans les mêmes conditions alors que la deuxième comparaison les place dans des conditions différentes, difficilement comparables. La réponse correcte d'un point de vue scientifique est donc la première comparaison.

SESC Niveau scolaire en sciences	**Indices de projection**	**Binômes** élèves	**Extrait de transcription**
SESC Favorisé- Niveau scolaire en sciences haut	-Utilisation du pronom indéfini « on » et du pronom personnel « nous » : « on est confronté » ; « on peut savoir » ; « on est dans une situation » ; « on teste sans » ; « on veut être sûr » ; « si nous ajoutions » ; « nous en déduirons pas » ; « on cherche vraiment à savoir » ; -Utilisation de l'adjectif possessif « notre » : « notre problème » « notre situation » →Cette utilisation démontre que les élèves s'incluent dans la situation. Ces élèves se mettent à la place des chercheurs (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique) par leur façon d'évoquer la situation.	Binôme 1 (Fav Haut) E1 & E2	**Échange** E1: Et c'est la base de **notre problème** (1:07:09.9) E1: Donc la comparaison 2 ça montre rien parce que c'est ça en fait ça illustre déjà notre euh (montre l'image de l'introduction générale) **notre situation** (1:07:16.3) E1: Mais là là "(montre la comparaison 1) comme **on est confronté** à deux trucs (1:07:31.3) E2: [...] donc c'est égal... (1:07:32.9) E1: [...] donc c'est égal donc là (montre la comparaison 1)... (1:07:34.2) E2: ...donc là **on peut savoir** si oui ou non ils mangent plus (1:07:35.7) E1: ...ils ont l'embarras du choix (1:07:36.2) **Entretien** R: D'accord donc vous avez choisi la comparaison 1 (0:49:52.4) E1: Parce que déjà **on est dans une situation où c'est égal** (0:50:00.4) E2: Il fallait que ce soit dans des **conditions égales** pour savoir **s'ils préféraient** l'une ou l'autre (0:50:23.5)
		Binôme 2 (Fav Haut) E3 & E4	**Échange** E3 : Donc **on teste sans** (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale), parce que toute manière les (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale), (montre la comparaison 2) vivent en dessous (montre le bas de l'arbre de l'espèce A sur l'image de l'introduction générale) (1:01:00.5) E4 : parce que **on veut être sûr** que c'est pas les (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) qui affectent et que c'est vraiment à cause de la nourriture du coup faut

			enlever les (éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) (1:01:05.8) » E3: […] si **nous ajoutions des [...]** cela fausserait les résultats (1:02:33.0) E4: Okay (1:02:34.1) E3: Et **nous en déduirons pas** […] (1:02:39.5) E4: pour être sûr qu'**on** est en train de prendre en considération le bon euh **le bon facteur** qui qui (1:04:59.7) **Entretien** E3: Okay donc ici on avait donc euh deux comparaisons donc des résultats d'expérience et donc euh […] pour pouvoir effectuer cette expérience on a choisi la comparaison 1 […] parce qu'**on cherche vraiment à savoir** […] **sans aucun autre facteur** sans aucun autre élément perturbateur (0:37:38.0)
SESC Favorisé- Niveau scolaire en sciences moyen	Utilisation du pronom indéfini « on » accompagné du verbe d'action « comparer » : « on peut comparer » ; « on compare » →Cette utilisation démontre que les élèves s'incluent dans la situation. Ces élèves se mettent à la place des chercheurs (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique) par leur façon d'évoquer la situation.	Binôme 3 (Fav Moy) E5 & E6	**Échange** E5: […] que **l'on peut comparer** (0:53:22.4) *E6: Car (continue à écrire la réponse)* **on compare** les […](0:58:49.1)
		Binôme 7 (Fav Bas)	**Entretien**

SESC Favorisé- Niveau scolaire en sciences bas	Utilisation du pronom indéfini « on » : « on voit ». →Cette utilisation démontre que les élèves s'incluent dans la situation. Ces élèves se mettent à la place des chercheurs (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique) par leur façon d'évoquer la situation.	E16 & E17	E17: [...] mais en fait parce que du coup euh comme **on peut le voir** ici (montre le graphique) euh la comparaison 2 c'est celle-là c'est avec ces deux branches (montre les courbes tout en bas du graphique correspondant aux branches A et B avec éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) [...] et **on peut voir** qu'ils ont plus mangé des branches de l'espèce B donc on s'est dit que c'est grâce à l'espèce B que on peut voir qu'il préfère le goût de l'espèce B à celui de l'espèce A (0:43:31.9) E17: Et du coup c'est grâce à la 2ème comparaison **qu'on voit qu'ils préfèrent** le plus **[...]** qui ont le plus mangé comparé à l'espèce A (0:44:12.6)
	Utilisation du pronom indéfini « on » : « on a les mêmes » ; « on a marqué les mêmes critères de base ». →Cette utilisation démontre que les élèves s'incluent dans la situation. Ces élèves se mettent à la place des chercheurs (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique) par leur façon d'évoquer la situation.	Binôme 12 (Fav Bas) E26 & E27	**Échange** E26: Parce **qu'on a les mêmes** oui on a les mêmes euh (1:11:24.8) E27: Parce que là forcément ils vont tout manger *(montre la comparaison 2)* alors que là *(montre la comparaison 1)* (1:11:29.8) *E26:* Enfin là *(montre la comparaison 1)* c'est les mêmes critères c'est les mêmes (1:11:34.8) E27: Oui (1:11:35.0) E26: C'est les mêmes critères de de base (1:11:35.9) **Entretien** E26: Donc déjà on s'est dit que **les *(mammifères étudiés dans cet item)* n'aimaient pas** forcément les [...] (0:36:51.5) E26: Ben on a regardé et euh on s'est dit que sur la comparaison 1 y'avait les **on a marqué les mêmes critères de base** euh de comparaison du coup euh [...] du coup **on s'est dit qu'c'était les mêmes critères de comparaisons** (0:37:42.7)
SESC Défavorisé- Niveau scolaire en sciences haut	Utilisation du pronom indéfini « on » accompagné du verbe d'action « comparer » : « on peut pas comparer ».	Binôme 6 (Defav Haut) E14 & E15	**Échange** E15 : **On compare** sans *(élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* avec *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)*(montre la comparaison 2) parce que là (montre la comparaison 1) on a comparé

Utilisation du pronom indéfini « on » : « on veut que ce soit pour faire une comparaison ». →Cette utilisation démontre que les élèves s'incluent dans la situation. Ces élèves se mettent à la place des chercheurs (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique) par leur façon d'évoquer la situation.		les deux sans *(élément qui gênait les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)*(1:12:39.1) E14: **On peut pas comparer** en gros genre euh (1:14:02.3) **Entretien** E15: mais de si euh **on veut que** ce soit pour faire une comparaison **il faut qu'ça soit les mêmes** (0:30:18.3) E15: C'est comme quand **on fait une expérience** il faut que ce soit dans le même environnement sinon **on peut pas** c'est pas comparable et donc là euh c'est ça qu'on a mis parce que la consistance des branches comparées dans la comparaison A est la même tandis que dans la B elle diffère (0:30:39.4)
Utilisation du pronom indéfini « on » accompagné du verbe d'action « enlever » : « on enlève ». Utilisation du pronom indéfini « on » : « on peut voir » ; « on déduit que les ». →Cette utilisation démontre que les élèves s'incluent dans la situation. Ces élèves se mettent à la place des chercheurs (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique) par leur façon d'évoquer la situation.	Binôme 8 (Defav Haut) E18 & E19	**Échange** E18: Eux ils consomment laquelle *(regarde l'introduction générale)* (1:21:26.2) E19: C'est sans *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* qu'ils mangent plus (1:21:48.9) E19: ça dans l'état naturel ils ils mangeaient ça et pas ça avec les (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* mais **si on enlève** *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* **on peut voir** que c'est parce que (1:23:01.9) **Entretien** E19: Et avec cette comparaison (montre la comparaison 1 dans le tableau) en fait sans *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* **on déduit que les** *(mammifères)* il choisit en fait les espèces où il y a pas les *(éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* (0:37:57.5)

Utilisation du pronom personnel « ils » pour parler des chercheurs : « ils ont dit ». → Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique dans la situation.	Binôme 9 (Defav Haut) E20 & E21	**Échange** E21: Mais en fait ils mangent plus le A parce que les elle a plus **ils aiment bien** j'trouve en fait j'crois là y'a pas d'feuilles *(montre l'image de [...] l'espèce B sur l'illustration de l'introduction générale*) (1:04:47.9) E20: Ben non là **ils ont dit** que y'a le même "nombre semblable" (1:04:53.2) E21: Ben alors en ben alors **ils aiment pas** la B ça (soufflement) (1:05:01.4) E21: Ouais non euh non c'est on peut parce qu'en fait c'est comment dire **ils aiment euh ils aiment plus la A** car car le même nombre de feuilles non ouais le nombre de feuilles (1:06:20.6) E20: En fait j'crois qu'c'est un piège *(relecture de la mise en situation)* "Avant l'expérience, certains chercheurs avaient émis l'hypothèse que les *(mammifères étudiés dans cet item)* se nourrissent davantage de [...]."(1:07:50.4) E21: Oui mais c'était une hypothèse...(1:07:50.9) E21: ...jusqu'à qu'ils enlèvent les (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* (1:07:53.3) **Entretien** E21: ...que sur la même euh enfin voilà que par rapport à l'espèce B du coup c'est pour ça c'est tout en fait **ils préfèrent l'espèce A** parce qu'ils l'ont plus mangée (0:23:33.3) R: Mais qu'est-ce qui fait qu'vous avez choisi la comparaison 1 (0:23:36.0) E21: Ben parce que celle-là (montre la courbe tout en haut du graphique)(0:23:38.3) E20: Ben le graphique (0:23:38.6)

		E21: euh la comparaison 2 montre qui préfère l'espèce euh comment dire ben montre qui préfère plus l'espèce B que l'espèce A [...] et quand il y a pas (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* **ils préfèrent l'espèce A** (0:23:58.0)
Utilisation du pronom indéfini « on » par **E24** : « si on met » ; « si on fait une expérience » ; « pour tester que la caractéristique qu'on veut tester » ; « si on voulait tester » . →Cette utilisation démontre que les élèves s'incluent dans la situation. Ces élèves se mettent à la place des chercheurs (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique) par leur façon d'évoquer la situation. Contrairement à l'élève **E25** qui utilise plutôt le pronom personnel « ils » pour parler des chercheurs : « qu'ils s'intéressent ». → Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique dans la situation.	Binôme 11 (Defav Haut) E24 & E25	**Échange** E24: On dit pourquoi ben parce que euh **si on met des** [...] ici ça fera qu'il les mangera pas (0:57:53.8) **Entretien** E24: Hum c'est le fait de si **on fait une une expérience** faudrait que que les conditions soient les mêmes (0:36:54.5) R: Hum hum (0:36:55.3) E24: Et genre euh enfin pour limiter la la différence pour euh **pour tester que la caractéristique qu'on veut tester enfin ici si on voulait tester** [...] fallait vraiment limiter les différences (0:37:11.5) E24: Et donc [...](*montre la comparaison 2) [...]* ça faisait des différences en plus qui qui influaient peut-être sur le résultat (0:37:30.5) E25: ça paraissait un p'tit peu évident que que c'était plutôt **qu'ils s'intéressent** plutôt si y'avait [...] donc euh *(mammifère étudié dans cet item)* c'était il évitait plutôt de manger [...] (0:38:05.6)
Utilisation du pronom personnel « ils » pour parler des chercheurs : « ils ont fait l'expérience » ; « ils ont comparé » ; « ils ont enlevé » « comme ils comparent ». → Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique dans la situation.	Individuel 3 (Defav Haut) E11	**Entretien** E11: Là par exemple **ils ont fait l'expériment** [...], du coup là quand **ils ont comparé** [...] ça peut pas nous aider à comprendre que, **qu'il préfère** l'espèce B à, enfin, que l'espèce A, parce que là on peut voir (montre le graphique) que l'espèce A et l'espèce B [...] mais là c'est

			parce que **ils ont enlevé** (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* [...] (0:45:13.4) E11: Et là (montre le tableau de comparaison) **comme ils comparent** l'espèce A sans (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ça peut pas trop nous aider parce que si y'a pas de [...] ils mangent l'espèce A et l'espèce B (0:46:10.5)
SESC Défavorisé-Niveau scolaire en sciences moyen	Utilisation du pronom personnel « ils » pour parler des chercheurs : « ils ont dit quoi, ils ont dit que…» ; « ils le disent » ; « ils ont pas enlevé » ; « ils disent » ; « ils le disent ». → Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique dans la situation. **E9 invite même E8 à se projeter à la place des mammifères :** **« si on te donne une [...] avec** (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* **ça te donne envie de la manger toi »** (projection vers une communauté proche).	Binôme 4 (Defav Moy) E8 & E9	**Échange** E9: Ils peuvent apprécier [...] sans (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) (rire)* (1:23:06.0) E9: Ben bien sûr que si, **si on te donne une branche avec** (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* **ça te donne envie de la manger toi** (1:23:59.0) E8: En gros **ils ont dit quoi, ils ont dit que** déjà **ils préfèrent** l'espèce B parce que en gros ils enlèvent les feuilles et tout. Dans l'espèce B y'a pas de feuilles et tout... (1:24:04.7) E9: Non y'a pas de feuilles aussi (regarde E9) **ils le disent**, c'est marqué (petit mouvement de la tête à droite) [...] 1:24:13.0) E9: Oui mais là on se base sur les expériences et **ils ont pas enlevé** les feuilles, c'est juste qu'à mon avis c'est les (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* qui leur plaisent pas et (1:24:27.2) E8: Regarde **ils disent** pourquoi les *(mammifères)* préfèrent [...] l'espèce B *(lecture d'une partie de la question)* (1:24:31.1) E9: Ah ben non c'est pas celle-là alors, attends, tends, tends faut trouver une comparaison où ils sont censés préférer [...] l'espèce B alors que là *(montre le graphique)* là ils préfèrent l'espèce A donc plutôt prendre l'autre alors *(montre la comparaison 2)* (1:25:04.6) E9: *(rire et réécriture de la réponse)* on va pas mettre que ça *(regarde E8)* (1:26:42.5) E8: En plus, en plus ils préfèrent l'espèce B, **ils le disent** au début (1:26:53.3)

Utilisation du pronom indéfini « on » accompagné parfois du verbe d'action « mettre » : « on a vu » ; « si on met ». →Cette utilisation démontre que les élèves s'incluent dans la situation. Ces élèves se mettent à la place des chercheurs (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique) par leur façon d'évoquer la situation.		**Entretien** E8: Ben on a un peu regardé sur le graphique (montre le graphique) quand même (0:33:07.4) E8: Et on a vu que les *(mammifères)* ils mangeaient enfin ils mangeaient plus l'espèce où y'avait pas de (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)*, on a regardé les deux, on a comparé les deux *(montre le tableau des comparaisons)* on a vu que ben (0:33:19.7) R2: Alors qu'est-ce qui a fait que vous avez choisi la comparaison 1? (0:33:24.9) E9: Ben c'est mieux de comparer les deux […] sans (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* parce que si **on en met** une avec (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et l'autre sans ben ça attire, j'pense que les (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ça attire moins *(les mammifères) (sourire)* du coup euh pour savoir laquelle **ils préféraient** euh c'était mieux de mettre les deux pareilles enfin sans (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et voilà " (0:33:47.0)0)
Utilisation du pronom indéfini « on » : « si on rajoute ». →Cette utilisation démontre que les élèves s'incluent dans la situation. Ces élèves se mettent à la place des chercheurs (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique) par leur façon d'évoquer la situation.	Individuel 1 (Defav Moy) E7	**Entretien** E7: Et euh sauf que pour faire une expérience il faut qu'il y ait qu'un seul euh... (0:36:37.1) R: D'accord (0:36:37.8) E7: ...paramètre qui change et ici on nous dit que c'est par rapport au […], **si on rajoute** des (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ça va altérer le jugement des animaux (0:36:43.3)
		Entretien

Utilisation du pronom personnel « je » accompagné du verbe d'action « comparer » : « j'me suis dit que pour comparer ». →Cette utilisation démontre que les élèves s'incluent dans la situation. Ces élèves se mettent à la place des chercheurs (projection vers une communauté de professions représentant une autorité scientifique) par leur façon d'évoquer la situation.	Individuel 2 (Defav Moy) E10	E10: Euh j'ai quand j'ai regardé euh j'ai lu le texte **j'me suis dit que pour comparer** fallait que euh l'espèce B et l'espèce A soient euh dans les mêmes conditions au même niveau (0:51:29.1) R: Hum hum (0:51:29.9) E10: Donc euh j'ai choisi la 1 parce que c'était parce que c'était là où euh c'était c'était là où euh y'a les mêmes conditions qui ont été réunies et euh j'ai pas choisi la 2 car les, les mêmes conditions n'étaient, enfin les conditions n'étaient pas réunies, les mêmes, ils avaient pas les mêmes conditions et euh quand on regarde sur le graphique **on voit que** c'est plus facile de déterminer s'ils préfèrent la A ou la B si ils en mangent que si ils n'en mangent pas du tout *(montre sur le graphique)* (0:51:57.8)

SESC Défavorisé-Niveau scolaire en sciences bas	L'élève E23 se met à la place des mammifères : « ben tout l'monde peut manger » (projection vers une communauté proche).	Binôme 10 (Defav Bas) E22 & E23	**Entretien** E23: **Ben tout l'monde peut manger** ***(****hausse les épaules)* (0:50:10.3) E23: **Ben tout l'monde peut manger** si y'a pas d'(*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* (0:50:16.4)
	Utilisation du pronom personnel « ils » pour parler des chercheurs : « ils mettent des pourcentages » ; « ils mettent sans » ; « ils établissent » ; « qu'ils mettent euh qu'ils fassent manger » ; « ils disaient ». → Prise de distance avec la figure d'autorité scientifique dans la situation.	Binôme 5 (Defav Bas) E12 & E13	**Échange** E13: En fait ils **ils aiment** juste les trucs sans (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale) (regarde le tableau de comparaisons)* (1:03:08.6) E12: Ben **ils préfèrent** parce que 100% ils ont tout mangé regarde *(montre l'image [...] l'espèce B sur la page d'introduction générale)* ils ont tout mangé *(regarde E13)* moi j'aurais dit... (1:04:08.6) E12: Mais c'est pourquoi **ils mettent des pourcentages** alors et en plus lui il est plus haut *(montre les courbes en haut du graphique)* **c'est qu'ils aiment** sans les (1:04:17.4) E13: Et parce que là aussi *(montre la comparaison 1)* les (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* ont été enlevés parce que là *(montre la comparaison 1)* **ils mettent sans** (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et avec (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* (1:04:55.7) **Entretien** E13: Ben ils la mangent quand même sans (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* alors que d'habitude euh la A j'crois c'est c'qui mangent pas *(fronce les sourcils)* et y'avait des (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et **ils aimaient pas** j'crois et alors que là *(montre la courbe sur le graphique correspondant à l'espèce A sans éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce* végétale) ils la mangent et le pourcentage il est en gros il est en augmentation on va dire (0:52:51.1)

E13: Euh moi ouais en fait j'avais pas trop compris la question en fait j'me suis dit en fait **ils établissent** une euh différence entre aussi sans (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et avec (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et vu que d'habitude ils mangent pas l'espèce A et qu'ils mangent plus l'espèce B enfin voilà (0:54:06.5)
E12: Ouais en fait elle a confondu (0:54:09.1)
E13: Et après en fait c'est pas logique **qu'ils mettent euh qu'ils fassent manger** *(montre la comparaison 2 dans le tableau)* euh l'espèce B sans (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et l'espèce A avec (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* sinon ça ça répondrait pas à la question si euh enfin (0:54:21.0)
E12: ouais enfin en fait elle a surtout hésité au début (0:54:23.7)
E12: J'lui avais dit que en fait plus le pourcentage il est haut *(montre sur le graphique)* plus euh ben **ils aimaient plus manger** enfin on avait regardé et euh ouais mais on avait regardé aussi par rapport à l'image *(montre l'image sous le texte de l'introduction générale)* on avait vu que là l'espèce *(montre l'espèce B à droite de l'image)* il est beaucoup plus y'a rien (0:54:40.8)
E12: Enfin y'a plus rien alors qu'là c'était rempli et j'lui avais dit que en bas *(montre le graphique)* c'était trop bas enfin j'sais pas c'était bas **ils disaient** que euh [...] l'espèce B et [...] l'espèce A avec les (*éléments qui gênaient les mammifères pour se nourrir de l'espèce végétale)* et tout ben pour moi c'était pas juste parce que le pourcentage il était bas *(montre les deux courbe en bas du graphique)* donc pour moi **ils aimaient pas** et euh en gros ben dans l'deux ben ça montait et le pourcentage il était beaucoup plus élevé donc pour **ils aimaient plus** enfin c'était c'était logique (0:55:07.2)

Annexe 39. Taux de réussite à l'item 458Q01 (non libéré par PISA Science 2015) pour l'ensemble des élèves de notre échantillon selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences.

SESC	SESC Favorisé					SESC Défavorisé										Taux de réussite
Niveau scolaire en science	Haut		Moyen		Bas	Haut					Moyen			Bas		
Binôme/ individuel	Bin 1 (E1-E2)	Bin 2 (E3-E4)	Bin 3 (E5-E6)	Bin 7 (E16-E17)	Bin 12 (E26-E27)	Bin 6 (E14-E15)	Bin 8 (E18-E19)	Bin 9 (E20-E21)	Bin 11 (E24-E25)	Ind 3 (E11)	Bin 4 (E18-E19)	Ind 1 (E7)	Ind 2 (E10)	Bin 5 (E12-E13)	Bin 10 (E22-E23)	
458Q01	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	**47%**

Annexe 40. Taux de réussite obtenu par les élèves de notre échantillon, aux items 326Q01 et 326Q02 (non libérés par PISA Science 2015), selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences.

SESC	SESC Favorisé					SESC Défavorisé										**Taux de réussite**
Niveau scolaire en sciences	Haut		Moyen		Bas	Haut				Moyen				Bas		
Binôme/ individuel	Bin 1 (E1-E2)	Bin 2 (E3-E4)	Bin 3 (E5-E6)	Bin 7 (E16-E17)	Bin 12 (E26-E27)	Bin 6 (E14-E15)	Bin 8 (E18-E19)	Bin 9 (E20-E21)	Bin 11 (E24-E25)	Ind 3 (E11)	Bin 4 (E18-E19)	Ind 1 (E7)	Ind 2 (E10)	Bin 5 (E12-E13)	Bin 10 (E22-E23)	
Valeur de la réponse à l'item **326Q01** A partir des données figurant dans le tableau […] Expliquez […] est peut-être vrai.	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	Non renseignée	0	0	1	1	**53%**
Valeur de la réponse à l'item **326Q02** A partir des données figurant dans le tableau […] Expliquez […] n'est peut-être pas vrai.	1	1	Non renseignée		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	**80%**

Annexe 41. Analyse de la réponse donnée par les élèves, aux items 326Q01 et 326Q02 (non libérés par PISA Science 2015), selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences.
Tableau 1/6

SESC	**SESC Favorisé**				
Niveau scolaire en sciences	**Haut**		**Moyen**	**Bas**	
Binôme/ individuel	Bin 1 (E1- E2)	Bin 2 (E3- E4)	Bin 3 (E5- E6)	Bin 7 (E16- E17)	Bin 12 (E26- E27)
Réponse donnée par les élèves à l'item 326Q01 (Question : À partir des données figurant dans le tableau […] Expliquez […] est peut-être vrai.)	[Données du tableau renseignées]. […] serait […]. […]serait […].	Ce récit peut être vrai car en comparant les données du tableau, [données du tableau renseignées].	Il ne peut pas être vrai car [données du tableau renseignées]	[Données du tableau renseignées]. Ce qui pourrait expliquer la vérité.	Cela est peut-être vrai car [données du tableau renseignées].
Analyse de la réponse donnée par les élèves à l'item 326Q01	Les élèves du binôme 1 se basent sur les données du tableau pour construire leur réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q01. Toutefois la réponse reste nuancée avec l'utilisation notamment du conditionnel. La réponse ne reprend pas la formulation « peut-être vrai » employée dans la question.	Les élèves du binôme 2 se basent sur les données du tableau pour construire une réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q01. Toutefois la réponse reste nuancée avec l'emploi du verbe supposer au présent. La réponse reprend la formulation « peut-être vrai » employée dans la question.	Les élèves du binôme 3 se basent sur les données du tableau pour répondre mais au lieu de donner la réponse demandée à cet item (326Q01), ils répondent à l'item suivant (326Q02). La réponse reprend la formulation « peut-être pas vrai » employée dans la question.	Les élèves du binôme 7 se basent sur les données du tableau pour construire leur réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q01. Toutefois la réponse reste nuancée avec l'utilisation notamment du conditionnel. La réponse ne reprend la formulation « peut-être vrai » employée dans la question.	Les élèves du binôme 12 se basent sur les données du tableau pour construire leur réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q01. Toutefois la réponse reste nuancée avec le maintien de l'adverbe "peut-être" déjà présent dans la question. La réponse reprend la formulation « peut être vrai » employée dans la question.

Tableau 2/6

SESC	**SESC Défavorisé**				
Niveau scolaire en sciences	**Haut**				
Binôme/ individuel	Bin 6 (E14- E15)	Bin 8 (E18- E19)	Bin 9 (E20- E21)	Bin 11 (E24- E25)	Ind 3 (E11)
Réponse donnée par les élèves à l'item 326Q01 (Question : À partir des données figurant dans le tableau […] Expliquez […] est peut-être vrai.)	Le récit est peut-être vrai car [données du tableau renseignées].	[Données du tableau renseignées].	Cela peut être vrai car [données du tableau renseignées].	Le tableau ne permet pas de […] ce récit est peut-être vrai.	Ce qui permet de […] que ce récit est peut-être vrai c'est [données du tableau renseignées].
Analyse de la réponse donnée par les élèves à l'item 326Q01	Les élèves du binôme 6 se basent sur les données du tableau pour répondre mais la lecture du tableau n'est pas valide et leur réponse soutient plutôt l'idée que ce récit n'est pas vrai. Bien que les élèves répondent plutôt à l'item suivant (326Q02), leur réponse reprend la formulation « peut-être vrai » employée dans la question.	Les élèves du binôme 8 se basent sur les données du tableau pour donner une réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q01. Toutefois la réponse reste nuancée avec l'utilisation du verbe "pouvoir" au présent. La réponse ne reprend pas la formulation « peut-être pas vrai » employée dans la question.	Les élèves du binôme 9 se basent sur les données du tableau pour donner une réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q01. La réponse, écrite au présent, reste nuancée avec le maintien de l'adverbe « peut-être » employée dans la question. Toutefois la réponse est très courte.	Les élèves du binôme 11 se basent sur les données du tableau mais répondent de manière inversée à ce qui est attendu dans l'item 326Q01 donc ils vont plutôt dans le sens de l'item suivant (326Q02).	L'élève 11 (individuel 3) se base sur les données du tableau pour répondre mais la lecture du tableau n'est pas valide. La réponse reprend la formulation « peut-être vrai » employée dans la question.

Tableau 3/6

SESC	**SESC Défavorisé**				
Niveau scolaire en sciences	**Moyen**			**Bas**	
Binôme/ individuel	Bin 4 (E18- E19)	Ind 1 (E7)	Ind 2 (E10)	Bin 5 (E12- E13)	Bin 10 (E22- E23)
Réponse donnée par les élèves à l'item 326Q01 (Question : À partir des données figurant dans le tableau […] Expliquez […] est peut-être vrai.)	Réponse non renseignée	[Données du tableau renseignées] ce récit est fondé.	[Données du tableau renseignées] (je n'ai pas d'arguments et je pense que ce n'est point possible car [données du tableau renseignées]	Ce récit pourrait être vrai car [données du tableau renseignées].	Le récit est peut-être vrai car [données du tableau renseignées].
Analyse de la réponse donnée par les élèves à l'item 326Q01	Les élèves du binôme 4 n'ont donné aucune réponse à l'item 326Q01.	L'élève 7 (individuel 1) se base sur les données du tableau mais ces données lui servent plutôt à donner une réponse orientée vers l'item suivant (326Q02). La réponse ne reprend pas la formulation « peut-être vrai » employée dans la question.	L'élève 10 (individuel 2) se base sur les données du tableau pour commencer à répondre mais finit par expliquer n'avoir aucun argument allant dans le sens de l'item 326Q01. La réponse ne reprend pas la formulation « peut-être vrai » employée dans la question.	Les élèves du binôme 5 se basent sur les données du tableau pour donner une réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q01. La réponse reste nuancée avec le maintien de l'adverbe « peut-être » employée dans la question et l'emploi du conditionnel. Toutefois la réponse est très courte.	Les élèves du binôme 10 se basent sur les données du tableau pour donner une réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q01. La réponse reste nuancée avec le maintien de l'adverbe « peut-être » déjà employée dans la question. Toutefois la réponse est très courte.

Tableau 4/6

SESC	SESC Favorisé				
Niveau scolaire en sciences	**Haut**		**Moyen**	**Bas**	
Binôme/ individuel	Bin 1 (E1- E2)	Bin 2 (E3- E4)	Bin 3 (E5- E6)	Bin 7 (E16- E17)	Bin 12 (E26- E27)
Réponse donnée par les élèves à l'item 326Q02 (Question : À partir des données figurant dans le tableau […] Expliquez […] n'est peut-être pas vrai.)	Dans le 1er paragraphe, on dit que [données du texte renseignées]. [Données du tableau renseignées].	[Données du tableau renseignées] n'est pas […]. [Données du tableau renseignées]. [...] n'est pas […].	Réponse non renseignée	Ce récit n'est peut-être pas vrai car [données du tableau renseignées].	[Données du tableau renseignées] cela n'est peut-être pas vrai.
Analyse de la réponse donnée par les élèves à l'item 326Q02	Les élèves du binôme 1 se basent à la fois sur le texte et les données du tableau pour construire leur réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q02. Par contre, cette fois-ci, le temps employé est le présent. La réponse ne reprend pas la formulation « peut-être pas vrai » présente dans la question.	Les élèves du binôme 2 se basent toujours sur les données du tableau pour construire leur réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q02. Par contre, cette fois-ci, le temps employé est le présent. La réponse ne reprend pas la formulation « peut-être pas vrai » présente dans la question.	Les élèves du binôme 3 n'ont donné aucune réponse à l'item 326Q02.	Les élèves du binôme 7 se basent toujours sur les données du tableau pour construire leur réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q02. Par contre, cette fois-ci, le temps employé est le présent. La réponse reprend la formulation « peut-être pas vrai » présente dans la question.	Les élèves du binôme 12 se basent toujours sur les données du tableau pour construire leur réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q02. Par contre, cette fois-ci, le temps employé est le présent.

Tableau 5/6

SESC	**SESC Défavorisé**				
Niveau scolaire en sciences	**Haut**				
Binôme/ individuel	Bin 6 (E14- E15)	Bin 8 (E18- E19)	Bin 9 (E20- E21)	Bin 11 (E24- E25)	Ind 3 (E11)
Réponse donnée par les élèves à l'item 326Q02 (Question : À partir des données figurant dans le tableau […] Expliquez […] n'est peut-être pas vrai.)	Ce récit n'est peut-être pas vrai car [données du tableau renseignées].	[Données du tableau renseignées].	Ce récit n'est peut-être pas vrai car [données du tableau renseignées].	[Données du tableau renseignées] ce qui nous fait penser que ce récit n'est peut-être pas vrai.	Ce récit n'est peut-être pas vrai car [données du tableau renseignées].
Analyse de la réponse donnée par les élèves à l'item 326Q02	Les élèves du binôme 6 se basent toujours sur les données du tableau pour construire leur réponse qui va dans le sens de celle attendue pour l'item 326Q02. Par contre, cette fois-ci, le temps employé est le présent.	Les élèves du binôme 8 se basent toujours sur les données du tableau. La réponse ne reprend la formulation « peut-être pas vrai » employée dans la question.	Les élèves du binôme 9 se basent toujours sur les données du tableau. La réponse, encore écrite au présent, reprend la formulation « peut-être pas vrai » employée dans la question.	Les élèves du binôme 11 se basent toujours sur les données du tableau. La réponse reprend la formulation « peut-être pas vrai » présente dans la question.	L'élève 11 (individuel 3) se base toujours sur les données du tableau et reste également nuancée. La réponse reprend la formulation « peut-être pas vrai » présente dans la question.

Tableau 6/6

SESC **Niveau scolaire en sciences**	**SESC Défavorisé**				
	Moyen			**Bas**	
Binôme/ individuel	Bin 4 (E18- E19)	Ind 1 (E7)	Ind 2 (E10)	Bin 5 (E12- E13)	Bin 10 (E22- E23)
Réponse donnée par les élèves à l'item 326Q02 (Question : À partir des données figurant dans le tableau […] Expliquez […] n'est peut-être pas vrai.)	C'est faux car [données du tableau renseignées].	[Données du tableau renseignées] : ce récit n'est pas vrai.	Ce récit n'est pas vrai car […] [données du tableau renseignées].	Ce récit n'est pas réaliste.	Ce n'est peut-être pas vrai […] [données du texte renseignées].
Analyse de la réponse donnée par les élèves à l'item 326Q02	Les élèves du binôme 4 se basent sur les données du tableau et leur réponse est catégorique. En effet, la nuance « peut-être » a été supprimée du discours au profit d'un « c'est faux ».	L'élève 7 (individuel 1) se base toujours sur les données du tableau mais est beaucoup plus catégorique. En effet, la nuance « peut-être » a été supprimée du discours.	L'élève 10 (individuel 2) se base toujours sur les données du tableau et est beaucoup plus catégorique. En effet, la nuance « peut-être » a été supprimée du discours.	Les élèves du binôme 5 ne se basent plus sur les données du tableau mais est leur réponse est beaucoup plus catégorique. En effet, la nuance « peut-être » a été supprimée du discours au profit d'un « ce récit n'est pas réaliste ». De plus, aucune explication n'est fournie.	Les élèves du binôme 10 se basent cette fois-ci sur les données fournies dans le texte uniquement et non plus sur les données du tableau comme il était demandé dans la question.

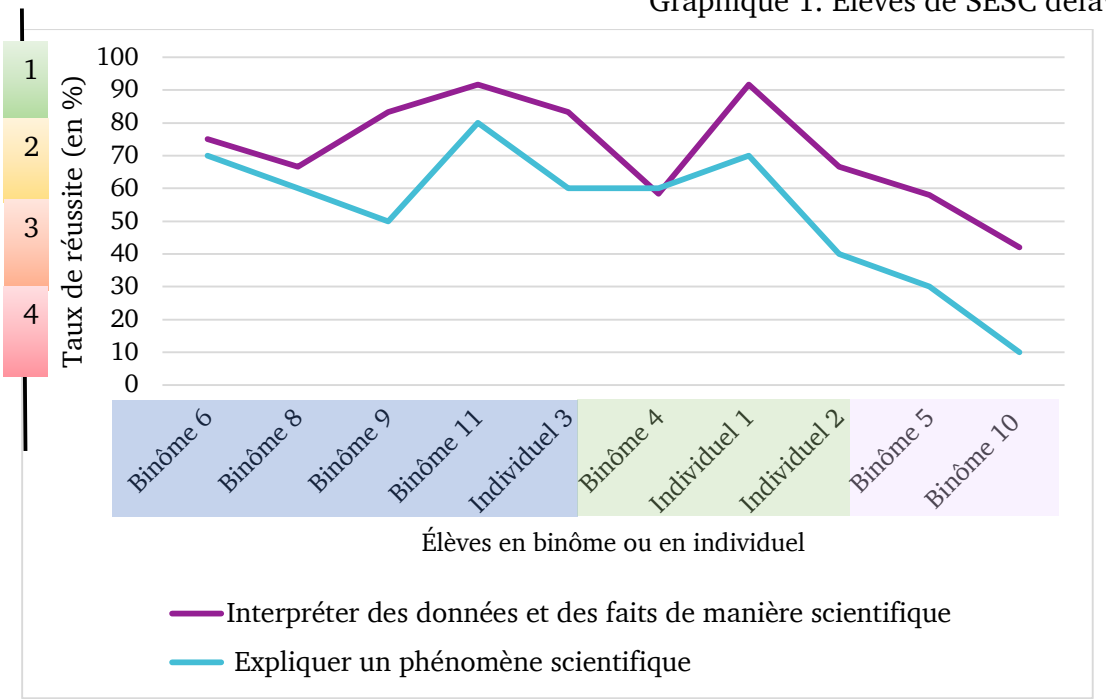
Annexe 42. Réponse donnée par les élèves, à l'item 603Q05 (non libéré par PISA Science 2015), selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences.

SESC	SESC Favorisé					SESC Défavorisé									
Niveau scolaire en science	Haut		Moyen	Bas		Haut					Moyen			Bas	
Binôme/ individuel	Bin 1 (E1-E2)	Bin 2 (E3-E4)	Bin 3 (E5-E6)	Bin 7 (E16-E17)	Bin 12 (E26-E27)	Bin 6 (E14-E15)	Bin 8 (E18-E19)	Bin 9 (E20-E21)	Bin 11 (E24-E25)	Ind 3 (E11)	Bin 4 (E18-E19)	Ind 1 (E7)	Ind 2 (E10)	Bin 5 (E12-E13)	Bin 10 (E22-E23)
Réponse des élèves *(Réponse attendue: A)*	Réponse A	Réponse A	Réponse A	Réponse A	Réponse A	Réponse A	Réponse A	Réponse A	Réponse A	Réponse A	Réponse A	Réponse A	Réponse D	Réponse D	Réponse B

Annexe 43. Taux de réussite obtenus par les élèves (SESC et niveau de performance en sciences) selon la compétence requise (expliquer un phénomène scientifique ou interpréter des données et des faits de manière scientifique) dans les items.

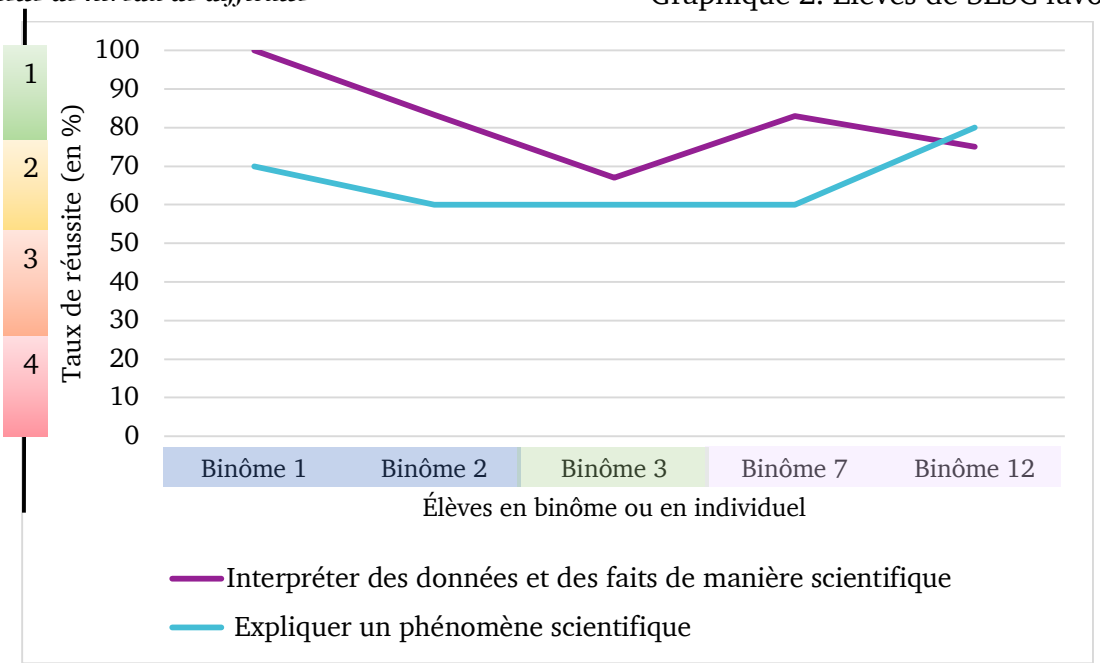
Échelle de niveau de difficulté

Graphique 1. Élèves de SESC défavorisé



Échelle de niveau de difficulté

Graphique 2. Élèves de SESC favorisé



Notes. Niveau de difficulté : Niveau 1. 76 à 100 % ; Niveau 2. 51 à 75 % ; Niveau 3. 26 à 50 % ; Niveau 4. 0 à 25 %. Niveau de performance en sciences haut ; Niveau de performance en sciences moyen ; niveau de performance en sciences bas.

Annexe 44 Réponse donnée par les élèves, à l'item 601Q01 (libéré par PISA Science 2015), selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences et taux de réussite.

SESC	SESC Favorisé					SESC Défavorisé										**Taux de réussite**
Niveau scolaire en science	Haut		Moyen	Bas		Haut					Moyen			Bas		
Binôme/ individuel	Bin 1 (E1-E2)	Bin 2 (E3- E4)	Bin 3 (E5- E6)	Bin 7 (E16-E17)	Bin 12 (E26-E27)	Bin 6 (E14-E15)	Bin 8 (E18-E19)	Bin 9 (E20-E21)	Bin 11 (E24-E25)	Ind 3 (E11)	Bin 4 (E18-E19)	Ind 1 (E7)	Ind 2 (E10)	Bin 5 (E12-E13)	Bin 10 (E22-E23)	
Réponse des élèves *(Réponse attendue : Réservoir 2 : sole commune et néréides Réservoir 3 : coquillages et herbes des marais)*	Réservoir 2 : sole commune et néréides Réservoir 3 : coquillages et herbes des marais	Réservoir 2 : sole commune et néréides **coquillages** Réservoir 3 : herbes des marais	Réservoir 1 : néréides et **coquillages** Réservoir 2 : sole commune Réservoir 3 : herbes des marais	Réservoir 1 : **coquillages** Réservoir 2: sole commune, néréides Réservoir 3 : herbes des marais	Réservoir 1 : **néréides** Réservoir 2 : sole commune Réservoir 3 : herbes des marais, coquillages,	Réservoir 2 : sole commune et néréides Réservoir 3 : coquillages et herbes des marais	Réservoir 1 : **coquillages** Réservoir 2 : sole commune, néréides Réservoir 3 : herbes des marais	Réservoir 2 : sole commune et néréides Réservoir 3 : coquillages et herbes des marais	Réservoir 2 : **herbes des marais**, néréides, sole commune Réservoir 3 : Coquillages, herbes des marais	Réservoir 2 : sole commune et néréides **coquillages** Réservoir 3 : et herbes des marais	Réservoir 1 : **coquillages** Réservoir 2 : sole commune et néréides Réservoir 3 : herbes des marais	Réservoir 2 : sole commune et néréides Réservoir 3 : coquillages et herbes des marais	Réservoir 1 : **coquillages, sole commune et néréides** Réservoir 2 : **rien** Réservoir 3 : herbes des marais	Réservoir 1 : **coquillages** Réservoir 2 : sole commune, néréides, **herbes des marais**	Réservoir 1 : **coquillages** Réservoir 2 : sole commune, néréides Réservoir 3 : herbes des marais	
Valeur de la réponse	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	**27%**

Annexe 45. Temps de résolution des items avec le texte le plus long de notre échantillon (estimation à partir du nombre de mots et prise en compte des items dont le nombre de mots est compris entre 247 à 417 mots- quartile 4).

		601Q01 Ferme aquatique durable	**458Q02**	**465Q02**	**656Q04 Migration des oiseaux**	**604Q04**	**603Q02**
	Type d'écart de performance SESC	Quartile 1 (faible écart SESC)	Quartile 3 (fort écart SESC)	Quartile 3 (fort écart SESC)	Quartile 3 (fort écart SESC)	Quartile 4 (très fort écart SESC)	Quartile 4 (très fort écart SESC)
	Niveau de difficulté	Niveau 4 (forte difficulté)	Niveau 2 (faible difficulté)	Niveau 2 (faible difficulté)	Niveau 2 (faible difficulté)	Niveau 3 (forte difficulté)	Niveau 3 (forte difficulté)
	Nombre de mots *(ordre décroissant)*	**400 mots** (quartile 4-élevé)	**305 mots** (quartile 4-élevé)	**296 mots** (quartile 4-élevé)	**274 mots** (quartile 4-élevé)	**263 mots** (quartile 4-élevé)	**261 mots** (quartile 4-élevé)
	Type d'illustrations	**Multiples** (dessin et schéma)	**Absence d'illustration**	**Multiples** (carte et graphiques)	**Schéma** (carte)	**Multiples** (tableau simple et schéma)	**Multiples** (dessin et graphique)
Moyenne de temps							
SESC Favorisé *Niveau scolaire en sciences haut*							
Binôme 1		00:05:23	00:03:49	00:03:57	00:03:27	00:03:38	00:04:48
Binôme 2		00:08:23	00:03:54	00:02:25	00:03:18	00:11:18	00:08:01
Total		00:06:53	00:03:52	00:03:11	00:03:23	00:07:28	00:06:25
SESC Favorisé *Niveau scolaire en sciences moyen*							
Binôme 3		00:03:44	00:03:15	00:03:27	00:03:29	00:02:48	00:08:38
Total		00:03:44	00:03:15	00:03:27	00:03:29	00:02:48	00:08:38
SESC Favorisé *Niveau scolaire en sciences bas*							

Binôme 7	00:06:06	00:03:27	00:04:53	00:01:53	00:04:08	00:03:26
Binôme 12	00:04:38	00:05:02	00:05:25	00:03:40	00:04:00	00:04:06
Total	00:05:22	00:04:15	00:05:09	00:02:46	00:04:04	00:03:46
Total SESC Favorisé	**00:05:39**	**00:03:53**	**00:04:01**	**00:03:09**	**00:05:10**	**00:05:48**
SESC Défavorisé *Niveau scolaire en sciences haut*						
Binôme 6	00:06:06	00:03:45	00:06:17	00:03:57	00:04:44	00:04:40
Binôme 8	00:07:43	00:04:54	00:05:42	00:03:19	00:05:19	00:06:08
Binôme 9	00:06:47	00:03:30	00:04:26	00:02:20	00:05:04	00:05:50
Binôme 11	00:07:24	00:02:15	00:02:23	00:01:59	00:02:33	00:06:23
Total	00:07:00	00:03:36	00:04:42	00:02:54	00:04:25	00:05:45
SESC Défavorisé *Niveau scolaire en sciences moyen*						
Binôme 4	00:09:40	00:04:16	00:04:44	00:03:01	00:08:10	00:07:48
Total	00:09:40	00:04:16	00:04:44	00:03:01	00:08:10	00:07:48
SESC Défavorisé *Niveau scolaire en sciences bas*						
Binôme 10	00:07:27	00:07:13	00:05:51	00:03:14	00:07:45	00:02:16
Binôme 5	00:08:36	00:04:35	00:04:16	00:02:00	00:04:09	00:04:31
Total	00:08:02	00:05:54	00:05:04	00:02:37	00:05:57	00:03:23
Total SESC Défavorisé	**00:07:40**	**00:04:21**	**00:04:48**	**00:02:50**	**00:05:23**	**00:05:22**
Différence SESC Défavorisé-Favorisé (en secondes)	**00:02:02 (120 secondes)**	00:00:28 (28 secondes)	00:00:47 (47 secondes)	00:00:19 (19 secondes)	00:00:13 (13 secondes)	00:00:26 (26 secondes)
Groupe SESC dont le temps de résolution est supérieur	SESC Défavorisé	SESC Défavorisé	SESC Défavorisé	SESC Favorisé	SESC Défavorisé	SESC Favorisé

Annexe 46. Présentation de l'introduction de l'unité PISA libérée « ferme aquatique durable » et du premier item de l'unité (601Q01).

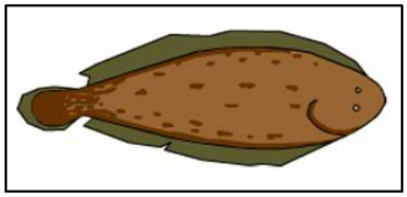
Ferme aquatique durable
Introduction

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

FERME AQUATIQUE DURABLE

L'augmentation de la demande en poissons et fruits de mer pèse de plus en plus lourd sur les populations de poissons vivant à l'état sauvage. Pour réduire ce problème, des chercheurs étudient des moyens d'élever les poissons de façon durable dans des fermes aquatiques.

La création d'une ferme aquatique durable pose deux défis : (1) nourrir les poissons d'élevage et (2) maintenir la qualité de l'eau. Les poissons d'élevage ont besoin de grandes quantités de nourriture. Une ferme aquatique durable produit la nourriture nécessaire à ses poissons. Les déchets rejetés par les poissons peuvent s'accumuler dans la ferme jusqu'à des niveaux qui sont dangereux pour les poissons. Un courant constant d'eau de l'océan traverse la ferme aquatique durable. Les déchets et l'excès de nutriments (la nourriture dont les algues et les plantes ont besoin pour leur croissance) sont éliminés de l'eau avant qu'elle ne retourne dans l'océan.



Ferme aquatique durable
Question 1 / 3

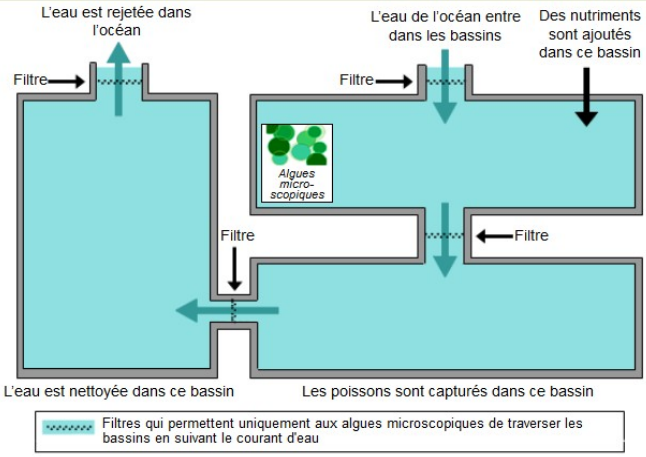
Utilisez les informations fournies ci-dessous. Utilisez la fonction « glisser-déposer ».

Le schéma montre le plan d'une ferme aquatique expérimentale avec trois grands bassins. De l'eau salée filtrée est pompée dans l'océan avant de passer de bassin en bassin puis d'être finalement rejetée dans l'océan. L'objectif principal de cette ferme est d'élever des soles communes qui seront capturées selon des méthodes de pêche durable.

- Sole commune : le poisson de cet élevage. Sa nourriture préférée est la néréide.

Les organismes suivants sont également utilisés dans cette ferme :

- Algues microscopiques : organismes microscopiques qui ont besoin uniquement de lumière et de nutriments pour se développer.
- Néréides : invertébrés qui se développent très rapidement en se nourissant d'algues microscopiques.
- Coquillages : organismes qui se nourrissent d'algues microscopiques et d'autres petits organismes présents dans l'eau.
- Herbes des marais : herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau.



Les chercheurs doivent décider dans quel bassin placer chaque organisme. Faites glisser et placez chaque organisme ci-dessous dans le bon bassin pour garantir que la sole commune est nourrie et que l'eau salée est rejetée dans l'océan sans être modifiée. Les algues microscopiques ont déjà été placées dans le bon bassin.

Annexe 47. Transcription intégrale des échanges à l'item 601Q01 de l'unité libérée « ferme aquatique durable ».

SESC Favorisé et Niveau scolaire en sciences haut
Binôme 1 (0:18:00.8) E2: (commence à lire l'introduction générale) (tourne à moitié la page sur l'item suivant) ah oh p***n (0:18:06.6) E1: (petit cri et fronce tout le visage) okay (retourne la page sur l'introduction générale) aahh (commence à lire la 1ère phrase de l'introduction)"...pèse de plus en plus lourd sur les populations de poissons...""demande"(montre cette information dans le texte) okay "des chercheurs étudient des moyens d'élever les poissons de façon durable dans des fermes aquatiques "la création d'un ferme aquatique durable pose deux défis..." ouais ouais ouais (0:18:30.1) E1 et E2: (continue à lire dans leur tête) (0:18:42.9) E1: T'as fini (0:18:44.1) E2: Okay ouais (0:18:44.9) E1: (tourne la page sur l'item suivant) (0:18:48.8) E1 et E2: (commence à lire le texte) (0:18:57.3) E2: c'est bon la sole (0:18:58.8) E1: ça dit quoi là donc on doit faire (0:19:03.3)(pause)(0:19:05.9)d'accord je sais (0:19:08.2) E1: Sole commune d'accord (lecture du début de la question)"dans quel bassin placer chaque organisme. Donc en gros on va on va en fait (montre le schéma) des cadres et on écrit sole commune euh (0:19:22.3) E2: Alors attends réfléchissons les néréides (lecture d'une partie de la définition)"...se nourrissant d'algues" ..." (lecture des autres définitions) le néréide okay (0:19:35.4) E1: Alors déjà les les le poisson se nourrit d'algues il me semble c'est ça hein (0:19:41.2) E2: "Les poissons sont capturés dans ce bassin"(lecture de la légende sous le bassin 2 en bas à droite) (0:19:43.4) E1: Ouais (retourne la page sur l'introduction générale et relecture de certaines informations) okay (tourne la page pour revenir sur l'item)(0:19:54.0) E2: Donc là y'a un filtre (inaudible et montre le filtre en haut du dernier bassin) filtre (montre le filtre au début du dernier bassin puis montre le filtre entre le bassin 1 et 2) des nutriments sont ajoutés dans ce bassin (montre l'information inscrite au-dessus du 1er bassin en haut à droite) regarde les néréides (montre l'image de cet organisme en bas de l'item) se nourrissent d'algues microscopiques (montre l'image des algues dans le 1er bassin) on est d'accord (0:20:06.7) E1: Hum (0:20:07.3) E2: les la sole se nourrit de néréides et les poissons sont capturés dans ce bassin (montre le 2ème bassin) donc ils peuvent pas être dans ce bassin (montre le dernier bassin tout à gauche du schéma) (0:20:13.2) E1: Et ni dans celui-là "(montre le 1er bassin) donc c'est celui-là "(montre le 2ème bassin)(0:20:15.2) E2: Je suppose que les poissons dans celui-là "(montre le 2ème bassin) (0:20:16.8) E1: donc la sole commune doit être là-dedans (montre le 2ème bassin)...(0:20:17.2) E2: les néréides sont là "(montre le 1er bassin)(0:20:18.4) E1: ...les néréides là-dedans (montre le 1er bassin) et puis euh c'est quoi là "(montre un des organismes en bas de l'item à placer dans les bassins)(0:20:22.9)

E2: Herbes des marais donc herbe des marais j'pense qu'elle est là(montre le 3ème bassin) parce qu'elle «absorbe les nutriments et les déchets de l'eau"(0:20:28.0)
E1: Ouais ben c'est ça (0:20:29.2)
E2: Donc c'est un filtre naturel (0:20:30.2)
E1: Les déchets ils vont passer par là "(montre le passage du bassin 2 au bassin 3) (0:20:32.0)
E2: Ou alors des herbes (montre le 1er bassin avec son stylo) (0:20:32.9)
E1: "l'eau est nettoyée dans ce bassin"(lecture de la légende sous le bassin 3) donc oui herbes (montre l'image des herbes de marais dans les organismes proposés en bas de l'item) et le coquillage il sert à quoi (montre sa définition et lecture) "...d'algues microscopiques et d'autres petits organismes présents (accentuation verbale) dans l'eau" alors là on va on va mettre où les coquillages parce que du coup on a déjà les néréides là-dedans (montre le 1er bassin)... (0:20:45.8)
E2: Hum hum (0:20:46.2)
E1: ... qui se nourrissent des algues microscopiques (0:20:48.2)
E2: La sole (montre le 2ème bassin)(0:20:49.1)
E1: Alors et (0:20:51.3)
E2: Ah j'pense que le coquillage (0:20:53.5)
E1: (relecture de la définition des coquillages)"et d'autres petits organismes présents dans l'eau" ...(0:20:53.9)
E2: ouais j'pense que le coquillage (montre l'image de cet organisme en bas de l'item)ça sert de... (0:20:55.0)
E1: ...Donc ici aussi (montre le 3ème bassin)(0:20:55.5)
E2: ...nettoyage aussi ouais (montre le 3ème bassin)j'sais pas c'que t'en penses (0:20:58.1)
E1: Ouais donc j'mettrais les deux (montre le 3ème bassin)"herbes de marais" et "coquillages" là-dedans (montre le 3ème bassin)(0:21:01.7)
E2: Néréides là "(montre le 1er bassin)et sole commune là "(montre le 2ème bassin) (0:21:03.3)
E1: Néréides là "(montre le 1er bassin)(0:21:04.3)
E1 et E2: et sole commune là "Néréides là (montre le 1er bassin)(0:21:05.5)
E1: Attends pourquoi on met les néréides encore (regarde la définition) pourquoi on mettrait les néréides là "(montre le 1er bassin)(0:21:10.4)
E2: parce qu'ils se nourrissent d'algues microscopiques (0:21:12.3)
E1: Ouais mais il sert à quoi en fait (0:21:12.9)
E2: Ben c'est la nourriture de la sole (0:21:14.5)
E1: Dac (0:21:15.3)(pause)(0:21:17.2) okay d'accord ouais (0:21:18.6)
E2: Donc et le truc le truc c'est c'qu'si tu les fous directement les néréides ils ont pas le temps de les bouffer ils sont bouffés directement (regarde E1)(0:21:23.1) (pause)(0:21:26.9) ou alors tu mets les deux-là "(déplace son stylo du bassin 2 au bassin 1)(0:21:27.9)
E1: Mais attends mais puisque puisque justement (0:21:30.1)
E2: Ouais (0:21:30.8)
E1: (montre la partie au-dessus du bassin 1) les poissons ils rentrent comment (0:21:32.3)
E2: Ben par là "(montre la partie au-dessus du bassin 1) (0:21:33.7)
E1: Par là(montre la partie au-dessus du bassin 1)(0:21:34.2)
E2: hum hum et il est capturé là "(montre le 2ème bassin)(0:21:35.8)
E1: Ils les capturent là "(montre le 2ème bassin) et si y'a des néréides ils vont vont (montre le 1er bassin) (0:21:39.3)
E2: Mais tu sais pas non tu sais pas où il est foutu le poisson on sait juste qu'il est capturé là (montre le 2ème bassin) après peut-être que justement les coquillages sont là "(montre le 2ème bassin) les herbes sont là "(montre le 3ème bassin) les néréides et les soles sont là "(montre le 1er bassin et regarde St1)(0:21:47.7)
E1: Um (0:21:48.3)

E2: P't'être que t'as les néréides et les soles dans le même bassin et après les soles passent là (montre le passage du bassin 1 au bassin 2) (0:21:51.8)
E1: Ouais mais (montre le 2ème bassin)(0:21:52.7)
E2: Et ils sont capturés là (montre le 2ème bassin) (0:21:53.2)
E1: Ouais (0:21:53.8)
E1: La question c'est quoi (inaudible) "[...] dans le bon bassin pour garantir que la sole est nourrie et que l'eau est salée et rej'..."(0:22:05.4)
E2: J'pense que en fait (0:22:06.6)
E1: Mais puisqu'il y a un filtre les soles elles peuvent (montre le passage entre le bassin 1 et le bassin 2)ça se trouve qu'elles peuvent pas (0:22:09.0)
E2: (regarde la légende inscrite sous le schéma) le filtre ça laisse passer que l'algue microscopique (0:22:10.9)
E1: Ah bon (0:22:12.8)(pause)(0:22:14.7) ben puisque c'est comme ça (0:22:15.9)
E2: Non mais j'veux dire euh hum (0:22:18.1)
E1: Attends où est-ce que ça dit où est-ce qu'attends (regarde la légende inscrite sous le schéma)
(0:22:23.1)
E2: Um um (0:22:23.9)
E1: Ben du coup ça veut dire que si si y'a seulement les les algues microscopiques qui passent par là "(montre le passage du 1er au 2ème bassin) (0:22:29.7)
E2: P't'être que l'néréide passe (0:22:30.8)
E1: Les néréides ça sert à rien qu'on les mette là "(montre le 1er bassin) on les met directement là (montre le 2ème bassin) (0:22:33.8)
E2: Si les néréides passent parce que si tu les mets directement là "(montre le 2ème bassin) ils peuvent pas se nourrir (montre l'image des algues microscopiques dans le 1er bassin) (0:22:35.9)
E1: Oui mais tu les mets directement (déplace son index du bassin 1 au bassin 2)(0:22:37.9)
E2: Ah mais non si parce que les algues passent (montre le passage du bassin 1 au bassin 2)(0:22:38.1)
E1: Tu les mets directement là (montre le 2ème bassin) et les algues passent (montre le passage du bassin 1 au bassin 2)... (0:22:39.8)
E2: Parce que les algues passent (montre le passage du bassin 1 au bassin 2)(0:22:40.5)
E1: ...et les soles elles sont déjà là "(montre le 2ème bassin)(0:22:41.2)
E2: Hum hum (0:22:41.6)
E1: Et puis les coquillages et herbes de marais qui sont déjà là "(montre le 3ème bassin) (0:22:45.3)
E2: Donc on fait ça (0:22:46.7)
E1: On fait ça ouais (0:22:47.1)
E2: Donc néréides et soles (montre le 2ème bassin)(0:22:49.1)
E1: Ouais (0:22:50.1)
E2: (écriture des réponses dans le 2ème bassin) sole (0:22:59.3)
E1: (tire la langue au boîtier d'enregistrement audio) oh (0:23:00.2)
E2: (continue d'écrire les réponses dans le bassin 2) tu t'amuses bien (0:23:03.2)
E1: On s'en fout du cadre (0:23:07.3)
E2: c'est pas grave donc coquillages et herbes des marais (écriture des réponses dans le bassin 3) c'est d'la bio plutôt ça okay
(0:23:23.1)

Binôme 2

(0:18:24.3)
E3: Oula "Lisez l'introduction […]"(0:18:29.6)

E4: C'est où la question pour ça (tourne la page sur l'item suivant) oula enh c'est tout ça hein (0:18:33.9)
E3: Mais non c'est pas ça la question (0:18:35.2)
E4: Si (0:18:35.4)
E3: Mais non c'est pas ça la question, non là c'est juste ils t'expliquent et les questions elle est là "(tourne la page sur l'item "lait") (0:18:41.0)
E4: Non c'est pas la même question (0:18:42.1)
E3: Attends non c'est ça la question (montre la question 2 de ferme aquatique durable) non et ça (montre la question 1 de ferme aquatique durable) il faut que t'entoure un truc comme ça (0:18:47.5)
E4: Oh shit (revient sur l'introduction de ferme aquatique durable) (0:18:47.9)
E3: Alors "ferme aquatique durable"(rire puis montre le dessin du poisson)(0:18:51.4)
E4: (rire) inaudible (0:18:53.1)
E3 et E4: (lecture de l'introduction)(0:19:08.7)
E4: (chuchote) de façon durable (souligne l'information dans le texte) (0:19:11.4)
E3: (souligne une autre information dans le texte) (0:19:15.1)
E4: (souligne une autre information)(0:19:16.8)
E3: les défis (souligne l'information)(0:19:18.1)
E3: grandes quantités (souligne l'information) (0:19:22.3)
E4: Okay absorbe produire (0:19:27.0)
E3: (en chuchotant) les déchets rejetés par les poissons...(0:19:29.5)
E4: accumulation (0:19:30.6)
E3: ...peuvent s'accumuler dans la ferme jusqu'à des niveaux qui sont dangereux dangereux (souligne ce mot) on va dire accumulation... (0:19:34.7)
E4: accumulation on l'a déjà (0:19:35.5)
E3: ...dangereuse pour les poissons pour les poissons (souligne ce mot) un courant constant d'eau de l'océan traverse la ferme aquatique durable okay donc on peut dire qui a un courant d'eau (souligne l'information)(0:19:43.9)
E4: Il faut qu'il y ait un courant d'eau (0:19:45.0)
E3: parce qu'ils ont besoin de ces ces ressources de l'eau de l'océan tu peux pas juste mettre de l'eau basique (0:19:49.2)
E4: Okay les déchets (0:19:50.5)
E3: et l'excès de nutriments donc la nourriture dont les algues et les plantes ont besoin pour leur croissance dans l'océan sont éliminées de l'eau avant qu'elles ne retournent donc (0:19:58.4)
E4: Okay ça c'est bon (0:19:59.4)
E3: ça veut dire que là "(montre une phrase de l'introduction) il va y avoir des déchets et ils sont éliminés de l'eau (mouvement avec la main droite comme pour prendre quelque chose en le ramenant vers soi) avant qu'elle ne retourne dans l'océan (montre une information dans le texte)(0:20:04.7)
E4: et donc avant qu'elle puisse nourrir euh les algues et les plantes (0:20:08.0)
E3: Voilà (0:20:08.6)
E4: Okay (tourne la page sur l'item suivant)(0:20:09.7)
E3: Alors "utilisez les informations fournies ci-dessous. Utilisez le fonctionnement du glissez-déposez" c'est quoi ce fonctionnement attend (lecture de la question)"Les chercheurs doivent décider dans quel bassin placer chaque organisme. Placez chaque organisme ci-dessous dans le bon bassin"(relève la tête) comment on fait ça (0:20:24.3)
E4: Attends c'est quoi la question en fait (0:20:26.3)
E3: Non mais à mon avis c'est un truc d'ordi il faut y mettre dedans (montre l'organisme avec son doigt et déplace son doigt vers le schéma des bassins) (0:20:28.2)
E4: Oui oui (0:20:28.7)
E3: Nous on va juste écrire le truc dessus (montre un des bassins sur le schéma)(0:20:30.2)

E4: Oui oui (0:20:30.2)
E3: Et puis on lui demandera (0:20:31.2)
E4: Si c'est ça c'est ça (0:20:34.2)
E3: Mais on voit rien là, au bout d'un moment on verra plus donc (lecture du texte) "Le schéma montre le plan d'une ferme aquatique expérimentale avec trois grands bassins. De [eau salée filtrée est pompée dans océan] d'accord (continue la lecture dans sa tête) (puis en chuchotant) sole commune (lecture de la description) okay (0:21:00.2)
E4: Okay (0:21:01.2)
E3: Donc les soles on a dit que les soles (relecture du paragraphe introductif en haut de l'item) et d'élever les soles ouais on note sinon (0:21:07.3)
E3: "sont capturées selon des méthodes de pêche durable"(dernière phrase du paragraphe en haut de l'item) okay "les organismes suivants sont également utilisés dans cette ferme les algues microscopiques organismes microscopiques qui ont besoin uniquement (accentuation verbale) de lumière et de nutriments pour se développer (0:21:22.3)
E4: Okay attends "ont besoin" "et de lumière et nutriments"(regarde le 1er bassin du schéma) (0:21:26.1)
E3: Donc algues (souligne) elles ont besoin de lumière (souligne) (0:21:27.7)
E4: Okay donc ça veut dire que ça peut pas être quelque part où il n'y a pas de lumière (0:21:30.6)
E3: Alors ici (regarde les informations en haut à gauche du schéma)"l'eau est rejetée dans l'océan" okay (regarde les informations en bas du schéma) "l'eau est nettoyée dans ce bassin" "les poissons sont capturés dans ce bassin" et ici (regarde les informations en haut à droite du schéma)"l'eau de l'océan entre" "des nutriments sont ajoutés dans ce bassin"(0:21:40.7)
E4: Attends mais là c'est écrit qu'ils (en montrant la description des algues microscopiques) ont besoin de se développer (accentuation verbale)(0:21:42.4)
E3: Ils sont déjà là "(montre une zone du schéma) regarde ils sont déjà là "(rire et regarde E4) celui-là tu l'as déjà fait là "(montre la description des algues microscopiques)(0:21:49.1)
E4: Ouais non mais en fait j'comprenais pas la question (0:21:51.8)
E3: Néréides (lecture de la description)"invertébrés qui se développent très rapidement en se nourrissant d'algues" donc il est là(montre le bassin en haut à droite où sont déjà placées les algues) vas-y mets-le là ça s'écrit comme ça (0:21:59.2)
E4: "Néréides" okay (écriture de l'organisme dans le bassin en haut à droite)(0:22:02.2)
E3: Okay okay lui c'est bon "les coquillages"(lecture de la description)"organismes qui se nourrissent d'algues microscopiques et d'autres petits organismes..."(0:22:08.8)
E4: Humm (0:22:09.1)
E3:" ...présents dans l'eau" mais si ça se trouve les coquillages ils se nourrissent de néréides (0:22:11.4)
E4: Mais ici c'est écrit (montre la description de la sole commune)"sa nourriture préférée est la néréide"(0:22:15.5)
E3: Oui mais regarde la néréide après (montre le bassin en-dessous des algues microscopiques)(0:22:16.7)
E4: Le poisson pour quel poisson (0:22:17.9)
E3: Pour la sole commune (montre vers la description de l'organisme)(0:22:20.0)
E4: Ah c'est un poisson ça (0:22:22.3)
E3: Ben oui (0:22:22.9)
E4: Okay sa nourriture préférée est la néréide (accentuation verbale)(0:22:25.0)
E3: Attends qu'est-ce qui nous disent (0:22:25.7)
E4: ça voudrait dire qu'il faut (montre le bassin en bas à droite) (0:22:26.4)
E3: Attends tends tends (0:22:27.0)
E4: Mais non mais regarde là "(montre le bassin en bas à droite)
c'est logique que ça soit là (0:22:28.8)
E3: Mais la néréide elle va passer là "(du 1er bassin au 2ème bassin)(0:22:29.1)

E4: Oui parfait du coup la sole commune (0:22:31.4)
E3: Mais non parce qu'il y a un filtre (montre le filtre entre les deux 1ers bassins) y'a un filtre (0:22:32.8)
E4: Oui mais la néréide c'est quoi c'est des invertébrés (0:22:36.6)
E3: "invertébrés qui se développent" mais c'est quand même des êtres vivants on va regarder "(relecture de la question à voix haute)"les chercheurs doivent décider dans quel bassin placer chaque organisme. Placez chaque organisme ci-dessous dans le bon bassin pour garantir que la sole commune est nourrie et que l'eau salée est rejetée dans l'océan sans être modifiée Les algues microscopiques ont déjà été placées dans le bon bassin " okay donc ici en fait (montre le bassin en bas à droite) il peut y en avoir deux dans un même truc (0:22:53.3)
E4: Hum ben il faut obligatoirement... (0:22:56.3)
E3: Et c'est quoi le dernier (montre le dernier organisme) (0:22:57.0)
E4:...parce que là y'en a 4 à mettre (montre les organismes sous la question) et y'a que 3 options (montre le schéma)(0:22:58.5)
E3: (regarde rapidement ce que lui montre E4 puis montre la description des coquillages) donc coquillages coquillages " organismes qui se nourrissent d'algues microscopiques et d'autres petits organismes présents dans l'eau" herbes des marais "herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau"(0:23:06.4)
E4: Ben ceux qui absorbent (montre le schéma)(0:23:08.3)
E3: Faut pas le mettre dans "l'eau nettoyée"(montre le bassin à gauche du schéma)"l'eau est nettoyée"(relecture de la description) "elle absorbe les nutriments et les déchets de l'eau"(0:23:13.9)
E4: Ben oui "l'eau est nettoyée"... (montre la légende sous le bassin tout à gauche du schéma)(0:23:15.2)
E3: Voilà donc c'est les herbes (0:23:15.8)
E4: ...par par herbes des marais"(écriture de la réponse dans le bassin à gauche du schéma)(0:23:16.9)
E3: Voilà c'est exactement c'que j'te dis (sourire)(0:23:18.2)
E3: Donc l'herbe des marais elle permet d'avoir de l'eau propre (0:23:22.5)
E4: À mon avis là c'est les là c'est les néréides (montre le bassin en haut à droite) et ceux qui mangent (mouvement du 2ème au 1er bassin avec son stylo)(0:23:27.1)
E3: Les coquillages (montre la description) les coquillages (0:23:28.8)
E4: euh ceux qui mangent les néréides (0:23:29.4)
E3: Les coquillages ils mangent (0:23:29.5)
E4: Okay ben c'est coquillages (0:23:30.6)
E3: En fait les coquillages ils se nourrissent des algues et d'autres petits organismes et donc ces autres petits organismes (0:23:36.4)
E4: (en même temps d'écrire la réponse "coquillages" dans le bassin en bas à droite du schéma, lecture de la légende sous le même bassin) "les poissons sont capturés dans ce bassin" et coquillages c'est des poissons non (regarde E3)(0:23:39.2)
E3: Euh (0:23:39.9)
E4: Ben les les néréides et les algues c'est pas (0:23:42.4)
E3: Mais non les soles communes il faut bien les mettre (0:23:43.2)
E4: Ah (0:23:44.0)
E3: Donc non j'pense qu'ici (montre le bassin en bas à droite du schéma) c'est "les poissons sont capturés" les soles communes elles sont là (0:23:47.9)
E4: donc les soles communes c'est là (0:23:48.5)
E3: Oui attends efface efface efface (0:23:50.5)
E4: Oui mais t'inquiètes (0:23:51.3)
E3: À mon avis les coquillages ils sont là-dedans (montre le 1er bassin) parce que les coquillages ils mangent des algues microscopiques (montre la description)(0:23:55.4)
E4: (regarde à son tour la description) Oui voilà c'est c'que je te demandais (0:23:56.2)

E3: Et les néréides (0:23:56.4)
E4: Okay okay (0:23:57.3)
E3: Et les poissons ils disent que les poissons et la néréide (regarde la description de la sole commune) mais la néréide à mon avis (montre le schéma) elle va passer dans l'autre bassin (0:24:04.7)
E4: Oui et c'est et eux ils mangent la néréide (0:24:08.1)
E3: De toute manière les poissons ils sont capturés là "(montre le 2ème bassin) c'est les seuls poissons qui sont possibles (0:24:11.4)
E4: Ouais (0:24:11.8)
E3: Donc c'est forcément là (0:24:12.6)
E4: C'est sûr que c'est là j'aime bien la sole (0:24:14.6)
E3: La sole (prononciation différente et sourire)(0:24:16.6)
E4: La sole (prononciation avec le son "o") (0:24:17.3)
E3: Sole (prononciation différente)(0:24:18.1)
E4: Sole (prononce de la même manière que E3) inaudible (0:24:20.7)
E4: Okay (0:24:21.6)
E3 (soufflement et passe à l'item suivant) (0:24:22.6)
E3: Alors c'est le même truc d'accord attends mais attends tends tends (retourne le livret sur l'item précédent) on a pas lu ça (montre la légende sur les filtres)"filtres qui permetttent uniquement aux algues microscopiques de traverser"(0:24:30.3)
E4: Mais tu sais qu'c'est écrit exactement la même chose là "(tourne la page sur l'item suivant)(0:24:31.7)
E3: Oui mais attends attends (0:24:32.3)
E4: C'est écrit là (montre l'information sur le 2ème item)(0:24:32.9)
E3: (retourne la page sur l'item précédent) Oui mais attends je sais je sais mais il faut qu'on regarde par rapport à c'qu'on a mis là ""qui permettent uniquement aux algues microscopiques de traverser les bassins en suivant le courant d'eau" donc les néréides (montre le 1er bassin) ils pourront pas là "(montre le 2ème bassin)(0:24:42.7)
E4: (lecture de la légende sur les filtres dans sa tête)(0:24:46.5)
E3: Donc c'est pas possible (0:24:47.8)
E4: Okay donc y'aura pas deux (montre le 1er bassin)(0:24:51.8)
E3: Mais c'est pas possible que la sole commune elle soit là "(montre le 1er bassin)(0:24:54.7)
E4: Non ça peut pas être (0:24:55.1)
E3: C'est pas possible et la sole commune sa nourriture préférée est la néréide mais si ça se trouve elle mange aussi des algues microscopiques (0:24:59.9)
E4: Mais oui mais ça c'est pas ça c'est pas attends (0:25:01.6)
E3: Mais non non non on avait raison pour coquillages il est là "(montre le 2ème bassin) parce que le coquillage il se nourrit des algues microscopiques okay du coup si les algues microscopiques elles passent là-dedans (montre le passage du 1er au 2ème bassin)(0:25:13.0)
E4: Non elles passent pas (montre la légende sur les filtres) (0:25:14.0)
E3: Si (0:25:14.6)
E4: Ah uniquement (0:25:15.5)
E3: Uniquement aux algues microscopiques de passer donc si les algues elles passent là "(montre le 2ème bassin) le coquillage il se nourrit et la néréide il dit quoi (regarde la description) mais les néréides on le met là aussi (montre le 2ème bassin) regarde (montre la description)"invertébrés qui se développent très rapidement"(0:25:27.0)
E4: Non parce qui parce qui se nourrit... (0:25:28.0)
E3 et E4: ...d'algues microscopiques (0:25:29.2)
E3: Et les algues elles passent à travers le filtre (montre d'un geste sur le schéma)(0:25:30.9)
E4: Ah oui j'pense tout le temps qu'c'est qu'elles passent pas (0:25:32.8)

E3: Donc si elles passent la sole donc la néréide elle mange les algues la sole commune elle mange les néréides et le coquillage il peut aussi manger la néréide (0:25:40.5)
E4: Okay donc là y'a coquillages et là y'a néréides (montre le 2ème bassin) c'est ça (0:25:44.5)
E3: mais c'est bizarre parce que les poissons sont capturés dans ce bassin (montre le 2ème bassin) (0:25:47.4)
E4: Ben ça peut être les 3 alors (0:25:50.9)
E3: Ben oui (0:25:52.4)
E4: Néréide sole commune et euh (0:25:55.8)
E3: Parce que lui il se développe okay (en parlant des néréides) donc ils mangent les algues microscopiques qui passent et les coquillages on dit qu'il se nourrit d'algues microscopiques (0:26:03.2)
E4: Attends attends ouais on va relire la question que c'est pas écrit qui doive chacun être dans (montre les 3 bassins du schéma) (0:26:04.9)
E3: Non "dans le bon bassin pour garantir que la sole commune est nourrie et que l'eau est rejetée dans l'océan sans être modifiée" (0:26:10.6)
E4: Efface le nom des organismes écrit dans le bassin 1(0:26:11.8)
E3: Donc vu que là on va regarder une dernière fois algues microscopiques elles peuvent traverser les bassins en suivant les courant de l'eau à travers les filtres okay elles passent là-dedans (montre le passage du 1er au 2ème bassin)(0:26:21.8)
E4: Okay la sole commune (0:26:23.2)
E3: Les néréides ils mangent les algues microscopiques (0:26:24.7)
E4: Et la sole commune mangent les néréides (0:26:26.8)
E3: Okay ensuite (0:26:27.5)
E4: Donc faut que ça soit (0:26:27.9)
E3: Okay et le coquillage il mange aussi les algues microscopiques qui passent (0:26:31.4)
E4: Okay (0:26:32.0)
E3: Ils mangent aussi les petits organismes comme la néréide et donc du coup la sole commune elle peut se nourrir et après là (0:26:37.1)
E4: Et euh après (0:26:37.9)
E3: Là imaginons qui a les algues qui passent là "(montre le passage du bassin 2 au bassin 3) l'herbe des marais elle absorbe les nutriments et voilà "(mouvement de balancier d'avant en arrière avec les deux mains)(0:26:43.0)
E3: On a bien fait de lire là hein (regarde E4 et lui montre la légende sur les filtres) (0:26:45.8)
E3 et E4: Passage à la question suivante
(0:26:47.9)

SESC Favorisé et Niveau scolaire en sciences moyen

Binôme 3

(0:13:39.8)
E5: Alors la ferme aquatique durable (petit rire) regarde-moi ce poisson (montre l'illustration de la sole commune dans l'introduction générale) (0:13:43.5)
E6: Qu'est-ce que c'est qu'ce poisson, il a l'air triste, je sais pas si c'est un sourire (montre l'illustration de la sole commune) ou si c'est autre chose, ça, ça fait peur on dirait une nageoire, on dirait une nageoire(0:13:50.0)
E5: Hum (0:13:50.3)
E5 et E6: (lecture de l'introduction générale)(0:13:57.7)
E6: On voit qu'c'était pas le papier à la base hein (sourire)(0:14:00.7)
E5: Ouais (0:14:01.2)
E5 et E6: (lecture de l'introduction générale)(0:14:23.8)
E5: Okay, c'est bon (regarde E6)(0:14:24.8)

E6: Hum hum (0:14:25.5)
E5: (tourne la page sur l'item) oh punaise (en voyant l'item) attends quoi (0:14:28.6)
E6: Ouais (0:14:28.9)
E5: C'est le même truc ouais (0:14:29.8)
E6: Oui oui (0:14:30.2)
E5: Huum la joie (0:14:32.2)
E6: (grimace avec la bouche) hum hum hum ouais (0:14:34.4)
E5: Pff c'est tellement grand, j'ai la flemme de le lire presque (0:14:37.7)
E6: (petit rire) T'es, t'es sous écoute (0:14:40.5)
E5: Oui (regarde le boîtier d'enregistrement) oui (0:14:41.8)
E6: (petit rire) (0:14:42.6)
E5: Mais c'est quand on a des énoncés (montre les deux items de ferme aquatique durable) qui durent 3 plombes ça donne pas envie d'les faire (0:14:46.3)
E6: (grand sourire) (0:14:47.3)
E5 et E6: (lecture du texte)(0:15:15.3)
E5: (petit rire) (0:15:16.7)
E6: Ouh (0:15:18.2)
E5 et E6: (lecture du texte) (0:15:24.5)
E5: Hum, bon, c'est bon (regarde E6)(0:15:27.1)
E6: Ah d'accord, dans quel bassin placer chaque organisme. Placez mais comment on est censé faire ça là j'pense on va juste devoir écrire les trucs dans le (0:15:40.6)
E5: Ben oui, attends donc (0:15:44.1)
R3: N'hésitez pas à parler normalement hein vous inquiétez pas vous gênerez pas les autres (0:15:47.2)
E5: Oui (0:15:47.7)
R3: D'accord (0:15:48.0)
E5: D'accord (0:15:48.5)
R3: Parce que sinon j'vous entendrais pas (0:15:49.4)
E6: (petit rire) (0:15:50.2)
E5: Oups bon alors donc la sole commune (montre le choix de réponse correspondant à ce poisson) c'est des poissons de cet élevage. Sa nourriture préférée est le néréide (lecture de la définition à gauche de l'item)(0:15:56.3)
E6: Moi j'le mettrais (montre le schéma)(0:15:57.0)
E5: Attends, tends tends tends, laisse-moi réfléchir c'est où attends le néréide, sole commune, néréide, sole commune (montre le choix de réponse correspondant à ce poisson) coquillages (montre le choix de réponse correspondant aux coquillages) herbes de marais (montre le choix de réponse correspondant aux herbes de marais) (0:16:06.6)
E6: Ah ou mais moi je crois que c'est bon (0:16:09.2)
E5 et E6: (relecture du texte) (0:16:14.7)
E6: Herbes des marais (montre le 3ème bassin tout à gauche du schéma avec son doigt en insistant)(0:16:17.7)
St5: Oui herbes des marais c'est là ouais (va pour écrire la réponse) (0:16:19.5)
St5: Attends l'eau est nettoyée dans ce bassin (0:16:23.9)
St6: Ben oui c'est parce qu'elle est nettoyée ben du coup genre tout c'qui est déchets et euh nutriments en fait ils l'absorbent donc du coup ça reste (0:16:28.5)
E5: Oui ça reste, oui ça reste-là en bas ouais (écriture de la réponse "herbes des marais" dans le 3ème bassin tout à gauche) voilà j'écris pas droit mais bon c'est pas grave ensuite donc t'as dit les néréides (0:16:44.3)
E6: Euh (0:16:45.0)
E5: C'est là "(montre le 1er bassin à droite du schéma) (0:16:45.6)
E6: Dans le 1er ouais parce que (0:16:46.9)

E5: Dans le 1er ouais (écriture de la réponse "néréides" dans le 1er bassin à gauche de l'item) et les soles communes c'est en bas donc (montre le 2ème bassin à gauche du schéma) non (montre finalement le 1er bassin à gauche du schéma)(0:16:55.1)
E6: ça c'est la sole non la sole commune c'est là ""les poissons sont capturés dans ce bassin"(montre le 2ème bassin à gauche du schéma) c'est marqué (0:16:59.2)
E5: Hum (regarde à l'endroit des définitions et écriture de la réponse "sole commune" dans le 2ème bassin) (0:17:06.2)
E6: Puis surtout faut faut laisser l'temps aux aux trucs de s'développer donc euh ce serait bête de les mettre direct dans le 1er bassin (0:17:12.2)
E5: Ben les coquillages aussi c'est là "(montre le 1er bassin) (0:17:12.9)
E6: Ouais (0:17:13.7)
E5: Parce que ça s'nourrit d'algues microscopiques (0:17:16.1)
E6: Ouais (0:17:16.5)
E5: Okay (écriture de la réponse "coquillages" dans le 1er bassin) hum j'ai pas la place bon (0:17:22.2)
E6: Voili voilou
(0:17:23.5)

SESC Favorisé et Niveau scolaire en sciences bas

Binôme 7

(0:15:16.2)
E17: (soufflement en tournant la page de l'introduction générale)(0:15:19.9)
E16: C'est quoi ça (0:15:20.8)
E17: (tourne la page de l'item 2 de "ferme aquatique durable" pour revenir sur l'item) en fait tout ça c'est un (0:15:25.0)
E16: C'est un document (0:15:26.2)
E17: C'est un exercice (0:15:27.5)
E17: (lecture de la consigne)"lisez l'introduction et passez à la page suivant" (0:15:30.4)
E16 et E17: (commence à lire l'introduction générale)(0:15:32.6)
E17: Ah ça c'est cool (0:15:33.8)
E16 et E17: (continue de lire l'introduction générale)(0:16:06.6)
E16: (continue de lire l'introduction générale)(0:16:10.3)
E17: C'est bon (0:16:10.7)
E16: Hum hum (0:16:11.5)
E17: (tourne la page de l'introduction générale sur l'item 1 de "ferme aquatique durable") okay (0:16:13.6)
E16 et E17: (lecture du texte)(0:16:57.2)
E17: (inaudible) (0:16:58.4)
E16 et E17: (continue la lecture du texte)(0:17:16.3)
E17: (lecture de la question) okay (0:17:21.2)
E16: (pousse légèrement la feuille)(0:17:21.4)
E17: Non mais c'est pas ça (montre l'item 2 de "ferme aquatique durable") faut qu'on fasse ça en 1er (montre l'item 1 de "ferme aquatique durable")(0:17:23.8)
E16: (inaudible) (0:17:24.8)
E17: En gros là euh on doit transférez...(0:17:27.9)
E16: Ah okay j'avais pas lu toute la question (0:17:29.4)
E17: ...le nom de ça (montre l'image des organismes sous la question) dans les bons bassins (montre le schéma) enfin dans l'bon bassin (0:17:31.7)
E16: Attends (relecture d'une partie du texte)(0:17:45.4)
E16: Okay sole commune coquillages (0:17:51.4)

E17: Okay attends "les poissons sont capturés dans ce bassin"(lecture de la légende sous le bassin 2 et montre le bassin 2)(0:17:55.6)
E16: Hum hum (0:17:56.3)
E17: Donc "l'eau est nettoyée dans ce bassin"(lecture de la légende sous le bassin 3 et montre le bassin 3)(0:18:02.3)
E16: Ouais et elle sort aussi (montre la sortie de l'eau en haut du 3ème bassin) (0:18:03.3)
E17: Et elle sort de là(montre la sortie de l'eau en haut du 3ème bassin) du coup en gros les poissons ils restent toujours là (montre le bassin 2) (0:18:07.1)
E16: Ouais parce qui y'a un filtre ils peuvent pas sortir à part les algues (0:18:10.5)
E17: Donc ben là "(montre le bassin 2) c'est la (0:18:11.8)(pause)(0:18:16.4) c'est euh (0:18:17.5)
E16: Attends en gros ça ça mange quoi (0:18:22.3)
E17: Attends (relecture du texte au-dessus des définitions des organismes) "de l'eau salée [...] dans l'océan avant de passer de bassin en bassin puis finalement être rejetée [...] des soles communes qui seront capturées selon des méthodes de pêche durable" okay (0:18:31.6)
E16: ça (montre un organisme) et attends il a besoin d'algues pour se développer (0:18:39.4)
E17: De néréides il a besoin aussi (lecture de la définition de sole commune) "sa nourriture préférée est le néréide" (0:18:47.0)
E16: "organisme qui se nourrissent…algues..."(0:18:51.8)
E17: Attends euh (retourne la page de l'item sur l'introduction générale) regarde bla bla bla (lecture d'informations dans le texte de l'introduction générale) elles"ont besoin de grande quantité de nourriture"(continue de relire) okay (retourne la page de l'introduction générale sur l'item 1 de "ferme aquatique durable") d'accord j'ai compris (0:19:12.0)
E17: Donc euh là "(montre le bassin 2) on peut mettre on peut mettre des des algues microscopiques parce qu'elles peuvent traverser les filtres(0:19:24.8)
E16: Mais (montre la question et inaudible) y'a pas d'algues (0:19:26.3)
E17: Ah (rire)(0:19:27.9)
E16: (rire)(0:19:29.6)
E17: (rire et se tape la main gauche sur le front) ah herbes des marais okay (0:19:34.5)
E16: Okay et les déchets ben oui là "(montre le bassin 2) tu mets les herbes de marais parce que là l'eau (0:19:40.3)
E17: Non l'eau elle est nettoyée ici (montre le 3ème bassin)(0:19:42.9)
E16: Ben tu les mets ici (montre le bassin 3) les herbes de marais parce que comme ça ça va absorber (0:19:45.8)
E17: (écriture de la réponse "herbes de marais" dans le bassin 3) des marais sachant que mais non attends tends tends(0:19:58.3)
E16: C'est les (0:19:59.0)
E17: Non c'est plutôt ici (montre le bassin 2) parce que les poissons ils ont besoin d'eau euh (0:20:02.7)
E16: De quoi ils ont besoin de quoi (0:20:05.2)
E16: Les poissons eux ça ça mange ça et eux deux ils mangent des euh des algues (montre les algues dans le bassin 1)(0:20:14.0)
E16: Donc comme les algues de n'importe quelle manière elles passent (0:20:24.9)
E17: Oui t'façon les algues ouais (0:20:27.5)
E16: Donc euh il suffit d'mettre ces deux-là ensemble parce que lui il a besoin de lui et lui tu l'mets quelque part d'autre (0:20:35.3)
E17: Sole commune j'vais l'mettre ici alors (montre le bassin 2)(0:20:37.0)
E16: Hum hum et tu l'mets avec le néréide (0:20:41.3)
E17: (écriture de la réponse "sole commune" dans le bassin 2)(0:20:43.3)
E16: Et le coquillage il s'nourrit (0:20:45.5)
E17: Attends néréides (0:20:47.0)
E16: Et sole commune (0:20:50.3)

E17: (écriture de la réponse "néréides" dans le bassin 2)(0:20:56.3)
E16: Parce que ça ça la sole commune elle s'nourrit de néréides et la néréide se (0:21:00.8)
E17: nourrit d'algues microscopiques (0:21:02.3)
E16: d'algues et ça peut passer (0:21:03.2)
E17: ouais (0:21:03.7)
E16: et les coquillages tu peux mettre là (montre le bassin 1) parce qu'il a juste besoin d'algues et de (0:21:07.1)
E17: d'autres petits organismes (0:21:08.7)
E16: et d'autres petits organismes qui a déjà dans l'eau des océans (0:21:12.0)
E17: (écriture de la réponse "coquillages dans le bassin 1)(0:21:17.1)
E16: J'ai mal aux yeux ouh (0:21:21.2)
E17: (soufflement)
(0:21:22.2)

Binôme 12

(0:21:20.2)
E26: Ferme aquatique durable (0:21:25.4)
E26 et E27: (lecture de l'introduction générale) (0:22:16.7)
E26: Do you understand (0:22:18.6)
E27: Ouais à peu près j'en ai mal aux yeux (0:22:23.6)
E26: (tourne la page sur l'item) olala (petit rire)(0:22:27.9)
E27: (fronce les sourcils) (0:22:31.1)
E26: What (petit rire) (0:22:32.7)
E27: (inaudible) (0:22:35.1)
E26 et E27: (commence à lire le texte)(0:22:38.0)
E26: (commence à lire le texte à voix haute)"Le schéma montre le plan d'une ferme aquatique..."(0:22:40.3)
E26 et E27: (continue à lire le texte)(0:23:12.7)
E26: What the fuck (petit rire)(0:23:15.0)
E27: (écarquille les yeux) comme tu dis (0:23:19.0)
E26 et E27: (continue à lire le texte) (0:23:27.5)
E26: Alors (0:23:28.6)(pause)(0:23:32.0) j'ai compris okay en gros en gros pour que le sole commun commune commun se nourrisse et en il mange les néréides (regarde E27) du coup il faut alimenter les néreides et ils se nourrissent de (regarde la définition de cet organisme) d'algues microscopiques donc eux faut qu'ils soient là "(montre le bassin 1) pour qu'ils puissent se nourrir d'algues microscopiques après ils vont ici (montre le bassin 2) ils s'font bouffer (0:24:07.5)
E27: Non ils s'font capturer (0:24:09.5)
E26: Non ils s'font manger par les soles (0:24:11.4)
E27: Ah mais les néréides (regarde E26) (0:24:12.7)
E26: Hum et les soles qui sont là "(montre le bassin 2) après elles euh (0:24:16.9)
E27: Elles mangent (0:24:18.2)
E26: Ben elles mangent et après elles font caca enfin voilà quoi elles ont des déchets qui passent par là (montre le passage du bassin 2 au bassin 3) et là "(montre le bassin 3) les herbes des marais c'est marqué "(montre la définition) "herbes qui absorbent les nutriments ou les déchets de l'eau" donc c'est les déchets et les coquillages (regarde la définition) et ben (petit rire)(0:24:37.7)
E27: Ils décorent (0:24:38.8)
E26: Exactement les coquillages ils sont là pour que tu les ramasses sur la plage (0:24:44.5)
E27: Ah non c'est nul de faire ça (0:24:46.5)
E26: Du coup (0:24:47.2)

E27: Mais non (lecture de la définition) "organismes qui se nourrissent d'algues microscopiques..."(0:24:50.2)
E26: Et qui(0:24:51.9)
E27: "...et d'autres petits organismes" c'est qu'ils se nourrissent aussi avec les soles non (regarde E26)(0:24:56.8)
E26: Oui donc les coquillages soit on les met là "(montre le bassin 3) soit on les met ici (montre le bassin 1) (montre les deux bassins en alternance)(0:25:02.7)
E27: Moi j'pense qu'on les mettra plus à la sortie (montre la bassin 3)(0:25:04.2)
E26: On les met à la sortie (0:25:06.1)
E27: Ouais (0:25:06.7)
E26: Ouais on fait ça on fait comme ça (0:25:09.1)
E27: Faut les marquer t'es sûr (0:25:10.4)
E26: Ouais c'est marqué "(lecture de la consigne) euh "Utilisez les informations... Transférez le nom de chaque organisme dans le bassin correspondant" donc sole commun(écriture de la réponse "sole commune" dans le bassin 2)(0:25:21.7)
E27: Bien joué (0:25:23.1)
E26: Tu t'ennuies beaucoup trop fort en fait (0:25:25.3)
E26: Les néréides (écriture de la réponse "néréides" dans le bassin 1) (0:25:31.6)
E27: Vraiment du talent (0:25:33.4)
E26: Ouah (écriture de la réponse "herbes des marais" et "coquillages" dans le bassin 3) et voilà (0:25:56.9)
E27: Lève le pouce gauche
(0:25:58.9)

SESC Défavorisé et Niveau scolaire en sciences haut

Binôme 6

1ère partie de réponse

(0:18:50.1)
E14: (lecture de l'introduction générale) "L'augmentation de la demande en poissons et fruits de mer pèse de plus en plus lourd sur les populations de poissons vivant à l'état sauvage Pour réduire ce problème des chercheurs étudient des moyens d'élever les poissons de façon durable dans des fermes aquatiques. La création d'une ferme aquatique durable pose deux défis (1) nourrir les poissons d'élevage et (2) maintenir la qualité de l'eau. Les poissons d'élevage ont besoin de grandes quantités de nourriture. Une ferme aquatique durable produit la nourriture nécessaire à ses poissons. Les déchets rejetés par les poissons peuvent s'accumuler dans la ferme jusqu'à des niveaux qui sont dangereux pour les poissons. Un courant constant d'eau de l'océan traverse la ferme aquatique durable. Les déchets et l'excès de nutriments (la nourriture dont les algues et les plantes ont besoin pour leur croissance) sont éliminés de l'eau avant qu'elle ne retourne dans l'océan. "(0:19:46.8)
E15: Donc en gros il y a eu une forte demande de poissons de fruits de mer (montre les informations dans le texte) et on veut réduire ce problème y'a deux moyen enfin non (0:19:56.5)
E14: Y'a deux défis (0:19:57.6)
E15: Ah non y'a un moyen un moyen c'est l'élevage de poissons (0:20:01.0)
E14: durable (0:20:01.4)
E15: Sauf qu'il y a deux problèmes il faut nourrir les poissons et maintenir la qualité de l'eau (relecture d'une partie du texte à droite de l'item) "...Les poissons d'élevage ont besoin de grandes quantités de nourriture. Une ferme aquatique durable produit la nourriture nécessaire à ses poissons. Les déchets rejetés par les poissons peuvent s'accumuler dans la ferme jusqu'à des niveaux qui sont dangereux pour les poissons..."(0:20:20.0)

E14: La question de l'eau et la question sur les poissons (0:20:23.4)
E15: Ouais mais j'veux juste bien comprendre (0:20:25.8)
E14: Ouais (0:20:26.2)
E15: (continue la relecture du texte à droite de l'item)"...constant d'eau de l'océan traverse la ferme aquatique durable." attends "Un courant constant d'eau de l'océan..." ah "Les déchets et l'excès de nutriments (la nourriture dont les algues et les plantes ont besoin pour leur croissance) sont éliminés de l'eau avant qu'elle ne retourne dans l'océan. « (tourne la page sur l'item)(0:20:43.8)
E15: Oula (0:20:44.9)
E14: Eh (0:20:45.8)
E15: Ah bon c'est pas grave j'ai peur de l'déchirer mais au pire (replace le livret sur la table) euh (lecture du texte à gauche du schéma) "Le schéma montre le plan d'une ferme aquatique expérimentale avec trois grands bassins. De l'eau salée filtrée est pompée dans océan avant de passer de bassin en bassin puis d'être finalement rejetée dans l'océan. L'objectif principal de cette ferme est d'élever des soles communes qui seront capturées selon des méthodes de pêche durable."(lecture des définitions de chaque organisme) "Sole commune : le poisson de cet élevage. Sa nourriture préférée est le néréide. Les organismes suivants sont également utilisés dans cette ferme. Algues microscopiques : organismes microscopiques qui ont besoin uniquement de lumière et de nutriments pour se développer.
Néréides : invertébrés qui se développent très rapidement en se nourrissant d'algues microscopiques. Coquillages : organismes qui se trouvent d'algues microscopiques et d'autres petits organismes présents dans l'eau. Herbes des marais : herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau" (lecture de la question) "Les chercheurs doivent décider dans quel bassin placer chaque organisme. Transférez le nom de l'organisme ci-dessous dans le bon microscopique non dans le bon bassin pour garantir que la sole commune est nourrie et que l'eau salée est rejetée dans l'océan sans être modifiée. Les algues microscopiques ont déjà été placées dans le bon bassin" okay en fait le poisson il mange les néréides (montre les définitions correspondantes) les néréides mangent les algues microscopiques et les algues microscopiques (0:22:24.6)
E14: Elles ont besoin de lumière (0:22:25.9)
E15: De lum' oui et de nutriments. Les coquillages mangent euh les (0:22:31.2)(recherche l'information dans le texte)(0:22:33.1) les algues microscopiques (0:22:34.3)
E14: Et les petits organismes (0:22:35.8)
E15: Et tous les organismes et les herbes de marais absorbent les nutriments (0:22:39.0)
E14 et E15: Et les déchets de l'eau (0:22:40.7)
E15: Donc on a besoin des herbes de marais pour les coquillages non parce qu'elles mangent les algues (0:22:47.4)
E14: Hum hum (0:22:47.8)
E15: Herbes de marais on en a besoin pour les déchets de l'eau sauf qu'elles doivent pas être dans le même truc que les euh algues microscopiques et les algues microscopiques elles doivent être dans le même truc que les néréides (0:23:02.7)
E14: (inaudible) (0:23:04.9)
E15: Parce que les néréides elles ont besoin des algues mi' de se nourrir d'algues microscopiques comme ça les poissons ils se nourrissent de néréides et les herbes de marais ils mangent tous les déchets de l'eau (0:23:15.8)
E14: Ouais (hoche la tête de haut en bas)(0:23:16.3)
E15: (Regarde le schéma) donc algues microscopiques filtre dans ce bassin (0:23:21.8)(regarde le schéma)(0:23:24.8) mais c'est-à-dire qu'on non attends y'a 3 bassins algues microscopiques donc on doit mettre euh les algues microscopiques avec (0:23:32.8)(regarde les définitions) les... (0:23:35.8)
E14: Ben voilà ils sont déjà là "(montre les algues microscopiques dans le 1er bassin) (0:23:36.8)

E15: ...et néréides (montre l'information dans les définitions) (0:23:37.5)
E15: Ouais les néréides (montre le 1er bassin)(0:23:42.8)
E14: Faut le mettre là "(montre le 1er bassin)(0:23:44.5)
E15: C'est pas là "(montre le 2ème bassin)(0:23:47.2)
E14: Ouais en fait ils (0:23:50.8)
E15: Ouais parce que le poisson aussi il doit être là "(montre le 2ème bassin) (0:23:52.3)
E14: Hum (0:23:52.9)
E15: Algues microscopiques (montre le 1er bassin) (0:23:56.2)
E14 et E15: (regarde le schéma) (0:24:01.1)
E15: "...est ajouté dans ce bassin" donc les algues mangent les trucs (montre l'information "nutriments" en haut à droite du 1er bassin) (0:24:04.8)
E14: Hum (0:24:05.8)
E15: Les nutriments ici (montre le 2ème bassin) (0:24:10.1)
E14: néréides (0:24:10.8)
E14: Les néréides (montre la définition) (0:24:13.9)
E15: Ou plutôt les poissons ici (montre la partie droite du bassin) et les néréides (montre la partie gauche du bassin) les néréides mangent les algues (montre les définitions) (0:24:16.9)
E14: Ah (0:24:17.9)
E15: Attends j'crois que j'ai pas bien compris où est-ce qu'on va les dessiner (montre le schéma) à l'intérieur des trucs (0:24:22.6)
E14: Ouais j'pense (0:24:23.4)
E15: (relecture de la question dans sa tête) (regarde l'item 2 de "ferme aquatique durable") ça c'est la même chose (0:24:36.3)
E14: Non ça après c'est une autre question
(0:24:38.3)

2ème partie de réponse

(0:25:26.1)
E14: Mais du coup là faudra dessiner dessus (regarde E15)(0:25:28.8)
E15: Ouais j'pense on demande (0:25:31.0)
E14: Vas-y
(0:25:32.7)

-Aparté-
E15: Madame euh on a une question s'il vous plaît (0:25:36.4)
E15: Ici (montre le schéma) il faut dessiner euh (0:25:41.4)
R: Non vous me marquez juste le nom en fait euh (montre le schéma)
dans les dans les bassins (0:25:44.9)
E14: D'accord (0:25:45.8)
E15: Ah ah okay et euh il faut (0:25:48.6)
R: Comme en fait c'est marqué ici algues microscopiques (0:25:51.0)
E15: Est-ce qu'après les algues microscopiques (montre l'illustration des algues microscopiques dans le bassin 1) ils vont aussi ici (montre le bassin 2) ou ils restent seulement là-dedans (montre le bassin 1) (0:25:55.8)
R: Ah ça c'est marqué dans le (0:25:57.4)
E15: Ah okay (sourit) (0:25:57.8)
Fin

(0:25:57.8)
E14 et E15: (relecture du texte)(0:26:13.7)

E14: Elles vont rester ici j'pense (montre les algues microscopiques dans le bassin 1)(0:26:15.0)
E15: Ouais j'crois aussi sinon on les mettrait pas (0:26:17.7)
E14: Ouais voilà (0:26:18.4)
E15: Donc algues microscopiques mais donc on a besoin de mettre les (montre le bassin 1) (0:26:23.0)
E14: Quelque chose qui (0:26:25.9)
E15: Elles mangent quoi les algues microscopiques les nutriments ça c'est bon et les néréides doivent manger les algues (0:26:32.2)
E14: Donc faut pas les mettre ensemble (0:26:33.7)
E15: On peut mettre plusieurs trucs dedans (0:26:35.8)
E14: Ouais j'pense (0:26:37.4)
E15: (regarde E14) donc là on a besoin de néréides (écrit néréide dans le bassin 1) attends (relecture des définitions) ah mais non là "(montre le bassin 1) on laisse ça comme ça (0:26:49.8)
E15: On met euh (0:26:52.1)
E14: Ouais après faut pas faut pas les mettre dans le même euh dans le même truc (montre le bassin 1) sinon ça va être mangé donc les néréides ils mangent (regarde les définitions) ouais ils se nourrissent d'algues (0:27:00.3)
E15: Donc on met néréides ici (montre le 1er bassin) et néréides ici (montre le 2ème bassin) (regarde E14) ben non ça sert à rien (0:27:05.3)
E15: Néréides parce que si on met dans l'même truc (montre le 1er bassin) que là les trucs de poisson aussi (0:27:16.2)
E14: Hum ouais donc ces deux-là "(montre le bassin 2)(0:27:20.1)
E15: On les met là "(montre le bassin 2) (0:27:21.1)
E14: Hum hum (0:27:21.3)
E15: Et on rajoute un truc d'algues (montre le bassin 2 et regarde E14) parce que les néréides ils se nourrissent d'algues (0:27:26.2)
E14: Et ben alors on est obligé de le laisser là "(montre le bassin 1) (0:27:30.4)
E15: Déjà herbes de marais on l'met là "(écrit "herbes de marais" dans le bassin 3) parce qu'herbes de marais c'est l'truc final qui (0:27:36.9)
E14: Ouais (0:27:37.7)(regarde la définition) (0:27:39.6) qui absorbe les déchets (0:27:40.9)
E15: Mais pourquoi j'ai tout mis le truc herbes des marais (0:27:50.2)(pause)(0:27:54.8) on passe et on revient après (regarde E14)(0:27:55.9)
E14: Ouais j'pense parce qu'on arrive pas à trouver (0:27:58.5)
E15: Ouais (tourne la page sur l'item suivant)
(0:28:00.3)

3ème partie de réponse

(1:16:15.7)
E15: Oula (1:16:17.9)
E14: Alors déjà ça c'était bon (montre l'élément "herbes des marais "écrit dans le bassin 3 au cours de la 2ème partie de réponse et regarde E15) parce que (1:16:20.2)
E15: Ouais (1:16:20.6)
E14: Ouais (1:16:21.3)
E15: Mais le problème c'est qu'on doit mettre les néréides avec les algues microscopiques sauf que les soles on doit aussi les mettre avec les néréides (1:16:32.3)
E14: Ah ouais en plus si ça passe par là (montre le passage du bassin 1 au bassin 2) ça veut dire qu'il est plus dispo (1:16:37.5)
E15: Ben ouais (1:16:37.8)

E14: Et les les poissons ils ont besoin de s'nourrir d'algues (montre les algues dans le bassin 1) non (1:16:41.8)
E15: Non (1:16:42.1)
E14: Non (1:16:42.9)
E15: Ils ont juste besoin d'néréides (1:16:44.5)
E14: Ben faut dire mettre les poissons et les néréides (1:16:46.8)
E15: Oui mais les néréides pour qu'elles soient qu'elles restent en vie enfin (1:16:50.4)
E14: Mais attends faut y'a maximum enfin on peut mettre au maximum combien de trucs (montre le bassin 1) (1:16:54.7)
E15: Autant qu'on veut j'crois (regarde E14)(1:16:55.9)
E14: Ah ben ça va on met les néréides (montre le bassin 1) (1:16:59.3)
E15: Ben pourquoi y'en a 3 alors (1:17:00.7)
E14: 3 quoi (1:17:02.4)
E15: Ben 3 aquariums si nous on aurait fait ici (1:17:06.1)
E14: Ah ouais ouais ouais (1:17:06.9)
E15: Et là "(montre le bassin 3) ça irait directement euh (1:17:08.8)
E14: Hum (1:17:09.7)
E15: Là t'façon y'a un filtre (montre le filtre entre le bassin 3 et le retour de l'eau vers l'océan)(1:17:13.4)
E14: Là aussi (montre le filtre entre le bassin 1 et le bassin 2)(1:17:14.4)
E15: Et là "(montre le filtre entre l'arrivée de l'eau de l'océan et le bassin 1)(1:17:15.8)
E15: Hein (1:17:19.1)(pause) (1:17:22.6) p't'être qu'faut l'mettre les mettre les coquillages (1:17:24.4)
E14: Ils vont servir à quoi (regarde la définition)(1:17:28.1)
E15: Rien (1:17:29.2)
E14: (lecture de la définition) "...qui se nourrissent d'algues microscopiques et de petits organismes présents dans l'eau" (1:17:32.8) (pause) (1:17:34.9) ouais là ils proposent quoi (montre les éléments sous la question) (1:17:36.6)
E15: Là (1:17:37.4)
E14: Ah ouais des coquillages donc faut les mettre (1:17:38.9)
E14 et E15: (relecture du texte) (1:17:56.7)
E15: P't'être qu'on les met là parce qu'ils absorbent aussi les nutriments du coup ça (1:18:00.7) (pause) (1:18:04.0) d'autres organismes du coup ça les j'sais pas (1:18:07.6)
E14: Pour les les néréides (1:18:09.1)
E15: Ah mais (lecture de la légende sous le bassin 2)"les poissons sont capturés dans ce bassin " donc les poissons ils sont forcément là "(montre le bassin 2) (1:18:16.0)
E14: Ouais (1:18:16.4)
E15: (lecture de la légende sous le bassin 3) "l'eau est nettoyée dans ce bassin" herbes des marais (1:18:21.5)
E14: Et là y'a des nutriments (montre l'information inscrite au-dessus du bassin 1) dedans (1:18:23.1)
E15: Donc poissons déjà c'est forcément ici (montre le bassin 2) (1:18:27.0)
E14: Hum hum (1:18:27.4)
E15: Enfin sole (écrit "sole commune" dans le bassin 2) j'écris sole commune ou juste sole (1:18:37.2)
E14: Ouais sole c'est bon (1:18:40.1)
E15: Ouais c'est écrit sole commune (1:18:41.8)
E14: Ah ben sole commune (1:18:42.6)
E15: Juste sole (1:18:42.8)
E14: Non c'est bon tranquille (1:18:44.5)
E14: Euh ensuite néréides les coquillages (1:18:52.4)

E15: Les soles communes ils sont obligés d'manger les néréides donc on est obligé d'mettre les néréides ici (montre le bassin 2) (1:18:56.2)
E14: Ouais et les coquillages... (1:19:00.7)
E15: (écrit "néréides" dans le bassin 2)(1:19:00.9)
E14: ...ils s'nourrissent d'algues les coquillages (1:19:05.0)
E15: Coquillages d'algues microscop' on les met là "(montre le bassin 1) (1:19:07.0)
E14: (montre le bassin 1) ouais (1:19:07.4)
E15: Et les néréides ils mangent quoi (1:19:09.2)
E14: Les néréides (regarde la définition et recherche l'information) des algues microscopiques (1:19:14.7)
E15: Oui mais donc euh on peut pas mettre d'algues microscopiques ici aussi (montre le bassin 2) (1:19:21.0)
E14: Ben non ça veut dire (montre le bassin 1)(1:19:23.8)
E15: Quoique (1:19:24.6) (pause) on a l'droit d'les mettre deux fois (regarde E14) (1:19:27.1)
E14: J'pense pas j'sais pas (1:19:28.8)
E15: Non parce que c'est écrit ils les ont placées (1:19:30.5)
E14 et E15: (regarde le schéma) (1:19:34.6)
E14: Ah oui ça fait c'est écrit qu'les filtres ils permettaient aux algues de passer donc c'est bon (regarde E15)(1:19:39.7)
E15: Ah ben oui ah ben donc on met pas les coquillages (1:19:43.9)
(pause) (1:19:44.5) parce que sinon euh (1:19:45.2)
E14: Ben si il les mettent là (montre les éléments sous la question) c'est qu'il faut les mettre (1:19:48.7)
E15: Mais donc on les met là avec les herbes de marais parce que comme ça ils man' ça nettoie aussi (1:19:53.8)
E14: Ouais (1:19:55.0)
E15: coquillages (écrit "coquillages" dans le bassin 3) (1:19:57.5)
E14: Et du coup (montre le bassin 1) il manque euh (1:20:02.2)
E15: Ben là c'est bon (1:20:04.5)
E14: Ouais c'est bon en fait (1:20:05.3)
E15: Et ça (montre l'item 2 de "ferme aquatique durable") on a répondu fallait juste qu'on lise en fait (regarde St14 et sourit) (1:20:10.6)
E14: Ouais en fait on avait pas bien lu (1:20:11.9)
R: C'est bon (1:20:12.2)
E14: Oui
(1:20:12.9)

Binôme 8

(0:19:49.0)
E18: Tu veux lire vas-y (0:19:52.7)
E19: Olala (lecture de l'introduction générale) "L'augmentation de la demande en poissons et fruits de mer pèse de plus en plus lourd sur les populations de poissons vivant à l'état sauvage. Pour réduire ce problème, des chercheurs étudient des moyens d'élever les poissons de façon durable dans des fermes aquatiques. La création d'une ferme aquatique durable pose deux défis (1) nourrir les poissons d'élevage et (2) maintenir la qualité de l'eau. Les poissons d'élevage ont besoin de grandes quantités de nourriture. Une ferme aquatique durable produit la nourriture nécessaire à ses poissons. Les déchets rejetés par les poissons peuvent s'accumuler dans la ferme jusqu'à des niveaux qui sont dangereux pour les poissons. Un courant constant d'eau de l'océan traverse la ferme aquatique durable. Les déchets et l'excès

de nutriments (la nourriture dont les algues et les plantes ont besoin pour leur croissance) sont éliminés de l'eau avant qu'elle ne retourne dans l'océan.» (0:20:56.2)
E18: (tourne la page de l'introduction générale sur l'item puis regarde à nouveau l'introduction pour revenir sur l'item) (0:20:58.5)
E19: On va galérer ici (0:21:00.1)
E18: (petit rire) okay (0:21:02.4)
E19: Mais c'est c'est le même (déplie son pouce et son index pour effectuer un mouvement de demi rotation avec sa main gauche en direction de l'avant de la classe) (0:21:03.7)
E18: Ouais parce que (tourne la page de l'item sur l'introduction générale) c'est marqué ici euh (lecture de la consigne) "passez à la page suivante"(0:21:07.1)
E19: Okay (0:21:07.8)
E18: (tourne la page de l'introduction générale sur l'item) (soufflement) vas-y continue à lire (0:21:11.0)
E19: Euh (lecture de la consigne) "utilisez les informations ci-dessous. Transférez le nom des organismes dans le bassin correspondant" alors
(lecture du texte à gauche du schéma) "Le schéma montre le plan d'une ferme aquatique expérimentale avec trois grands bassins. De l'eau salée filtrée est pompée dans l'océan avant de passer de bassin en bassin puis d'être finalement rejetée dans l'océan. L'objectif principal de cette ferme est d'élever des soles communes qui seront capturées selon des méthodes de pêche durable. Sole commune : le poisson de cet élevage : Sa nourriture préférée est la néréide. Les organismes suivants sont également utilisés dans cette ferme : les algues microscopiques : organismes microscopiques qui ont besoin uniquement de lumière et de nutriments pour se développer. Néréides : invertébrés qui se développent très rapidement en se nourrissant d'algues microscopiques. Coquillages : organismes qui se nourrissent d'algues microscopiques et d'autres petits organismes présents dans l'eau. Herbes des marais : herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau."
(lecture de la question)"Les chercheurs doivent décider dans quel bassin placer chaque organisme. Transférez les noms des organismes ci-dessous dans le bon bassin pour garantir que la sole commun est nourrie et que l'eau salée est rejetée dans l'océan sans être modifiée. Les algues microscopiques ont déjà été placées dans le bon bassin"(soufflement) alors (petit sourire) (0:22:53.0)
E19: Alors "filtres" alors ici l'eau qui est rejetée (montre la partie du schéma en haut tout à gauche)(0:22:59.7)
E18: Hum (0:23:00.3)
E19: Ici (montre la partie du schéma en haut tout à droite) c'est où qu'elle rentre donc elle doit l'eau elle doit sortir (montre le passage du bassin 3 à la partie du schéma en haut tout à gauche) comme elle est... (0:23:05.1)
E18: Hum (0:23:05.5)
E19: ...elle est rentrée (0:23:07.1)(pause) (0:23:11.2) euh (0:23:12.0) (pause) (0:23:15.6) faut trouver.... (0:23:16.0)
E18: Ah ouais (montre les algues microscopiques dans le bassin 1)(0:23:16.9)
E19: ..des organismes qui filtrent l'eau non (0:23:18.5)
E18: On met les coquillages (montre le bassin 1 sur le schéma et lecture de la définition de "coquillages")"organismes qui se nourrissent d'algues microscopiques et d'autres petits organismes présents dans l'eau." donc en gros ils mangent ça là "(montre les algues microscopiques dans le bassin 1) (0:23:27.2)
E19: Oui mais aussi les néréides (montre la définition des néréides) se nourrit d'algues euh microscopiques (0:23:34.4)
E18: Ben on met les deux (pose son index et son majeur sur le bassin 1 du schéma)(0:23:35.4)(pause)(0:23:38.2) il manque les soles communes (montre le bassin 2)(0:23:39.3)
E19: Attends (0:23:39.5)

E18: Soit là ou là (0:23:40.6)
E19: Ah la sole commune (0:23:44.5)
E18: J'comprends pas à quoi il sert le texte de derrière (en parlant du texte de l'introduction générale) (retourne la page de l'item sur l'introduction générale) (0:23:44.7)
E19: En fait c'est c'est (tourne la page de l'introduction générale pour revenir sur l'item) (0:23:49.3)
E18: En gros comment ça passe (montre le schéma)... (0:23:50.2)
E19: Oui (0:23:50.7)
E18: ...le trajet (0:23:50.9)
E19: Alors la sole commune se nourrit de néréides...(0:23:56.4)
E18: Moi j'dis on met (0:23:58.7)
E19: ...qui se nourrit d'algues microscopiques (0:23:59.9)
E18: Attends "herbes des marais"(montre la définition à gauche du schéma)"herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau" (0:24:04.0)
E19: Donc celle-là c'est ici (montre le bassin 3) (0:24:05.4)
E18: (hausse les sourcils) (0:24:06.9)
E19: Parce qu'elles filtrent l'eau (montre le passage du bassin 3 vers l'océan représenté en haut tout à gauche du schéma et regarde E18) comme ça l'eau (0:24:08.8)
E18: Oui ben là aussi y'a un filtre (montre le filtre entre le bassin 1 et 2) et là aussi (montre le filtre entre le bassin 2 et 3) (0:24:10.1)
E19: Oui mais ici c'est des filtres artificiels ici ici (montre le bassin 3) l'eau elle doit (regarde E18) (0:24:15.7)
E18: re' se rejeter (0:24:17.1)
E19: reje' se rejeter dans l'océan comme elle était avant (lève l'avant-bras gauche et bouge l'avant d'avant en arrière) (0:24:21.3)
E18: Okay (0:24:21.8)
E19: Donc euh si on met l'herbe des marais ici (montre le bassin 3) elle elle va aider le filtre à... (0:24:28.2)
E18: Okay et donc le sole (0:24:29.6)
E19: ...elle va filtrer plus l'eau (0:24:31.1)
E18: Sole commune (lecture de sa définition) "poisson de cet élevage. Sa nourriture préférée est la néréide." ah donc non donc les deux (montre les images de la sole commune et des néréides représentées en dessous de la question) ils doivent être ensemble (0:24:39.2)
E19: Oui (0:24:39.8)
E18: Mais donc ça (montre l'image des néréides représentées en dessous de la question) il peut pas aller là "(montre le bassin 1) (0:24:42.7)
E19: Et les coquillages si ils vont (montre le bassin 1) mais on peut pas mettre un élément deux fois (regarde E18)(0:24:48.4) (pause)(0:24:50.7) par exemple mettre les algues ici (montre le bassin 1) et mettre les algues ici (montre le bassin 2) non (0:24:53.7)
E18: Euh (0:24:55.9)
E19: Alors ici (montre la partie en haut à droite du schéma)"des nutriments sont ajoutés dans ce bassin"(lecture de la légende sous le bassin 2)"des poissons sont capturés dans ce bassin " (lecture de la légende sous le bassin 3)"l'eau est nettoyée dans ce bassin" donc ici (montre le bassin 3) déjà on met l'herbe des marais (montre l'image des herbes de marais représentée en dessous de la question et montre le bassin 3)(0:25:09.8)
E18: (écrit la réponse "herbes de marais" dans le bassin 3) (0:25:22.2)
E19: (soufflement) après les coquillages (0:25:25.7)
E18: Normalement les coquillages ça va (montre le bassin 1) non mais ça va ça va aussi (montre l'image des coquillages représentée en dessous de la question) avec les néréides (montre une définition) mais on peut pas ne rien laisser ici (montre le bassin 2) ah (montre le bassin 2) (0:25:36.0)
E19: Attends mais les coquillages se nourrit "d'autres petits organismes"(0:25:41.2)

E18: Ben là on marque les soles communes (montre l'image des soles communes sous la question et le bassin 2) ah non (0:25:45.2)
E19: Mais (relecture de la légende sous le bassin 2)"les poissons sont capturés dans ce bassin" donc euh les poissons c'est forcément ici (montre le bassin 2) (0:25:52.7)
E18: Ah donc... (0:25:55.8)
E19: En fait... (0:25:55.9)
E18: ...sole commune c'est là "(montre le bassin 2) (0:25:57.4)
E19: ...les poissons les poissons qui mettent ici ça sert pour euh être capturés après ou (regarde E18) (0:26:06.3)
E18: (pose sa main droite sur son front et hausse les sourcils) (0:26:07.0)
E19: Si c'est ça donc normalement ça (montre l'image des soles communes sous la question) ça va ici (montre le bassin 2) et après il faut trouver une place pour les deux (0:26:13.1)
E18: Ben les deux ici (montre le bassin 1)(0:26:13.4)
E19: Oui mais après la sole commun elle elle peut pas se nourrir si elle est toute seule ici (montre le bassin 2) (0:26:20.5)
E18: Okay (0:26:22.1)
E19: Attends les néréides (0:26:23.6)
E18: On met coquillages ici (montre le bassin 1) et sole commune et néréide ici (montre le bassin 2) (0:26:29.0)
E19: Oui parce que le coquillage se nourrissent aussi des autres choses (montre le bassin 1) (0:26:34.1)
E18: Coquillages (montre le bassin 1) et là sole commune et néréides (0:26:36.7)
E19: Oui mais après le les néréides ils font comment pour se nourrir (0:26:40.5)
E18: D'algues microscopiques (0:26:43.4)
E19: (regarde E18) parce que le problème (0:26:46.6)
E18: On peut pas rajouter des algues ici (montre le bassin 2 et sourit) (0:26:48.2)
E19: (petit rire) le problème c'est si que on met ça (montre l'image des néréides sous la question) ici (montre le bassin 1) après on met les coquillages et la sole (0:26:54.3)
E18: Ah regarde t'as pas lu ça (lecture de la définition des filtres) "Filtres qui permettent uniquement aux algues microscopiques de traverser le bassin en suivant le courant d'eau" (regarde E19) (0:27:00.4)
E19: Donc ça... (0:27:01.3)
E18: Ah donc ça (montre les algues microscopiques dans le bassin 1)ça va là "(montre le bassin 3) (0:27:02.2)
E19: ...ça va passer (montre le passage du bassin 1 au bassin 2) donc euh oui on met les coquillages ici (montre le bassin 1) et le sole commun et les néréides ici (montre le bassin 2) (0:27:08.1)
E18: Okay (0:27:08.8)
E19: Comme on avait (0:27:09.6)
E18: (écrit la réponse "coquillages" dans le bassin 1 et écris "sole commune" et "néréides" dans le bassin 2) (0:27:28.6)
E19: Ah y'a une autre sur le sur le sujet olala (fronce le visage)
(0:27:32.3)

Binôme 9

(0:18:45.6)
E21: Ferme aquatique durable (lecture de l'introduction générale) "L'augmentation de la demande en poissons et fruits de mer..."(ferme les yeux) excuse-moi y'a un truc qui m'est rentrée dans l'œil (rire et continue de lire l'introduction générale) "...fruits de mer pèse de plus en plus lourd sur les populations de poissons vivant sur l'état (au lieu de à l'état) sauvage.

Pour réduire ce problème. des chercheurs étudient des moyens d'élever les poissons de façon durable dans des fermes aquatiques. (regarde St20)(0:19:09.1)
E20: (continue la lecture de l'introduction générale)"La création d'une ferme aquatique durable pose deux défis (1) nourrir les poissons d'élevage et (2) maintenir la qualité de l'eau. Les poissons d'élevage ont besoin de grandes quantités de nourriture. Une femme une ferme aquatique durable..."(rire) (0:19:21.7)
E21: Ouais mais tranquille (rire)(0:19:23.1)
E20: "...produit la nourriture nécessaire à ses poissons. Les déchets rejetés par les poissons peuvent s'accumuler dans la ferme jusqu'à des niveaux qui sont dangereux pour les poissons. Un courant constant d'eau de l'océan traverse la ferme aquatique durable. Les déchets et l'excès de nutriments (la nourriture dont les algues et les plantes ont besoin pour leur croissance) sont éliminés de l'eau avant qu'elle ne retourne dans l'océan. »(0:19:42.0)
E21: Donc y'a deux trucs euh nourrir les poissons et garder l'eau propre (0:19:46.5)
E20: Ouais (tourne la page sur l'item)(0:19:47.6)
E21: Oula (rire)(0:19:51.2)
E21: (lecture du texte)"Le schéma montre le plan d'une ferme aquatique expérimentant expérimentale avec trois grands bassins. De l'eau salée filtrée est pompée dans océan avant de passer dans les bassins dans bassin en bassin de bassin en bassin puis d'être finalement rejetée dans l'océan. L'objectif principal de cette ferme est d'élever des soles des soles communes qui seront capturées selon des méthodes de pêche durable." jusque-là tout va bien (lecture des définitions) "Sole commune : le poisson de cet élevage se nourrit..."(0:20:22.7)
E20: Sa nourriture (0:20:24.5)
E21: "...Sa nourriture préférée est la néré' néréide..."(0:20:27.3)
E20: Ouais néréides (0:20:28.5)
E21: Ouais "Les organismes suivants sont également utilisés dans cette ferme:
• Algues microscopiques: organismes microscopiques qui ont besoin uniquement de lumière et de nutriments pour se développer.
• Néréides: invertébrés qui se développent très rapidement en se nourrissant d'algues microscopiques.
• Coquillages : organismes qui se trouvent d'algues microscopiques..."(0:20:50.6)
E20: (rire) qui se nourrissent (0:20:52.5)
E21: Ouais "qui se nourrissent ben d'algues microscopiques et d'autres petits organismes présents dans l'eau.
• Herbes des marais..." mais qu'est-ce qui t'fait rire s'il te plaît (0:21:02.0)
E20: T'as dit quoi ici (0:21:05.4)
E21: "organismes qui se nourrissent..."(0:21:08.0)
E20: Non (0:21:09.5)
E21: organismes qui se nourrissent d'algues microscopiques
c'est bon qu'est-ce que c'est toi qui a mal lu ou c'est moi (0:21:16.7)
E20: C'est toi au lieu de dire au lieu de dire (inaudible et rire)(0:21:21.2)
E21: Ou ça oh on va pas chipoter pour ça (0:21:25.1)
E20: (rire) (0:21:25.1)
E21: (continue de lire les définitions)"herbes des marais: herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau" ben (0:21:31.7)
E20: Tu veux qu'j'lis (0:21:32.8)
E21: Ah ouais vas-y (0:21:33.3)
E20: (lecture de la question) "Les chercheurs doivent décider dans quel bassin placer chaque organisme. Transférez le nom de cet organisme ci-dessous dans le bon microscopique non dans le bon bassin pour garantir que la sole la sole..."(0:21:46.0)
E21: Oui tout à fait (0:21:47.1)
E20: "La sole commune est nourrie et que l'eau salée est rejetée dans l'océan sans être modifiée. Les algues microscopiques ont déjà été placées dans le bon bassin"(0:21:55.3)

E21: ça va tu veux en parler tranquille (lecture des choix de réponse) "la sole commune néréides coquillages herbes des marais" du coup ils sont où les questions (0:22:04.3)
E20 et E21: (recherche des informations dans l'item)(0:22:08.4)
E21: Ben viens on regarde ça ça c'est l'eau d'l'océan (montre la légende au-dessus du bassin 1) elle est filtrée elle passe dans le (0:22:12.6)
E20: Là "(montre le bassin 2) (0:22:12.8)
E21: Dans le bassin là où ya les algues microscopiques (montre le bassin 1) elle est encore filtrée (montre le bassin 2) ensuite elle est encore filtrée et (0:22:19.0)
E20: Et après elle est rejetée dans l'océan (0:22:20.4)
E21: Ouais elle est rejetée dans l'océan mais là où elle est filtrée (montre le bassin 2) y'a les poissons qui sont capturés et l'eau elle est nettoyée (montre le bassin 3) (0:22:27.2)
E20: C'est un filtre (lecture de la légende sur les filtres sous le bassin 2) qui permet uniquement aux algues microscopiques de traverser les bassins en suivant le courant d'eau ça veut dire les algues ils ressortent en gros (montre le passage de bassin en bassin des algues) (0:22:33.1)
E20 et E21: (relecture d'informations dans le texte)(0:22:39.9)
E21: Ouais (0:22:40.5) (pause) (0:22:41.8) ouais ouais ouais ouais voilà les questions (montre l'item 2 de "ferme aquatique durable" et lecture)Les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments Pour réduire ce problème. lequel des éléments suivants devra être ajouté en plus..."(0:22:57.6)
E20: Y'a une question là "(montre l'item 1 de "ferme aquatique durable" et lecture) "Transférez le nom de cet organisme ci-dessous dans le bon bassin pour garantir que la sole commune est nourrie et que l'eau salée est rejetée dans l'océan sans être modifiée."(0:23:03.7)
E21: Sole commune c'est ici attends tends (0:23:06.0)
E20: Sole commune (0:23:08.3)(pause)(0:23:10.6) déjà la néréide elle est où "(0:23:11.9)
E21: Moi j'pense qu'elle est là "(montre le bassin 1) parce que la néréide invertébrée qui se développe très rapidement en se nourrissant d'algues microscopiques du coup comme les algues microscopiques ils sont ici ben les néréides sont ici prête-moi ton stylo steuplaît il m'saoule ce critérium (0:23:30.3)
E20: Tu mets les néréides et sole commune parce que sole commune ça mange que des néréides si néréide il est là "(montre le bassin 1) le sole commune il va venir (montre le passage de l'océan au bassin 1) il va se manger ça on est d'accord (0:23:41.1)
E21: Non mais en fait euh les néré' en fait euh les néréides se nourrissent d'algues et après ils passent ici (montre le passage du bassin 1 au bassin 2) (0:23:47.6)
E20: Non là y'a que l'algue qui passe (relecture de la légende) "filtre qui permet uniquement aux algues microscopiques de traverser les bassins en suivant le courant d'eau "ça y'a le filtre ici ils peuvent pas passer les néréides y'a que les algues microscopiques qui peuvent passer (0:24:00.2)
E21: Du coup les néréides elles sont là ils sont là "(montre le bassin 2) et la sole elle est là elle est avec eux du coup y'a rien ici (montre le bassin 1) à part euh les herbes des marais attends "les herbes des marais herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau"(0:24:19.4)
E20: C'est pas ça ici (montre le bassin 3 et lecture de la légende sous le bassin 3) "l'eau est nettoyée dans ce bassin" herbes des marais elles sont là (montre le bassin 3)(0:24:25.4)
E21: Okay mais l'coquillage il est où du coup "Coquillages : organismes qui se nourrissent d'algues microscopiques et d'autres petits organismes présents dans l'eau"(0:24:33.9)
E20: Soit là (montre le bassin 1) soit là "(montre le bassin 2) parce que là "(montre le bassin 3) c'est l'nettoyage (0:24:36.2)
E21: Ben non parce que si ils sont là "(montre le bassin 1) les coquillages et qu'ils mangent les néréides ils vont pas ils vont pas manger du coup moi j'trouve que les coquillages ils sont ici (montre le bassin 3) (0:24:47.1)

E20: Parce que là aussi (montre le filtre entre le bassin 2 et le bassin 3) ils passent les euh algues microscopiques (0:24:50.2)
E21: Ouais moi j'dis coquillages ils sont là (écriture de la réponse "coquillages" dans le bassin 3) (0:24:54.5)
E20: Coquillages et euh herbes marais (0:24:56.4)
E21: Pour herbes des marais j'suis pas sûre "absorbe les déchets de l'eau"(0:25:04.0) (pause) (0:25:07.0) ouais t'as raison (écriture de la réponse "herbes de marais" dans le bassin 3) ici on a la sole tranquille (écriture de la réponse "sole commune" dans le bassin 2) ils sont là les néréides (écriture de la réponse "néréides" dans le bassin 2) (barre la réponse "néréides" initialement placées dans le bassin 1) voilà "(0:25:25.2)
E20: Sole commune (montre le bassin 2) (0:25:25.8)
E21: Ouais c'est bon on va pas chipoter ils ont compris (rajoute le terme "commun" après "sole" dans le bassin 2) (rire) (0:25:31.5)
E20: (rire)
(0:25:32.2)

Binôme 11

(0:12:35.1)
E24 et E25: (lecture de l'introduction générale) (0:13:29.6)
E24: (regarde E25) J'tourne (tourne la page de l'introduction générale sur l'item) (0:13:32.9)
E24 et E25: (lecture du texte) (0:15:39.7)
E25: À mon avis les herbes des marais seraient là "(montre le bassin 3) les soles communes ici (montre le bassin 2) les néréides euh ici aussi (montre le bassin 2) (0:15:52.0)
E24: Hum (0:15:53.4)
E25: Et les coquillages euh ici (montre le bassin 3) (0:15:58.0)
E24: Euh ouais parce que les algues ils vont traverser là "(montre le passage du bassin 1 au bassin 2) et là "(montre le passage du bassin 2 au bassin 3) (0:16:02.6)
E25: Hum (hoche la tête de haut en bas)(0:16:03.0)
E24: Bon déjà on va mettre les coquillages (écrit "coquillages" dans le bassin 3) (0:16:13.0)
E25: Et les herbes parce que y'a y'a marqué que (montre la définition correspondante) ça absorbe "les nutriments et les déchets de l'eau" et que et l'eau doit repartir (montre le haut du bassin 3) comme elle est arrivée hein (regarde E24)(0:16:24.7)
E24: Hum ouais huum j'sais pas ici (montre les informations inscrites au-dessus du bassin 1) ça dit que des nutriments sont sont sont ajoutés (montre une information inscrite au-dessus du bassin 1) (0:16:30.6)
E25: Ouais (0:16:31.5)
E24: Euh mais du coup (0:16:32.9) (pause) (0:16:35.1) hum ça va ça va quoi (0:16:36.5)
E24 et E25: (relecture du texte) (0:16:45.8)
E25: Et si y'en avait dans les 3 (montre les 3 bassins) des herbes des marais (petit rire)(0:16:48.2)
E24: (sourit) (0:16:50.2)
E24 et E25: (relecture du texte) (0:16:57.2)
E24: Les néréides j'dirais là aussi (montre le bassin 3) parce qu'ils se nourrissent d'algues (0:17:01.6)
E25: Mais en sachant qu'les (recherche d'informations) les soles communes se nourrissent de néréides et que les algues microscopiques passent les filtres parce qu'elles doivent être dans le même dans le même bassin que les soles communes (montre le bassin 2) (regarde E24)(0:17:16.4)
E24: Hum ouais euh bah du coup ici (montre le bassin 3) y'aura aussi des soles communes et les néréides (0:17:23.6)

E25: Mais après il avait pas dit que l'eau soit nettoyée avant de sortir donc elle peut pas être vraiment nettoyée si les soles communes sont dans l'dernier bassin (0:17:35.2)
E24: Ouais je retourne vite fait la page (0:17:39.3)
E25: Ouais (0:17:39.8)
E24: (tourne la page de l'item sur la page de l'introduction générale) (0:17:40.7)
E24 et E25: (relecture de l'introduction générale) (0:18:01.4)
E24: Ouais du coup faut que ce soit éliminé avant que ce soit rejeté "(retourne la page de l'introduction générale sur la la page de l'item) (0:18:07.0)
E24: Ah ici ici (montre l'information sous le bassin 2) "les poissons sont capturés" euh du coup vu que les déchets vont être produits ici (montre le bassin 2) faudrait les mettre ici (montre le bassin 2) pour euh (fronce la bouche) (0:18:24.4)
E25: Ouais donc euh (0:18:26.9)
E24: On peut y aller (0:18:27.5)
E25: J'me demande si ils veulent pas vraiment mettre des herbes des marais dans chaque bassin (0:18:33.2)
E24: (relecture de la définition) (0:18:36.3)
E25: Ou alors p't'être dans les deux derniers (0:18:39.1)
E24: Hum donc celui-là "(en parlant des herbes de marais) j'pense que c'est celui-là "(montre le bassin 2) (écrit "herbes des marais" dans le bassin 2) (0:18:43.3)
E25: Oui il est p't'être aussi dans le dernier j'sais pas (0:18:47.2)
E24: Le dernier ouais aussi moi j'dirais (écrit "herbes des marais" dans le bassin 3) (0:19:01.7)
E25: Faudrait p't'être mettre les néréides (montre le bassin 2) dans le même bassin qu'les soles communes donc à mon avis les deux doivent être là (montre le bassin 2) (0:19:10.5)
E24: Hum (écrit "néréides" dans le bassin 2) (0:19:17.0)
E25: Ouais t'as pas marqué sole commune (regarde E24) (0:19:22.2)
E24: On le met là aussi (montre le bassin 2) du coup (0:19:23.4)
E25: Ouais enfin à mon avis (0:19:25.5) (pause) (0:19:26.2) après toi t'es d'accord avec ça ou (0:19:27.3)
E24: (écrit "sole commune" dans le bassin 2) euh ouais (0:19:28.4)(relecture des définitions) (0:19:33.7)ben oui parce que ça s'nourrit de néréides (0:19:36.0)
E24: (relecture du texte) (0:19:54.5)
E25: Donc on passe à la prochaine question ou (0:19:57.4) (pause) pas (0:19:58.2)
E24: Hum ouais vas-y
(0:19:59.5)

SESC Défavorisé et Niveau scolaire en sciences moyen

Binôme 4

(0:24:25.2)
E8 et E9: (commencent à lire la partie introductive de l'item) (0:24:32.0)
E9: (Regarde s'il y'a une suite à la partie introductive de l'item) (0:24:34.3)
E8 et E9: (lecture de la partie introductive) (0:25:33.1)
E9: (regarde E8) (0:25:35.0)
E8: C'est bon (0:25:35.4)
E8 et E9: (lecture du texte) (0:28:05.3)
E8: (notes des chiffres en face de chaque proposition de réponses) (0:28:11.8)
E9: Pff déjà on la met où elle (montre la sole commune) ? (0:28:20.1)
E9: Sa nourriture préférée (0:28:27.8)
E8: Les néréides j'pense c'est là "(à l'air de montrer le bassin 1) (0:28:28.1)
E9: De quoi? (0:28:29.0)
E8: Néréides, là, lui il doit être ici (a l'air de montrer le bassin 1) (0:28:31.8)

E9: Mais c'est quand c'est un filtre y'a le poisson il peut passer ou pas? (regarde E8) (0:28:34.7)
E8: Non (0:28:35.2)
E9: Ben oui mais (0:28:36.6)
E8: "filtre qui peut permettre uniquement aux algues microscopiques de traverser les bassins"(lecture de la légende sous le schéma) ben ouais c'est où (0:28:40.3)
E9: Ben ouais parce que là c'est, la sole elle doit se nourrir de néréides, la néréide (montre le bassin 2) (0:28:47.2)
E8: Il peut être que là "(à l'air de montrer le bassin 1) (0:28:47.5)
E9: Ou alors la sole elle doit être là "(à l'air de montrer le bassin 1) (0:28:48.5)
E8: Attends (0:28:48.8)
E9: "Les poissons sont capturés dans ce bassin"(lecture de légende en-dessous du bassin 2) (0:28:51.7)
E8: Ouais parce que "capturer" il faut forcément passer par là "(montre le passage du poisson de l'océan, au bassin 1 puis au bassin 2) si ils sont capturés. Ah ben non après ils vont pas passer par là "(montre le bassin 3) si ils sont capturés ici (montre le bassin 2) ils vont passer que ici (montre le passage du bassin 1 au bassin 2)(0:29:03.4)
E9: Donc ils peuvent passer là "(montre l'emplacement du filtre entre le bassin 1 et 2)(0:29:05.0)
E8: Oui ils peuvent passer là, là puisqu'ils vont être capturés ici (0:29:09.2)
E9: Et là ils passent pas (0:29:10.6)
E8: P't'être que là ils passent aussi hein, c'est les mêmes filtres, p't'être qui peut passer (0:29:14.7)
E9: (petit rire) (0:29:17.5)
E9: Ben c'est bizarre qu'ils puissent passer dans des filtres quand même (regarde E8) sinon ils mettraient pas deux, deux bassins différents (0:29:24.3)
E8: Ouais mais comment il fait pour arriver, il arrive d'où ici (montre le bassin 2) (0:29:28.7)
E9: Mais ils sont capturés et ils les mettent directement là "(montre le bassin 2) j'pense (0:29:33.9)
E8: Ouais mais là ils ferment pour pas qui remontent non (0:29:35.8)
E9: Mais ils les capturent et ils les mettent dans le bassin ou j'sais pas (0:29:41.1)
E8: Non ils sont capturés dans le bassin, ils sont pris ici j'pense (montre le bassin 2) (0:29:43.7)
E9: Du coup ils passent le filtre (0:29:45.2)
E8: J'pense (0:29:46.0)
E9: (l'air dubitatif) drôles de filtres, et du coup ça a pas de sens parce qu'on peut mettre n'importe quoi dans ces deux bassins (montre le bassin 1 et le bassin 2) (0:29:54.9)
E8: C'est sûr les néréides déjà ils sont là (montre le bassin 1) (0:29:59.0)
E9: Pourquoi (0:29:59.9)
E8: Parce qu'ils disent euh "se nourrissant d'algues microscopiques" y'en a que ici (montre le bassin 1) sauf que y disent que les algues elles peuvent passer à travers les filtres (0:30:07.6)
E9: Ah mais oui j'avais pas vu ça (montre la légende sur les filtres en-dessous du schéma)(0:30:21.8)
E9: Ben oui ben voilà, là y'a les algues microscopiques ils mettent des nutriments, les algues microscopiques elles se nourrissent des nutriments pour se développer, après elles passent là "(montre le bassin 2) après y'a les néréides qui sont là "(montre le bassin 2) qui euh qui les mangent après t'as la sole qui les mangent (petit rire) qui mangent les néréides, ça j'sais pas à quoi ça sert (montre les deux derniers éléments à gauche de l'item) (0:30:50.6)
E8: Herbes de marais j'suis sûr c'est là "(montre le bassin 1) parce que qui se nourrit des nutriments, les nutriments y'a que ici (0:30:55.9)
E9: Non c'est là "(montre le bassin 3) les herbes de marais (0:30:58.1)
E8: Les nutriments (0:30:58.4)

E9: Non "qui absorbent les nutriments et les déchets d'eau" donc c'est là "(montre le bassin 3) (0:31:02.9)
E8: Ah ouais (0:31:03.6)
E9: Parce que là (montre le bassin 1) c'est pas ces nutriments là qu'il faut qu'elles aspirent c'est les euh les déchets quoi (montre le bassin 3) ça c'est les algues microscopiques qui doivent les manger pour se développer (0:31:13.3)
E8: Ben là j'ai mis un numéro (dans le choix de réponse) j'le mets ici (montre le bassin 3) (0:31:15.1)
E9: Ouais vas-y j'pense c'est ça hein, t'façon j'vois pas trop où ça peut aller d'autre (0:31:20.7)
E8: Coquillages ça (0:31:23.7)
E9: Les coquillages j'comprends pas à quoi y servent (petit rire) (0:31:25.0)
E9: On pourrait le mettre là "(montre le bassin 1) (0:31:32.8)
E8: Ah ben regarde donc coquillages et d'autres petits organismes présents dans l'eau ça peut être là p't'être non (montre le bassin 2) ? (0:31:37.6)
E9: Ben on en a dja deux là-dedans (0:31:38.8)
E8: Attends ça c'est, ça c'est un organisme ça et regarde ils se nourrissent d'algues (0:31:44.6)
E9: La sole elle, elle se nourrit déjà de néréides (0:31:47.3)
E8: Oui voilà ""et d'autres petits organismes présents dans l'eau" et p't'être les néréides on sait qu'ils passent ici en gros j'pense (0:31:56.2)
E9: Déjà la sole on est d'accord elle est là (0:32:00.7)
E8: Ouais, j'suis sûre elle est là (0:32:02.5)
E9: Ben du coup si y'a la sole là y'a les néréides aussi (regarde E8) c'est obligé "(0:32:16.2)
E8: Ouais mais regarde les coquillages (0:32:18.5)
E9: Elle se nourrit de (0:32:19.0)
E8: Les coquillages ils se "nourrissent d'organismes "ça veut dire que j'pense que les coquillages et les néréides sont ensembles c'est sûr (0:32:24.8)
E9: Mais ils servent à rien les coquillages là pourquoi ils sont là, ils sont p't'être là "(montre le bassin 1) vu qu'ils se nourrissent d'algues microscopiques (0:32:31.4)
E8: J'pense ça doit être 2 (néréides), 3 (coquillages), ça doit être ici là "(montre le bassin 1(0:32:34.6)
E9: Où ça? Mais non le 2 (néréides) il peut pas être là "(montre le bassin 1) sinon euh... (0:32:38.7)
E8: Comment tu sais? (0:32:39.2)
E9: La sole elle peut pas se nourrir de néréides (0:32:41.5)
E8: mais p't'être qui passe par ici la sole non (0:32:45.3)
E9: Mais non c'est marqué "filtres qui permettent uniquement aux algues microscopiques de traverser les bassins en suivant le courant d'eau"(0:32:50.0)
E8: Ben ils arrivent d'où alors les poissons (0:32:52.7)
E9: J'en sais rien, on va dire mettons qui sont déjà là-dedans (montre le bassin 2) qui, j'sais pas ils ont été capturés et remis là-dedans (0:33:01.0)
E8: Ouais les poissons (petit haussement des épaules) ont été mis dedans (0:33:02.2)
E9: Et euh là ils prennent de l'eau de l'océan (montre le passage de l'eau au-dessus du bassin 1 à l'intérieur du bassin 1), dans l'eau de l'océan euh ben y'a des algues (0:33:07.8)
E8: Donc y'a que les algues qui passent (0:33:09.8)
E9: Après ils rajoutent les nutriments , les algues elles mangent les nutriments après les algues elles passent ou alors y'a le coquillage là-dedans (montre le bassin 1) qui sert à rien là (0:33:18.3)
E8: J'pense y'a les coquillages déjà là (0:33:21.5)
E9: En fait j'vois pas trop l'utilité des coquillages vu que personne mange de coquillages (sourire) enfin bref la c'est sûr là "(montre le bassin 2) y'a les néréides et la sole (0:33:32.9)
E8: Ouais là c'est sole et néréides (0:33:33.4)

E9: Ben si la sole elle est là les néréides aussi mais du coup il manque le coquillage (0:33:38.3)
E8: Coquillage il peut être là hein (montre le bassin 1)(0:33:39.9)
E9: Ben (soufflement)(0:33:42.6)
E8: d'algues microscopiques (inaudible)(0:33:46.1)
E9: Il peut (montre le bassin 3), non c'est les déchets là "(0:33:47.0)
E8: Non c'est impossible là "(montre le bassin 3) j'pense pas (0:33:48.6)
E9: Ben y'a des algues qui vont là aussi (montre le bassin 3) des algues microscopiques (0:33:54.9)
E8: J'crois on va mettre coquillages ici hein (0:33:57.1)
E9: Ouais vas-y, j'pense que c'est ça (0:33:58.6)
E8: Parce que là le dernier (0:33:59.5)
E9: Entoure les numéros (0:34:02.0)
E8: Tu veux que j'entoure (0:34:03.6)
E9: Ouais ça fait mieux (sourire)
(0:34:05.6)

SESC Défavorisé et Niveau scolaire en sciences bas

Binôme 5

(0:15:14.8)
E12: C'est quoi ça un poisson (0:15:18.0)
E13: J'crois qu'c'est un poisson ouais (0:15:19.0)
E12 et E13: (lecture de l'introduction générale) (0:16:01.0)
E12: (regarde la caméra et sourit) (0:16:03.8)
E13: Et là faut dire quoi non faut (s'apprête à tourner la page) (0:16:06.0)
E12: Et là faut tourner (0:16:07.1)
E13: (tourne la page sur l'item suivant) (0:16:09.8)
E13: (lève légèrement les sourcils) (0:16:13.6)
E12 et E13: (lecture du texte) (0:16:59.6)
E13: (regarde E12) t'as compris (0:17:00.2)
E12: (lève les sourcils) (0:17:01.4)
E13: En gros ça faut mettre là "(montre les images des organismes sous la question) là "(montre le schéma des bassins) (0:17:02.9)
E12: Attends (0:17:03.6)
E13: Choisir dans quel bassin faut les mettre (0:17:06.0)
E12: (lecture de la question) "rejeter dans les [...] les algues microscopiques ont déjà été placées dans le bon bassin"(regarde le schéma) alors euh pff ouais non mais j'pense ben regarde (0:17:14.6)
E13: Déjà regarde (montre l'image de la sole commune sous la question) puis sa définition (0:17:15.4)
E12: Parce que là y'a un carré (montre l'image des algues microscopiques dans le 1er bassin) normalement c'est comme ceux-là "(montre les images des organismes sous la question)ça veut dire j'pense faut les placer donc les nutriments (lecture de la légende sous le bassin 2)"les poissons sont capturés dans ce bassin" déjà ils ont dit que ça (montre l'image de la sole commune sous la question) ils s'nourrissent de ça (montre l'image des néréides sous la question) (0:17:27.9)(pause) (0:17:30.0)déjà dans tous les cas (0:17:30.6)
E13: Ben ça veut dire ils doivent être ensemble (montre l'image de la sole commune et des néréides sous la question et regarde E12) (0:17:32.5)
E12: Ouais j'pense mais des herbes de... (0:17:35.5)
E13: Mais (0:17:35.8)
E12: ... marais ça va (0:17:36.9)

E13: Après faut choisir dans quel bassin parce qu'attends (0:17:40.4)
E12: L'eau elle est nettoyée dans ce bassin (montre le 3ème bassin) dans tous les cas donc j'pense pas qu'il y ait ça déjà "(montre l'image des coquillages et des herbes de marais sous la question) (0:17:45.1)
E13: Ouais (0:17:45.8)
E12: Là il est capturé donc j'pense qu'il sera (montre l'image de la sole commune sous la question)ici (montre le 2ème bassin) non (0:17:49.2)
E12: Là ça (montre l'image des néréides sous la question)ça va (montre le 1er bassin) non (relecture des définitions à gauche de l'item) néréides (lecture de la définition)"...d'algues microscopiques" regarde regarde algues microscopiques (lecture de la définition) ils ont besoin de nutriments et là c'est les nutriments (montre les nutriments au-dessus du bassin 1) et en fait les néréides ils se nourrissent de nutri' de d'algues (regarde E13) donc ça veut dire que les néréides (0:18:14.4)
E13: Les algues c'est ça là "(montre l'image des herbes de marais sous la question)(0:18:15.0)
E12: Non ça c'est des herbes non ça veut dire (montre le 1er bassin) que ça (montre l'image des néréides sous la question) ça ira là "(montre le 1er bassin) (regarde E13) obligé (0:18:19.7)
E13: Mais ça veut dire qu'il y a lui aussi (montre l'image de la sole commune sous la question) al' ou alors parce que vu qu'lui (montre l'image de la sole commune sous la question) il a besoin d'manger ça (montre l'image des néréides sous la question) (regarde E12) (0:18:23.9)
E12: Ouais mais dans tous les cas lui(montre l'image des néréides sous la question) il est là "(montre le 1er bassin) parce qu'il doit il doit se nourrir de ça (montre la définition des algues microscopiques) (0:18:28.6)(pause) (0:18:31.3) et ça c'est des nutriments (montre la définition des algues microscopiques) regarde là c'est des nutriments (montre les nutriments au-dessus du 1er bassin et entoure l'information avec son stylo) (0:18:33.7)
E13: Donc en fait là après on peut pas les placer (montre le 1er bassin) enfin j'sais pas (0:18:37.5)
E12: Ouais ou lui (montre l'image de la sole commune sous la question)... (0:18:38.6)
E13: Ils vont tous aller dans l'même endroit-là (0:18:39.5)
E12: ...ou soit lui il est là "(montre le 2ème bassin) lui (montre l'image des néréides sous la question) il est là (montre le 1er bassin) ça par contre (montre les images des coquillages et des herbes de marais sous la question) j'sais pas ça va aller où (0:18:42.9)
E13: Ben regarde coquillages (lecture de la définition) "organismes qui se nourrissent d'algues microscopiques..."(0:18:47.6)
E12: Ben regarde... (0:18:48.1)
E13:"...et de petits organismes"... (0:18:48.8)
E12: ...elles sont là les algues (montre le 1er bassin) (0:18:49.4)
E13: ..ben là aussi il doit être là "(montre le 1er bassin) (0:18:49.9)
E13: Et herbes de marais (montre l'image des herbes de marais sous la question) (0:18:53.4)
E12: Moi j'aurais p't'être dit là "(montre le bassin 2) (0:18:56.5)
E13: En vrai ils doivent tous (montre le bassin 1) être là (0:18:57.0)
E12: T'façon là y'a un filtre (montre le filtre entre le 1er et le 2ème bassin) dans tous les cas (0:19:01.5)
E13: Regarde lui il a lui il a (montre l'image des néréides sous la question)(0:19:04.7)
E12: Attends (lecture de la légende sur les filtres) filtres qui permet uniquement aux algues de traverser les bassins en suivant le courant d'eau (regarde E13) (0:19:11.3)
E13: (montre le schéma)(0:19:12.7)
E12: Donc en fait y'a qu'ça (montre les algues microscopiques dans le 1er bassin et montre le passage du bassin 1 au bassin 2 avec son stylo) qui peuvent passer avec le poisson (0:19:15.9)
E13: En fait là j'comprends rien (regarde E12 et rire)(0:19:19.1)
E12: (rire)(0:19:19.5)

E13: Parce que pour moi euh regarde ils vont tous là "(montre le bassin 1) wesh après on utilise de (0:19:24.7)
E12: Déjà dans tous les cas y'a les algues en 1er ça (montre l'image des néréides sous la question) ça doit s'nourrir d'algues dans tous les cas (0:19:31.8)
E13: Attends tends tends (0:19:32.0)
E12: Donc ça ça ira là (0:19:33.0)
E13: (lecture de la question)"transférez le nom de l'organisme..."(0:19:35.6)
E12: "...dans le bon bassin..." en fait en fait pour qu'elle ah "...pour qu'elle soit nourrie et que l'eau salée est rejetée dans l'océan sans être modifiée..." (tape légèrement sur la table avec sa main droite et regarde E13) wesh (0:19:46.1)
E12 et E13: (relecture de l'item)(0:19:51.2)
E12: C'est dur (0:19:51.7)
E13: J'ai rien compris (0:19:52.7)
E12: Attends (0:19:54.6)
E13: (rire) (0:19:55.6)
E12: (relecture de l'item) "transférez le nom de l'organisme ci-dessous dans le bon bassin pour garantir que la sole commune est nourrie et que l'eau salée est rejetée dans l'océan sans être modifiée"(0:20:05.8)
E13: Déjà l'eau salée là elle est où (montre la zone au-dessus du 1er bassin) (0:20:07.2)
E12: Déjà ils ont dit qu'attends ça (montre la définition d'algues microscopiques)ça a déjà été placé dans le bon bassin (montre le 1er bassin) (0:20:11.2)
E13: Ouais ça c'est bon (0:20:12.2)
E12: Faut réfléchir l'eau de l'océan (montre une information au-dessus du 1er bassin) entre les entre dans les bass' dans des bassins nutriments sont ajoutés dans ce bassin donc moi j'aurais dit ça (montre l'image des néréides sous la question) il irait là "(montre le 1er bassin) dans tous les cas j'pense ou là "(montre le 2ème bassin)à côté puisque ça (montre l'image de sole commune sous la question)ça a besoin de ça (montre l'image des néréides sous la question) pour se nourrir mais ça (montre l'image des néréides sous la question)ça a besoin de ça (montre les algues microscopiques dans le 1er bassin) aussi pour se nourrir (0:20:27.9)
E13: Et ça et ça (montre les images des coquillages et des herbes de marais sous la question) ça a besoin de ça (montre les algues microscopiques dans le 1er bassin) pour s'nourrir (0:20:30.8)
E12: Non j'ai une idée ça (montre l'image de sole commune sous la question) ça va aller là "(montre le 2ème bassin) puisque ça (montre les algues microscopiques dans le 1er bassin)ça peut passer par le filtre donc du coup les algues elles passeront (montre le passage du bassin 1 au bassin 2 avec son stylo) donc celui-là "(montre l'image de sole commune sous la question) faut qu'on le mette là "(montre le 2ème bassin) même s'il va être capturé (0:20:39.0)
E13: Non en fait c'est lui (montre l'image de sole commune sous la question) qui a besoin de ça (montre l'image des néréides sous la question) c'est pas lui (montre l'image des néréides sous la question) qui a besoin de ça (montre l'image de sole commune sous la question) (0:20:42.3)
E12: Ben oui (regarde E13) regarde (0:20:44.0)
E13: T'as dit que lui (montre l'image de sole commune sous la question) on l'met là "(montre le bassin 2) (0:20:44.7)
E12: Oui non mais en gros dans ce bassin puis que regarde ça (montre les algues microscopiques dans le 1er bassin) ils ont dit que les filtres y'a qu'ça qui où y'a où les algues y'a que les algues qui peuvent traverser l'filtre donc dans tous les cas elles traverseront et après y'aura eux (montre l'image des néréides sous la question) ils ont besoin de se nourrir de ça (montre les algues microscopiques dans le 1er bassin) après y'aura l'poisson (montre l'image de la sole commune sous la question) qui va s'nourrir de lui (regarde E13)(0:21:04.4)

E13: En fait là en vrai on doit placer que eux la sole pas eux (montre les 3 autres organismes) (0:21:13.0)
E12: "le nom de..."(0:21:15.2)
E13: regarde (montre la question)(0:21:15.8)
E12: "... de l'organisme ci-de' de l'organisme..."(0:21:17.5)
E12 et E13: (relecture de l'item) (0:21:21.0)
E12: "...que la sole commune est nourrie..." j'pense qu'on doit tous les placer (0:21:23.4) (pause) (0:21:24.8) ah regarde een heiiin celui-là "(montre l'image des herbes de marais sous la question) faut l'mettre là "(montre le 2ème bassin) parce que lui (montre la définition des herbes de marais et lecture) il "absorbe" dans tous les cas regarde l'eau elle est nettoyée dans ce bassin (regarde E13)(0:21:34.4)
E13: Hum (0:21:34.9)
E12: Donc l'eau elle va être re' elle va être rejetée mais faut qu'l'eau elle soit propre (montre le 3ème bassin) logiquement donc faut qu'ça (montre la définition des herbes de marais) faut qu'on le mette ici (montre le bassin 2) parce que ça va absorber y'a qu'ça qui passe ça (montre les algues microscopiques dans le 1er bassin)ça passe par les filtres (montre le passage du 1er au 2ème bassin) et là faut pas qu'ça passe (montre le filtre entre le bassin 2 et 3) (regarde E13) j'sais pas si t'as compris (0:21:46.5)
E13: Et c'est ça (montre les algues microscopiques dans le 1er bassin) ça va absorber les (0:21:47.3)
E12: Donc ça (montre la définition des herbes de marais)ça va les absorber donc ça ça passera pas ça (montre l'image de la sole commune sous la question) elle va se nourrir de ça (montre l'image des néréides sous la question) donc ça y'en aura plus (montre le 2ème bassin) et là le ça là "(montre l'image de la sole commune sous la question) il va être capturé ici puisque regarde (montre la légende sous le bassin 2) (regarde E13)(0:21:59.6)
E13: (rire) (0:21:59.9)
E12: Aaah (sourit) on a trouvé les coquillages attends... (0:22:03.0)E13: Ben aller (0:22:03.4)
E12: ...ils servent à quoi (lecture de la définition) "...qui se nourrissent d'algues micros..."(fronce les sourcils) en fait elles se nourrissent de ça aussi (montre les algues microscopiques dans le 1er bassin) en fait (0:22:08.9)
E13: Ouais les deux (montre les images des coquillages et des herbes de marais sous la question) (0:22:10.3)
E12: Ouais ça elle les (0:22:11.3)
E13: Enfin les 3 (montre les images des néréides des coquillages et des herbes de marais sous la question) (0:22:12.1)
E12: Ouais voilà donc dans tous les cas ça (montre l'image de la sole commune sous la question) ça va être là "(montre le bassin 2) (0:22:16.5)
E13: Attends on a dit que ça (montre l'image des herbes de marais sous la question)ça allait être là "(montre le bassin 2)(0:22:18.7)
E12: Ouais ça allait (montre l'image des herbes de marais sous la question) ici (montre le bassin 2) ils passent pas ici (montre le filtre entre le bassin 2 et 3) parce que ça ça va absorber tout ça (montre les algues microscopiques dans le 1er bassin) (regarde E13)(0:22:23.5)
E13: Et les 3 autres (montre l'image de la sole commune les néréides et les coquillages sous la question) là "(montre le 1er bassin) (0:22:25.3)
E12: Non tous là "(montre le 2ème bassin) sauf...(0:22:27.8)
E13: Hum (fronce les sourcils)(0:22:28.0)
E12: ...p't'être lui (montre l'image des coquillages sous la question) ben non regarde lui (montre l'image des coquillages sous la question)
il va stopper ça (montre les algues microscopiques dans le 1er bassin) pour pas qui passe (montre le filtre entre le bassin 2 et 3) parce que l'eau elle est nettoyée (montre la légende

sous le bassin 3) ça (montre l'image de la sole commune sous la question) il est capturé ici (montre le bassin 2) (regarde E13) (0:22:37.0)
E13: (se frotte le menton avec le pouce et l'index de la main droite) (0:22:37.3)
E12: Le poisson (0:22:38.1)
E13: C'est bon c'est bon j'ai compris j'ai compris (0:22:39.3)
E12: T'as compris les néréides du coup j'sais pas si on l'place à côté (0:22:43.5)
E13:Si (0:22:44.9)
E12: Déjà faut marquer quoi herbes des... (0:22:46.0)
E13: Oui regarde (0:22:46.5)
E12: ...marais là "(écrit au-dessus du bassin 2) faut marquer herbes des marais (regarde E13)(0:22:48.8)
E13: Hein (regarde E12) (0:22:49.5)
E12: Herbes des marais (montre l'image des herbes de marais sous la question) j'le marque où là "(montre le bassin 2 près du filtre entre le bassin 2 et 3) (regarde E13)(0:22:52.9) (pause) (0:22:54.6) j'sais pas... (0:22:55.6)
E13: Franchement j'sais pas (0:22:56.2)
E12: ...faut faire comment euh (regarde en direction de R)(0:22:57.7)
R: Ouais vous le marquez dans les bassins (0:22:59.7)
E12: Ah on marque le nom (0:23:00.9)
R: Ouais (0:23:01.4)
E12: D'accord (écrit "herbes des marais" dans le bassin 2) voilà (0:23:14.0)
E13: Après là "(montre le bassin 2) t'écris euh ça là (montre l'image de la sole commune sous la question)(0:23:17.3)
E12: Ouais (0:23:17.7)
E13: sole commune (montre le bassin 2) et néréides (montre le bassin 2)(0:23:20.6)
E12: là "(montre le bassin 1) j'pense on va mettre coquillages ça va être plus simple (écrit la réponse "coquillages dans le bassin 1) euh tu m'as dit quoi la sole (montre l'image de la sole commune sous la question et le bassin 2) (0:23:31.8)
E13: Sole commune et néréides néréides (0:23:34.1)
E12: (écrit les réponses "sole commune" et "néréides" dans le bassin 2) la galère (regarde E13) (0:23:49.8)
E13: (sourit) (0:23:50.1)
E12: fiou (sourit)
(0:23:50.5)

Binôme 10

1ère partie de réponse

(0:31:59.2)
E22: Ferme aquatique (0:32:00.4) (pause) (0:32:02.1) durable (0:32:02.7)
E23: Ferme aquatique durable (petit rire) mais là y'a pas d'question (montre l'introduction générale)(0:32:08.6)
E22: (lecture de la consigne)"lisez l'introduction puis passez à la page suivante" tu lis (regarde St23) (0:32:11.5)
E23: Ah okay (petit rire) tu lis ou j'lis (regarde E22) j'ai pas envie d'lire vas-y lis toi à voix haute (0:32:19.5)
E22: Moi j'lis dans ma tête (0:32:20.6)
E23: Moi j'arrive pas à lire dans ma tête (commence la lecture du texte à droite de l'item) "L'augmentation de la demande en poissons et fruits..." non j'rigole (continue à lire en chuchotant)(0:32:27.4)
E22: Non mais là j't'entends (0:32:28.0)

R: Non mais vous pouvez lire à voix haute ça m'dérange pas moi (0:32:29.2)
E22: Okay ça marche (0:32:30.2)
E23: Okay (continue la lecture du texte à droite de l'item) "L'augmentation de la demande en poissons et fruits de mer pèse de plus en plus lourd sur les populations de poissons vivant à l'état sauvage. Pour réduire ce problème. des chercheurs étudient..."(0:32:40.6)
E22: "...des" (0:32:41.4)
E23: "...des moyens d'élever les poissons de façon durable dans des fermes aquatiques. La création d'une ferme aquatique durable pose deux défis (1) (accentuation verbale) nourrir les poissons d'élevage et (2) (accentuation verbale) maintenir la qualité de l'eau. Les poissons d'élevage ont besoin de grandes quantités de nourriture. Une femme une ferme aquatique durable produit la nourriture nécessaire à ses poissons. Les déchets rejetés par les poissons peuvent s'accumuler dans la ferme jusqu'à des niveaux qui sont dangereux pour les poissons. Un courant constant d'eau de l'océan..."(répète les dernières informations en chuchotant) ..."Un courant constant d'eau de l'océan..." (continue de lire à voix haute)"...traverse la ferme aquatique durable. Les déchets et l'excès de nutriments (la nourriture dont les algues et les plantes ont besoin pour leur croissance) sont éliminés de l'eau avant qu'elle ne retourne dans l'océan." j'ai pas très bien compris non plus (0:33:27.5)
E22: (tourne la page de l'introduction générale sur l'item) rhoo what (grande inspiration) alors (0:33:33.6)
E23: Oh p****n c'est trop ça (0:33:37.1)
E22: (rire) (0:33:38.2)
E22: (regarde l'item 2 de "ferme aquatique durable") mais c'est l'même truc en plus (tourne la page suivante) c'est une blague (revient sur les pages des items de "ferme aquatique durable") (0:33:49.4)
E23: (grand soufflement) mais non c'est pas l'même truc (montre l'item 2 de "ferme aquatique durable") en tout cas-là t'as des trucs à cocher (0:33:55.2)
E22: Ouais mais y'a les mêmes points (montre la partie où se trouve les définitions des organismes) (0:33:58.3)
E23: Ouais le sché' attends (lecture de la consigne)"utilisez les informations ci-dessous..."(0:34:03.9)
E22 et E23: "...transférez le nom organisme..."(0:34:07.5)
E23: "...de l'organisme..."(0:34:08.3)
E22: "...dans le bassin correspondant."(0:34:08.7)
E23: "...dans le bassin correspondant "nom d'l'organisme"(en chuchotant) (0:34:10.6)
E22: (regarde les organismes représentés sous la question) Sole commun (0:34:12.4)
E23: C'est ça l'nom d'l'organisme(0:34:14.2)
E22: ça veut dire là on doit marquer (montre le bassin 2) (0:34:14.3)
E23: Mais y'a 4 images pour 3 bassins c'est ça (0:34:19.8)
E22: (gonfle les joues puis regarde E23 et mouvement de recul sur sa chaise)(0:34:24.8)
E23: C'est ça regarde (montre les bassins) 1 2 3 (0:34:28.6)
E22: Non là y'a un bassin déjà "(montre le bassin 1) (0:34:30.1)
E23: Mais non ça (montre le bassin 1) c'est un bassin ça (montre le bassin 2) c'est un bassin ça (montre le bassin 3) c'est un bassin (0:34:33.4)
E22: Ah ouais (0:34:34.2)
E23: Ben du coup là y'a (0:34:35.8)
E22: En fait y'a qu'un bassin parce qu'ils se rejoignent que tous (montre le schéma) (0:34:38.9)
E23: Ouais mais (0:34:41.1)
E22: Ouais(0:34:43.3)
E23: (lecture du texte à gauche du schéma)"Le schéma montre le plan d'une ferme aquatique expérimentant expérimentale avec trois grands bassins. De l'eau salée filtrée est pompée dans océan avant de passer de bassin en bassin..."(0:34:55.1)

E22: Du coup c'est sale ça passe de bassin en bassin (0:34:59.6)
E23: "...pulse d'être puis puis puis d'être finalement rejetée dans l'océan. L'objectif principal de cette ferme est d'élever des soles des soles communes..."(accentuation verbale et regarde le schéma) "...des soles communes qui seront capturées selon des méthodes de pêche durable." sole commune il est marqué là "(montre l'image de l'organisme sous la question) (0:35:19.1)
E23: (continue de lire le texte avec les définitions)"le poisson de cet élevage..."(puis en chuchotant) "...Sa nourriture préférée est la néréide. "Les organismes..."(relecture de la consigne) "à transférer le nom de l'organisme" "transférez le nom de l'organisme dans les bassins correspondants"(0:35:40.9)
E23: (continue la lecture en chuchotant) "Les organismes suivants sont également utilisés dans cette ferme..."(continue la lecture en chuchotant) (0:35:51.0)
E22: (regarde E23 et rire)(0:35:51.5)
E23: T'sais que j'comprends rien là "(pose sa main sur son front)(0:35:53.5)
E22: Viens on passe au suivant on revient après (0:35:57.5)
E23: (continue de lire l'item)(0:35:59.2)
E22: (tourne la page sur l'item suivant)
(0:36:00.2)

2ème partie de réponse

(1:39:30.6)
E23: Déjà ça dit qui a trois trucs (montre le schéma des 3 bassins) alors qui y'a quatre machins (montre l'image des organismes représentée sous la question) (1:39:34.9)
E22: Quoi (regarde E23) (1:39:36.1)
E23: Là là regarde y'a trois bassins (montre le schéma des 3 bassins)... (1:39:38.5)
E22: Ah ouais (1:39:39.2)
E23: ...alors qui y'a quatre machins (montre l'image des organismes représentée sous la question)à mettre (1:39:40.5)
E22: Et alors y'a plusieurs espèces qui peuvent dormir (montre l'image des organismes représentée sous la question)(1:39:43.3)
E23: Ben non (1:39:44.3)
E22: Ben si genre les herbes marines elles vont pas être dans un bocal toutes seules (1:39:48.3)
E23: (lecture du texte) "Le schéma montre le plan d'une ferme aquatique expérimentant expérimentale avec trois grands bassins d'eau salée..." non "...De l'eau salée filtrée est pompée dans océan avant de passer de bassin en bassin puis d'être finalement rejetée dans l'océan. L'objectif principal de cette ferme est d'élever des soles des soles communes qui seront capturées selon des méthodes de pêche durable." Et les soles communes y'a marqué là "(montre l'image de la sole commune sous la question) (1:40:12.6)
E22: La sole commun (1:40:13.7)
E23: Sole commune (accentuation verbale) (1:40:14.6)
E22: Oui mais moi je lis un autre truc (1:40:17.5)
E23: Du coup des organismes (continue la lecture du texte) "les organismes suivants sont également utilisés dans cette ferme..."(1:40:22.1)
E22: Ben regarde lui et lui (montre l'image de la sole commune et des néréides sous la question) ils sont ensemble vu que (montre la partie des définitions) oh p***n (1:40:26.0)
E23: Okay (1:40:27.1)
E22: Zeubi (1:40:28.4)
E23: P'tin j'ai un ch'veux (1:40:29.8)
E23: Les chercheurs (lecture de la question) "Les chercheurs doivent décider dans quel bassin placer chaque organisme. Transférez le nom de... " (1:40:39.9)

E22: Celui-ci (1:40:40.6)
E23: "...d'organisme ci-dessous dans le bon bassin pour garantir que le que la sole commune est nourrie et et que l'eau salée est rejetée dans l'océan sans être modifiée. Les algues microscopiques..."(1:40:49.2)
E22: Celui-ci et celui-ci (montre l'image de la sole commune et des néréides sous la question) ils vont ensemble parce que lui (montre l'image de la sole commune sous la question) il graille lui (montre l'image des néréides sous la question) (1:40:51.5)
E23: Celui-là on le met pas celui-là on le met pas (montre l'image de la sole commune sous la question) (1:40:52.5)
E22: Mais si (1:40:53.4)
E23: Mais non parce que c'est marqué c'est marqué euh (1:40:55.4) (pause) (1:40:57.2) c'est marqué "(relecture d'une partie de la question)"...Transférez le nom de l'organisme ci-dessous dans le bon bassin pour garantir que le que la sole commune..." et la sole commune (1:41:06.3)
E22: Ben alors on met pas celle-ci (montre l'image des néréides sous la question) vu qu'c'est sa nourriture (1:41:10.5)
E23: Celle-là "(montre l'image de la sole commune sous la question)
on la met pas (1:41:12.8)
E22: (inspiration) (1:41:14.3)
E23: Il faut mettre néréides coquillages et herbes de marais(1:41:17.9)
E22: Et ben alors vas-y go (1:41:18.5)
E23: Ben que comment j'sais quoi ça moi (1:41:20.2)
E22: Ben moi (rire)(1:41:21.5)
E22: Ben yeu yeu (1:41:23.4)
E23: Attends coquillages (lecture de sa définition)"organisme qui se nourrit d'algues micro microsco' (1:41:27.6)
E22: Ah ben tiens c'est là "(montre le bassin 1 qui contient déjà les algues microscopiques) (1:41:27.9)
E23: Ben voilà "(montre le bassin 1) ben mets mets coquillages (1:41:30.0)
E22: Aller aller néréides là (1:41:30.6)
E23: Hein (regarde E22) non c'est coquillages (montre la définition) (1:41:33.3)
E22: Mais oui (1:41:34.4)
E23: (s'apprête à placer un organisme dans le bassin 2) (1:41:34.5)
E22: Non (1:41:35.7)
E23: Mais si (1:41:36.3)
E22: Mais c'est c'que j'te dis (place l'organisme "coquillages" dans le bassin 1 et l'écrit en bleu)(1:41:38.3)
E23: (place l'organisme "coquillages" dans le bassin 1 et l'écrit en noir) j'ai marqué coquillage (1:41:46.3)
E23: Ben néréides (lecture de la définition correspondante) "invertébrés qui se développent très rapidement en se nourrissant d'algues microscopiques."(1:41:53.8)
E22: Non mais c'est une blague (1:41:54.6)
E23: Enlève-toi attends herbes des marais (lecture de la définition correspondante)"herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau" c'est là "(montre le bassin 3) (1:42:04.3)
E22: Ouais (1:42:05.1)
E23: Parce que là elle est rejetée (1:42:05.8)
E22: C'est quoi algues marées (1:42:06.8)
E23: Hum herbes des marais (1:42:08.1)
E22: (place l'organisme "herbes des marais" dans le bassin 3 et l'écrit en bleu)(1:42:09.6)
E23: herbes plus loin marais ensuite (lecture de la légende sous le bassin 2)"les poissons sont capturés dans ce bassin" attends (commence à lire le début de la définition de "sole commune") "le poisson de cet élevage" (1:42:22.3)

E22: Mais du coup l'autre il est là hein néréides (1:42:24.0)
E23: Ben oui mais c'est soit néréides soit euh (1:42:26.4)
E22: Sole des communes (1:42:27.8)
E23: Ouais en fait j'sais pas (1:42:29.5)
E22: Ben on met les deux dans le sac (montre le bassin 2) (1:42:32.3)
E23: Mets euh sole commune (1:42:34.4)
E22: (place l'organisme "sole commune" dans le bassin 2 et l'écrit en bleu) (1:42:34.8)
E23: (relecture du début de la définition de "sole commune")"le poisson de cet élevage" c'est quoi poisson de cet élevage (lecture de la suite de la définition de "sole commune")"...sa nourriture préférée et le na la néréide"(1:42:41.5)
E22: On met les deux vu que lui (montre l'image de la sole commune sous la question) il mange les néréides (place l'organisme "néréides" dans le bassin 2 et l'écrit en bleu) et les néréides (1:42:44.6)
E23: Oui oui oui exact (1:42:45.9)
E22: J'vais t'gifler (regarde E23) (1:42:46.9)
E23: Mais mets (1:42:48.2)
E22: Arrête de faire du bruit là
(1:42:56.3)

Annexe 48. Transcriptions des entretiens à l'item 601Q01 de l'unité libérée « ferme aquatique durable ».

SESC Favorisé et Niveau scolaire en sciences haut
Binôme 1 (0:18:15.4) E2: (tourne la page sur le prochain item: "ferme aquatique durable") (0:18:15.8) E1: Pour celle, pour le schéma euh (0:18:17.5) E2: Alors là on a mis du temps aussi (regarde E1) (0:18:18.7) E1: Non mais c'était ça va c'était plutôt, c'est plus clair j'pense que notre décision finale elle est plutôt bien (0:18:24.2) E2: Ouais (0:18:25.0) R: Alors comment vous avez procédé? (0:18:26.6) E1: donc on a fait un peu l'ordre, on a suivi l'ordre de l'eau (montre avec son doigt la direction que prend l'eau du 1er bassin au dernier bassin) voilà et on s'est dit puisque les algues sont déjà dans le 1er bassin attends comment j'vais expliquer (0:18:39.8) E2: Alors on sait que le filtre (montre sur le schéma), premièrement on sait qu'les filtres que les algues microscopiques donc en fait on a réfléchi en fait euh on voulait, on voulait que l'eau salée soit rejetée dans les océans sans être modifiée donc on a directement pensé que s'qui fallait mettre dans le dernier bassin c'était c'qui permettait euh d'éliminer les déchets et euh les déchets pour pas que l'eau rejetée dans l'océan soit euh sale entre guillemets (0:19:05.7) R: D'accord (0:19:06.1) E2: Après on s'est posé la question on se, bah la question de la nourriture du, de la sole, donc les néréides, la sole et la nourriture des néréides (regarde E1) (0:19:14.6) E1: Hum hum (0:19:14.9) E2: On, on, au début on pensait mettre les néréides dans le même bassin que les algues microscopiques. Or on s'est, ben on s'est, en fait après avoir relu c'est que les filtres laissent passer que les algues microscopiques donc les filtres auraient pas laissé passer les néréides donc en fait ça aurait été inutile parce que les soles auraient pas pu manger les néréides donc en fait on a mis les soles et les néréides dans le même bassin parce qu'on sait que les poissons

sont capturés dans ce bassin donc il faut absolument mettre les soles dans ce bassin et du coup les néréides (montre le 2ème bassin en bas à droite) parce que c'est leur nourriture, leurs nutriments et du coup les algues sont déjà mises (0:19:45.3)
E1: Par rapport à là "(montre le 3ème bassin tout à gauche) euh les herbes de marais c'était, c'était plutôt évident pour nous après les coquillages j'pense que c'était un peu (regarde E2) on était pas sûr parce qu'on nous dit que c'est "organismes qui se nourrissent d'algues microscopiques et d'autres petits organismes présents dans l'eau." donc on s'était dit que c'était peut-être les restes (0:20:05.1)
E2: C'est une finition en fait (0:20:06.0)
E1: Voilà (0:20:06.2)
E2: C'est les algues microscopiques (montre le 1er bassin) qui ont pas été mangées par les néréides (montre le 2ème bassin) ni attrapées enfin du coup elles arrivent dans ce bassin (montre le 3ème bassin) où sont utilisées par les herbes des marais ou par les coquillages et les coquillages au passage prennent les petits organismes présents dans l'eau qui ont pas été absorbés à un autre endroit (0:20:19.0)
E1: mangées par les néréides, ouais donc voilà (0:20:20.6)
R: Très bien la suivante (ferme aquatique)
(0:20:22.3)

Binôme 2

(0:10:14.3)
E3: Donc là la "ferme aquatique"(0:10:18.2)
R: Alors là "(sur la page de texte introductif de l'unité) vous avez souligné quoi? (0:10:22.2)
E3: Donc en fait c'qu'on a souligné c'est que, c'était une façon durable pour euh ces fermes aquatiques parce que c'était intéressant et que néanmoins euh (0:10:32.8)
E4: Y'a deux défis (0:10:33.8)
E3: C'était, y'avait quand même deux problèmes, d'abord nourrir les poissons d'élevage parce que la nourriture, il faut apporter une nourriture nécessaire aux poissons et donc tout en gardant euh parce que le problème c'est que les déchets qui étaient rejetés par les poissons étaient aussi dangereux et donc il fallait trouver un moyen pour avoir un (bouge les deux mains de haut en bas en alternance) un correcteur (0:10:54.9)
R: D'accord (0:10:55.3)
E4: Ouais (0:10:55.8)
E3: Voilà c'est c'qu'on avait souligné (0:10:57.5)
R: Donc là vous avez souligné juste pour (0:10:59.2)
E3: Pour euh connaître un p'tit peu voilà (0:11:01.1)
E4: Pour réutiliser c'est juste pour les connaissances euh (0:11:01.4)
E3: Pour un peu comprendre euh sur quoi on était (0:11:04.1)
E4: Là c'était ouais (0:11:06.2)
E3: Donc il fallait, il fallait qu'on classe, qu'on range les différents individus, êtres vivants (montre les illustrations en bas de l'item) (0:11:11.0)
E4: Et en fait au début on avait pas très bien, on avait pas lu la...(0:11:14.9)
E3: On avait pas bien lu (montre les indications en-dessous des bassins) (0:11:15.2)
E4: ...les légendes (montre les indications en-dessous des bassins) et ça (0:11:16.7)
E3: Et en fait c'est ça qui nous a fait changer d'avis (0:11:18.3)
E4: Ouais parce que en fait ici (montre l'item suivant) c'était le même texte (0:11:21.7)
E3: Et en fait on a remarqué que (montre les indications en-dessous des bassins) moi j'ai regardé ça (0:11:23.9)
E4: Et du coup quand on avait vu qui avait la légende et ben on a complètement changé d'avis ici (montre l'illustration des bassins à droite de l'item)(0:11:26.5)

E3: On a regardé, changé notre idée, donc en fait d'abord c'qu'on a réfléchi (montre le 2ème bassin) c'est que (montre une définition dans le texte introductif à gauche de l'item) les algues microscopiques (montre le 1er bassin) elles ont besoin de lumière et de nutriments (montre sa définition dans le texte introductif à gauche de l'item) donc elles sont déjà dans ce bassin-là "(montre le 1er bassin) où l'eau rentre ensuite on a vu que les néréides (montre sa définition dans le texte introductif à gauche de l'item) euh elles se développent très rapidement en se nourrissant des algues microscopiques mais c'qu'on a pu voir c'est que les algues microscopiques elles passent à travers le filtre donc (0:11:50.7)
E4: Et on sait que les néréides enfin qu'eux ils ont besoin des algues microscopiques (montre un élément écrit dans le 2ème bassin) (0:11:54.8)
E3: Les néréides, que les soles com', que les coquillages (montre le 2ème bassin) ont besoin d'algues microscopiques et aussi donc d'autres organismes comme les néréides (montre le 2ème bassin) par exemple pour donc se nourrir et ensuite les soles (0:12:02.9)
E4: Les soles ont besoin des néréides (0:12:04.0)
E3: néréides (montre le 2ème bassin)(0:12:04.2)
E4: Faut pas qu'il y ait un filtre qui stoppe leurs euh leurs interactions parce que (0:12:09.5)
E3: Faut qu'il y ait les néréides et les soles avec leur nourriture de passer parce que le filtre il permet juste aux algues de passer donc (0:12:14.8)
E4: C'qui veut dire que si on mettait les néréides là "(montre le 1er bassin) et ben la sole commune ne pourrait pas être nourrie (0:12:18.8)
E3: Les néréides ici (montre le 1er bassin) ils auraient pas, les soles auraient pas une nourriture parce qu'elle se nourrit pas des algues microscopiques elle se nourrit des néréides et donc quand on a les algues microscopiques qui passent ça permet aux néréides d'être nourries après les coquillages de se nourrir également des algues microscopiques et des néréides et ensuite la sole commune de se nourrir elle-même (0:12:31.4)
E4: Hum et là (montre le 3ème bassin) herbes des marais parce que c'est écrit (montre sa définition) que "ça absorbe les nutriments et les déchets de l'eau" (0:12:36.0)
E3: Et ici on est dans (montre le 3ème bassin) (0:12:36.7)
E4: Et donc là "(montre les indications en-dessous du 3ème bassin) c'est "nettoyer dans ce bassin" (0:12:38.2)
E3: Donc l'eau elle est nettoyée par les herbes des marais (0:12:39.8)

SESC Favorisé et Niveau scolaire en sciences moyen

Binôme 3

(0:09:04.5)
E6: Euh "ferme aquatique" y'avait pas de question (montre la page du texte introductif)(0:09:06.7)
E5: Non c'était derrière (tourne la page sur l'item suivant: "ferme aquatique") (0:09:07.9)
E6: Ah oui là, euh ben là en plus de lire le document on s'est, ben (0:09:15.2)
E5: Ben fallait juste suivre en fait (0:09:17.0)
E6: Fallait ouais fallait voir c'qui mangeait (0:09:19.7)
E5: Qui mange qui (0:09:19.8)
E6: Qui mange qui, qui mange quoi donc vu que les, ces deux-là on savait (0:09:24.6)
R: Et vous vous êtes servis d'informations du texte euh d'introduction (0:09:28.4)
E5: Oui d'introduction ici (montre le texte à gauche de l'illustration) (0:09:29.9)
E6: D'introduction euh (montre le texte à gauche de l'illustration) (0:09:30.9)
R: Et vous êtes retournés au texte d'intro, d'introduction aussi? (0:09:33.8)
E6: Oui un peu, pas beaucoup (0:09:35.1)
E5: Non en fait, non pas du tout (rire)(0:09:36.3)
E6: (rire) Euh j'me souviens plus oui p'être p'être pas on l'a lu, on a tourné et on s'est servi de ça là "(rire) (montre le texte à gauche de l'illustration) (0:09:41.9)

E5: (sourire) Ouais surtout de ça ouais (0:09:43.1)
E5 et E6: (rire)(0:09:46.0)
E5: Bon ben voilà
(0:09:46.7)

SESC Favorisé et Niveau scolaire en sciences bas

Binôme 7

(0:14:06.3)
R: Ensuite vous aviez l'item "ferme aquatique durable" avec un texte le dessin d'un poisson (tourne la page de l'introduction générale sur l'item) et puis après vous aviez euh une un autre texte assez long avec un schéma (0:14:23.2)
E17: Oui (0:14:23.7)
R: Et euh on vous demandait (0:14:27.9)
E16: De compléter le schéma (0:14:30.4)
R: De compléter le schéma voilà (0:14:32.0)
E17: Avec ça (montre les images des différents organismes sous la question)(0:14:32.5)
R: Oui c'est ça alors comment vous avez fait (0:14:34.7)
E17: En fait euh (0:14:37.2)
E16: Euh ben on s'est aidé du texte (0:14:38.4)
R: Ouais (0:14:39.0)
E16: pour comprendre c'que c'était (0:14:40.1)
R: Duquel texte celui-là "(montre le texte au-dessus de la question à gauche du schéma) ou celui d'avant (0:14:42.7)
E16: Euh oui celui-ci (montre le texte au-dessus de la question à gauche du schéma) (0:14:42.9)
E17: Celui (montre le texte au-dessus de la question à gauche du schéma) enfin le 1er on l'a lu 2 fois enfin moi j'l'ai lu 1 1ère fois (0:14:47.0)
R: Ouais (0:14:47.5)
E17: Et puis après j'l'ai relu (0:14:48.7)
R: Vous y êtes retournées (0:14:49.2)
E17: Oui (0:14:49.6)
R: Ouais (0:14:50.0)
E17: Et euh ben celui-là aussi (montre le texte au-dessus de la question à gauche du schéma) pour savoir les définitions quand même (montre l'image des organismes en dessous de la question) pour savoir euh... (0:14:54.2)
R: D'accord (0:14:54.8)
E17: ...qu'est-ce que c'était exactement mais pour cette question on a eu un peu de mal à savoir où placer enfin on a beaucoup eu d'hésitations (0:15:01.4)
R: D'accord (0:15:02.3)
E17: Et euh du coup euh (0:15:04.1)
R: Qu'est-ce que vous aviez comme hésitations entre quoi et quoi (0:15:06.6)
E16: C'était coquillages pas herbes des marais (montre le 1er bassin et rire)(0:15:10.5)
E17: Oh zut (0:15:11.3)
E16: C'est pas grave (0:15:12.2)
E17: (barre la réponse "herbes de marais" dans le bassin 1 pour indiquer "coquillages") (0:15:20.5)
E16: Euh ben parce que du coup il fallait bien comprendre c'que c'était (montre les définitions des organismes) et bien voir euh (montre les images des organismes sous la question) qu'est-ce qui de quoi est-ce qu'ils se nourrissaient...(0:15:23.0)
R: Hum hum (0:15:23.5)

E16: ...pour pouvoir compléter (montre le schéma) et ça ait d'la logique (montre le passage de bassin en bassin avec son index) (0:15:26.5)
R: Ouais (0:15:27.0)
E16: Et euh du coup ben on a vu que euh directement que la sole commune (montre la définition) elle se nourrissait de néréides du coup ben les deux ils devaient être assemblés (0:15:38.8)
R: Hum hum (0:15:39.4)
E17: Du coup on les a mis ensemble ici (montre le bassin 2) (0:15:41.0)
R: D'accord (0:15:41.6)
E16: Et que les algues c'était le seul qui passait à travers les filtres (montre le passage de bassin en bassin avec son index) donc euh les néréides se nourrissaient d'algues donc de n'importe quelle manière ils auraient pu se nourrir et qu'les coquillages se nourrissaient d'algues aussi donc euh (montre le 1er bassin) ils allaient pouvoir (0:15:55.2)
E17: Ils en auraient eu (0:15:55.5)
E16: Et que l'herbe des marais c'était celui qui euh (montre la définition) qui abordait les nutriments (0:16:01.9)
E17: absorbe (rire) (0:16:02.4)
E16: absorbait (rire) les nutriments et les déchets de l'eau donc euh avant que et que (lecture de la légende sous le bassin 3) l'eau est nettoyée dans ce bassin donc comme ça ils pouvaient euh (0:16:11.2)
E17: nettoyer l'eau (0:16:12.2)
E16: nettoyer l'eau (0:16:12.7)
R: D'accord donc et qu'est-ce qui qu'est-ce qui vous a posé problème puisque vous dites que vous avez eu c'était pas simple (0:16:20.0)
E17: Ben en fait c'était juste au début on était un peu euh on était un peu confuse sur euh sur les différentes euh sur les différentes choses à placer (montre l'image des organismes sous la question) (0:16:30.2)
R: D'accord (0:16:30.7)
E17: Du coup on a dû relire plusieurs fois (montre les définitions à gauche du schéma) et euh (0:16:32.7)
R: D'accord (0:16:33.1)
E17: Et euh essayez de comprendre mais du coup après ça va (0:16:34.8)
R: Okay et la question suivante
(0:16:37.5)

Binôme 12

(0:21:20.2)
R: Alors ensuite ferme aquatique durable vous aviez euh une assez longue introduction (tourne la page sur l'item) qui vous expliquait un peu c'que c'était et puis ensuite vous aviez euh le schéma de 3 bassins qui représentaient la ferme aquatique enfin une ferme aquatique durable et vous aviez plusieurs organismes à placer dans les bassins comment ici vous avez procédé pour répondre (0:12:57.4)
E27: Alors là c'est plutôt E26 (0:12:59.0)
E26: (petit rire) (0:12:59.5)
R: D'accord (0:13:00.2)
E27: Moi j'étais d'accord mais j'ai pas le enfin le temps que ça monte (touche ses tempes avec ses index) et que j'réfléchisse « E » avait déjà trouvé toutes les réponses (0:13:05.8)
R: Okay d'accord (0:13:07.2)
E26: (inaudible) du coup faut qu'j'explique là (0:13:09.9)
E27: (rire) (0:13:10.6)
R: (rire) (0:13:10.9)

E26: Et ben euh on a regardé "(montre la partie des définitions) toutes les caractéristiques... (0:13:14.9)
R: Ouais (0:13:15.4)
E26: ...des... (0:13:16.4)
R: des organismes (0:13:18.1)
E26: ...des différents êtres vivants (0:13:19.0)
R: Hum hum (0:13:19.7)
E26: Puis après du coup euh j'ai vu que dans les néré' les néréides (montre la définition correspondante) il mangeaient des algues microscopiques du coup il fallait qu'ils soient dans le bassin des algues microscopiques (0:13:29.9)
R: Ouais (0:13:30.8)
E26: Et que les soles communes j'sais pas devaient euh manger des néréides du coup fallait qu'ils soient dans le bassin après les néréides (0:13:39.2)
R: D'accord (0:13:39.9)
E26: Du coup on l'a mis après les néréides(montre le bassin 1 puis le bassin 2) et que les herbes des marais ben mangeaient les nutriments et les déchets de l'eau du coup pour nous fallait qu'ils soient dans l'dernier... (montre le bassin 3) (0:13:49.7)
E27: Les coquillages aussi (0:13:51.2)
E26: ...pour que dans l'eau rejetée dans l'océan soit plus propre et les coquillages euh parce que c'est euh ça mange les petits organismes présents dans l'eau donc qui peuvent être des déchets aussi (0:14:03.2)
R: D'accord très bien
(0:14:04.3)

SESC Défavorisé et Niveau scolaire en sciences haut

Binôme 6

(0:10:42.0)
R: Alors ensuite on avait ferme aquatique durable vous aviez... (0:10:46.3)
E15: Ouais (0:10:46.8)
R: ...une introduction là vous y avez passé plus de temps parce que du coup c'est sur celui-là où vous êtes revenues (0:10:51.4)
E14 et E15: Oui (0:10:51.7)
R: Okay (0:10:52.6)
E15: Et là en fait on avait pas lu les doc' enfin on avait pas tout lu (0:10:55.9)
R: D'accord (0:10:56.6)
E15: Du coup on pensait que euh on pensait pas qu'les algues pouvaient euh passer (montre le passage du bassin 1 au bassin 2) alors que là "(montre la légende des filtres) c'est écrit "permettent aux algues microscopiques de traverser les bassins" enfin que les filtres elles permettent et donc euh on on a on a pas réussi au début parce qu'on pensait qu'il fallait mettre les néréides avec les algues (0:11:16.5)
R: D'accord (0:11:17.1)
E15: Mais euh puisque les néréides se nourrissent d'algues sauf que les les soles aussi se nourrissent de néréides donc il fall' il aurait fallu tout mettre dans un même euh dans un même bassin donc euh c'est pour ça qu'on est revenu après mais quand on a su que euh (montre la légende des filtres) les algues (montre le passage du bassin 1 au bassin 2)pouvaient traverser enfin pouvaient... (0:11:34.4)
R: Hum hum (0:11:35.3)
E14: ...passer le filtre (0:11:35.9)
E15: Oui passer à travers le filtre on a on a mis donc les néréides on savait que les soles enfin que les poissons ils étaient capturés dans ce bassin là (montre le 2ème bassin)(0:11:45.8)
R: D'accord (0:11:46.4)

E15: Et que comme elles se nourrissent de néréides on les a mis dans le même bassin et euh comme les herbes de marais ils euh absorbent les nutriments et les déchets de l'eau et qu'il faut qu'à la fin il que qu'à la fin le (0:11:59.6)(pause)(0:12:04.3) que les déchets rejetés dans l'eau enfin dans l'océan il soit enfin qui ait plus de déchets quoi et que les coquillages aussi (montre le 3ème bassin) ils euh ils se nourrissent de de d'autres petits organismes donc euh voilà (0:12:18.5)
R: D'accord et c'que j'aimerais savoir c'est que quand vous avez décidé de revenir euh plus tard dessus est-ce que la 1ère fois vous aviez déjà donné une réponse et vous avez changé ensuite (0:12:27.5)
E15: Les herbes de marais oui (montre le 3ème bassin)
on les avait mis (0:12:29.8)
E14: Mais pas le reste (0:12:30.3)
E15: Mais on a pas mis le reste (0:12:31.4)
R: Mais vous les aviez déjà mis dans c'bassin vous avez pas changé de... (0:12:33.8)
E15: Oui non on a pas changé(0:12:34.3)
E14: Non (0:12:34.7)
R: ...les organismes de bassin entre temps (0:12:36.0)
E15: Non (0:12:37.1)
R: Okay très bien
(0:12:37.7)

Binôme 8

(0:13:02.5)
R: Alors "ferme aquatique durable" donc ça c'est plusieurs pas hein (0:13:07.3)
E18 et E19: Oui (0:13:08.1)
R: Dites-moi (0:13:10.5)
E19: (rire) celle-là c'était un peu (0:13:13.8)
E18: Ouais (0:13:14.4)
R: C'était un peu (0:13:15.2)
E19: Long (0:13:15.5)
E18: Ah ouais (0:13:16.1)
R: Long (0:13:17.9)
E18: Euh (0:13:19.3)
E19: Parce qu'au début (0:13:20.5)
E18: Ben on a d'abord lu (tourne la page de l'item sur la page de l'introduction générale) (0:13:21.2)
E19: Oui (0:13:22.0)
E18 et E19: ça (montre l'introduction générale) (0:13:22.7)
R: Oui (0:13:23.1)
E18: (tourne la page de l'introduction générale sur la page de l'item)(0:13:24.1)
E19: Et tout ça (montre le texte au-dessus de la question) (0:13:25.5)
E18: Voilà (0:13:26.3)
E19: Après on a regardé les (montre les informations au-dessus du schéma des bassins) les notes qui sont écrites là (0:13:31.0)
R: oui (0:13:31.4)
E19: Et d'abord on a hésité parce que euh soit les coquillages (montre l'image de l'organisme en dessous de la question) que les néréides se nourrit de des algues (montre cet organisme dans le 1er bassin) (0:13:43.1)
R: Oui (0:13:43.8)
E19: Mais après euh on a lu on a relu et on a constaté que... (0:13:49.8)
E18: Ouais (0:13:50.4)

E19: ... (montre la légende des filtres sous le bassin 2) les filtres permettent euh aux algues de (montre le passage du bassin 1 au bassin 2) de passer (0:13:56.0)
E18: Enfin on avait vu cette dernière phrase (montre la légende des filtres sous le bassin 2) (0:13:56.7)
E19: Oui (0:13:57.0)
E18: Du coup ça a dû tout changer (0:13:58.4)
R: Vous avez pas lu là (0:13:59.3)
E19: Celle-là "(montre la légende des filtres sous le bassin 2) (0:13:59.7)
R: Ah oui "les filtres qui permettent uniquement aux algues microscopiques de traverser..." (0:14:03.7)
E19: "...de traverser..."(0:14:04.3)
R: Et ça vous n'aviez pas pris en compte (0:14:06.9)
E18: Oui (0:14:07.1)
E19: Non (0:14:07.4)
R: Donc ça vous avez changé (0:14:08.5)
E18: Oui (0:14:09.3)
R: vous avez modifié votre réponse (0:14:09.9)
E19: Oui (0:14:10.1)
E18: Oui oui (0:14:10.7)
R: D'accord donc ça c'est la nouvelle réponse vous avez effacé et vous avez réécrit (0:14:14.9)
E18: On avait pas écrit (0:14:15.9)
E19: Non non on avait écrit (0:14:17.1)
R: Vous n'aviez pas écrit encore (0:14:17.4)
E18: Oui oui (0:14:18.3)
R: D'accord et au début vous aviez dit quoi vous vous rappelez (0:14:21.8)
E19: Parce que les néréides et les coquillages (montre l'image de l'organisme en dessous de la question) (0:14:25.2)
E18: se nourrissaient d'algues microscopiques (montre cet organisme dans le bassin 1)(0:14:27.6)
R: Oui (0:14:27.8)
E18: Alors que du coup les algues elles peuvent euh (bouge son index de bassin en bassin)(0:14:30.3)
R: Elles peuvent dans les (0:14:31.1)
E18: Voilà (0:14:31.3)
E19: Oui (0:14:31.6)
E18: dans les autres (0:14:32.0)
R: Elles peuvent passer au travers des filtres (0:14:33.6)
E18: Du coup on a changé (montre le bassin 2)(0:14:35.1)
R: D'accord donc vous avez mis "coquillages" en pre' ici (montre le 1er bassin) qu'est-ce qui vous a amené à choisir "coquillages" ici (montre le 1er bassin)(0:14:42.2)
E18: parce que les coquillages (montre la partie avec les définitions) se nourrissent (0:14:44.8)
E19: se nourrissent des algues (montre cet organisme dans le 1er bassin) mais les néréides (0:14:48.2)
E18: Que le c'est le sole ou (regarde R)(0:14:50.7)
R: (hoche légèrement la tête de haut en bas)(0:14:51.3)
E18: oui le sole commun euh commune (0:14:52.6)
R: Hum(0:14:53.0)
E18: la sole (0:14:53.6)
R: La sole commune (0:14:54.6)
E18: La sole commune elle se nourrit de né' (0:14:58.0)
E19: néréi' (0:14:59.5)

E18: néréides (0:15:00.2)
R: D'accord (0:15:00.7)
E19: néréides (0:15:01.4)
R: Et donc vous avez rajouté ici (montre le dernier bassin) (0:15:03.1)
R et E18: herbes des marais (0:15:04.0)
E19: Parce qu'il ici (montre la définition des herbes de marais) ils nous disent que elle a absorbe les nutriments et les déchets de l'eau et comme l'eau doit être rejetée à l'océan comme elle était avant donc ça (montre le dernier bassin) ça permettait de filtrer mieux l'eau (0:15:18.8)
R: d'accord très bien
(0:15:20.0)

Binôme 9

(0:05:23.8)
R: Alors vous aviez ensuite "la ferme aquatique durable" donc beaucoup de... (montre le texte de l'introduction générale)(0:05:27.6)
E20: (tourne la page de l'introduction générale sur l'item) (0:05:27.7)
R: ...de texte ici (0:05:28.5)
E20: C'était un peu moins compréhensible ça (montre l'item) (0:05:30.3)
R: Ouais okay (0:05:31.5)
E21: C'était pas trop dur (0:05:32.3)
E20: (rire et regarde E21) (0:05:34.0)
R: Alors comment vous avez procédé pour cette 1ère question donc fallait placer les organismes dans les différents bassins (montre le schéma) est-ce que vous pouvez m'expliquer un p'tit peu comment vous avez procédé pour répondre (0:05:41.9)
E20: Ben déjà on a mis "herbes de marais" ici (montre le bassin 3) parce que on a vu qu'ici (montre la définition des herbes de marais) l'herbe qui absorbe les nutriments et les déchets de l'eau ben c'est là "(montre le bassin 3) parce que (montre la légende du bassin 3) "l'eau est nettoyée dans ce bassin-là" du coup euh ils mangent les nutriments... (0:05:51.8)
R: d'accord (0:05:52.5)
E20: ...qui sont ici (montre le bassin 3) et euh ouais on a mis euh sole commun et néréides ici (montre le bassin 2) parce qu'eux ils mangent les algues microscopiques j'crois c'est ça hein (regarde St21) (0:06:01.7)
E21: Hum (0:06:02.1)
E20: ouais alors que si les algues ils les mangent ici (montre le bassin 1) ils pouvaient pas passer ici les algues microscopiques alors que là on voit qui sont passés ici j'crois c'est ça hein (regarde E21) (0:06:09.8)
E21: (hoche la tête de haut en bas) (0:06:10.7)
E20: Hum (0:06:11.0)
R: Alors c'est les algues microscopiques qui peuvent pas passer ici (montre le passage du bassin 1 au bassin 2) (0:06:13.4)
E20: S'ils peuvent passer (montre le passage du bassin 1 au bassin 2) mais si le sole commun et les néréides le mangent ils peuvent plus passer parce qu'ils ont mangé " (0:06:18.6)
R: D'accord okay (0:06:21.4)
E20: J'crois qu'c'est ça hein (regarde E21)(0:06:21.6)
E21: Ouais en fait la sole mange les néréides et les néréides mangent les algues et si on mettait les néréides ici (montre le bassin 1) la sole pourrait pas les atteindre (en parlant des néréides) et si les néréides ici et ben ils mangeraient toutes les algues et voilà et du coup y'aurait plus rien (0:06:34.5)
E20: Ouais c'est bon (0:06:34.7)

R: D'accord j'ai compris okay donc vous aviez mis ça en 1er (montre la réponse "néréides" écrite dans le bassin 1 et barrée) puis vous êtes revenues dessus (0:06:37.9)
E20: Hum (0:06:38.3)
R: Okay parce que vous avez vu qu'il y avait un filtre (montre le filtre sous le bassin 1) c'est pour ça qu'vous avez pas mis "néréides" ici (montre le bassin 1)(0:06:43.5)
E21: Oui (0:06:44.1)
E20: Ouais (0:06:44.3)
R: C'est ça et alors "coquillages" vous m'en avez pas parlé "(0:06:46.5)
E21: Euh "coquillages" euh (0:06:49.4)
R: Il m'semble en tout cas (0:06:50.6)
E21: On l'a mis au pif j'crois (regarde E21) non (0:06:51.4)
R: Ah vous l'avez mis au pif (0:06:52.7)
E21: Non mais on a dit qui qu'est-ce qui ferait au début (montre le bassin 1) qu'est-ce qui ferait là du coup on l'a mis ici (montre le bassin 3) (0:06:56.5)
E20: Ben oui (0:06:56.9)
R: Donc vous avez fait par élimination quoi (0:06:58.4)
E21: Tout à (0:06:59.0)
R: Ils peuvent pas aller dans l'premier bassin ils pouvaient pas aller dans l'deuxième donc ils vont dans troisième (0:07:01.9)
E21: Ouais tout simplement (0:07:02.8)(pause et fronce les sourcils)(0:07:05.9) voilà "(rire) (0:07:07.6)
R: (rire) très bien okay
(0:07:09.0)

Binôme 11

(0:13:45.8)
R: Et donc ici vous aviez euh le schéma de plusieurs bassins qui représente la ferme aquatique durable alors est-ce qu'ici vous pouvez me dire un p'tit peu comment vous avez procédé pour choisir euh quel organisme allait dans quel bassin (0:14:00.6)
E25: (regarde E24) (0:14:02.9)
E24: Hum j'sais pas j'sais plus trop (0:14:05.8)
E25: À mon avis les herbes des marais c'était pour que ça déjà ici (montre le bassin 3) c'était pour pour euh un peu nettoyer l'eau en quelques sorte (0:14:15.3)
R: Hum hum (0:14:15.8)
E25: Pour que les nutriments les déchets et dans le cas des coquillages c'était (lecture d'une partie de la définition des coquillages) "des petits organismes présents dans l'eau et des algues microscopiques" pour que ce soit dans l'eau qui retourne à l'océan(0:14:27.7)
R: D'accord donc vous vous êtes aidés des descriptions pour euh répondre à ça okay (0:14:31.9)
E25: Ici (montre le bassin 2) les néréides et les soles communes euh c'est déjà parce que les néréides c'est ce dont se nourrissent les soles communes et les soles communes ici pour parce que ça peut pas être dans le dernier comme ça doit être nettoyé dans le dernier avant qu'ça parte et c'est pas dans le premier j'ai oublié pourquoi on les (petit rire) (0:14:52.2)
E24: Hum (0:14:53.1)
E25: Enfin (0:14:53.5)(petit rire)(0:14:59.8) si là y'a marqué "(montre la légende sous le bassin 2)"les poissons sont capturés dans ce bassin" donc ça peut pas être dans celui d'avant (montre le bassin 1)(0:15:04.2)
R: D'accord et alors j'vois qu'vous avez placé aussi (montre le bassin 2) euh des herbes de marais ici (0:15:08.8)
E25: Oui pour euh nettoyer les déchets déjà (0:15:12.4)
R: Ouais les déchets de qui (0:15:14.2)

E25: Des des poissons (0:15:15.2)
E24: Hum (0:15:16.0)
R: D'accord okay très bien
(0:15:17.5)

Individuel 3

(0:11:32.7)
R: Comment tu as procédé pour arriver jusqu'à TES réponses du coup (ferme aquatique durable 1)? (0:11:36.3)
E11: Ouais alors euh déjà pour euh pour celle-là (montre l'illustration des "herbes des marais") (0:11:41.4)
R: Ouais les herbes de marais (0:11:42.7)
E11: Ouais, ils disent que c'est des "herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau" donc euh comme l'eau (montre le bassin tout à gauche) enfin là y'a écrit que l'eau est nettoyée dans ce bassin ça veut dire que c'est, c'est ces herbes qui ont absorbé les déchets et les nutriments (0:11:59.6)
R: D'accord (0:12:00.3)
E11: Et après pour euh le sole commune pour le poisson comme y'avait écrit (montre le 2ème bassin en bas à droite) "les poissons sont capturés dans ce bassin" et j'me suis dit que ils vont être là(0:12:12.9)
R: Hum hum (0:12:13.8)
E11: Et pour euh les néréides enfin le poisson euh il se nourrit de ça donc forcément ça va être dans le même bassin (0:12:23.7)
R: Ouais (0:12:24.3)
E11: Et pour les coquillages euh ben ils se nourrissent d'algues microscopiques enfin les algues elles sont là(montre le premier bassin) mais comme il y a le filtre elles pourront passer donc il y aura des algues ici (montre le 2ème bassin en bas à droite) et ici (montre le 3ème bassin tout à gauche) enfin ici non parce que l'eau il va être nettoyé mais euh enfin euh j'me suis dit c'est presque pareil si j'le mets là(montre le 1er bassin) ou là(montre le 2ème bassin) parce qu'ils se nourrissent d'algues mais comme euh ils se nourrissent aussi d'autres petits organismes (0:12:58.6)
R: Oui (0:12:59.4)
E11: Là ça s'trouve où il y a d'autres déchets (montre le 2ème bassin) et tout ça ben le coquillage il va, il va se nourrir des algues (montre le 1er bassin) et il va se nourrir aussi des autres déchets (montre le 2ème bassin) donc ça va permettre un peu aussi de nettoyer et euh (0:13:11.0)
R: D'accord (0:13:11.9)
E11: Cette partie (montre le 3ème bassin tout à gauche) (0:13:13.2)
R: Et est-ce que t'as hésité du coup entre les deux bassins et c'est le fait que ça nettoie qui t'as euh qui t'as fait y mettre là (0:13:19.6)
E11: J'ai hésité un peu pour le poisson parce que je me suis dit enfin le poisson il va être dans un milieu propre du coup j'me disais peut-être (montre le 3ème bassin tout à gauche) j'vais le mettre là mais après comme il y avait écrit "les poissons sont capturés dans ce bassin" (0:13:35.6)
R: D'accord mais je voulais dire pour les coquillages (0:13:38.0)
E11: Oui (0:13:39.0)
R: Est-ce que t'as hésité entre ce bassin (montre le 1er bassin) et lui (montre le 2ème bassin) et c'est le fait de rendre le bassin plutôt propre... (0:13:43.4)
E11: Oui (0:13:44.1)
R: ...qui t'a fait dire (0:13:44.2)
E11: Oui, oui (0:13:44.6)

R: Okay, très bien (0:13:46.3)
E11: (tourne la page sur le prochain item)
(0:13:48.3)

SESC Défavorisé et Niveau scolaire en sciences moyen

Individuel 1

(0:10:39.8)
R: D'accord, bon alors continuons "Ferme aquatique durable" introduction (0:10:46.7)
E7: Alors j'ai lu tout le texte (0:10:49.1)
R: Oui (0:10:49.9)
E7: Les deux paragraphes (0:10:51.1)
R: Oui (0:10:52.1)
E7: Ensuite j'suis allée à la page d'après (0:10:54.9)
R: Ouais (tourne la page sur l'item suivant) (0:10:55.3)
E7: Et la page d'après et (0:10:57.4)
R: La question 1 sur 4 (0:10:58.9)
E7: Oui et en fait j'ai placé assez naturellement parce qu'ici grâce aux (montre le texte dans la partie gauche de l'item) j'ai aussi lu toutes les informations qu'on nous donnait (0:11:09.5)
R: Oui (0:11:09.8)
E7: Et ensuite j'ai fait mon choix pour placer donc ça s'est fait assez naturellement parce que je savais que l'herbe des marais c'était à la fin (montre le dernier bassin tout à gauche de l'illustration) parce qu'on disait que c'était pour "absorber les nutriments et les déchets de l'eau avant de rejeter dans l'océan" euh la sole commune ben quand elle se fait pêcher enfin là où les poissons se fait pêcher c'est là où ils vivent du coup je l'ai mis dans le 2ème bassin (montre le bassin en question) (0:11:31.2)
R: Hum hum (0:11:32.3)
E7: Et ensuite pour les coquillages et les néréides j'ai, j'ai mis les néréides dans le bassin avec la sole commune parce que la sole se nourrit de néréides et que l'eau qui arrive du 1er bassin non les néréides se nourrit d'algues microscopiques qui se trouvent dans le 1er bassin sauf qu'on pouvait pas les néréides dans le 1er bassin parce qu'ils auraient pas passé le filtre alors que les algues microscopiques elles si (0:12:02.1)
R: Aah (0:12:02.9)
E7: Du coup voilà c'était obligé de la mettre ici sachant que euh que c'est logique que ce soit dans le même bassin que là où le poisson se nourrit (0:12:11.9)
R: Oui (0:12:12.5)
E7: Ensuite j'ai mis coquillages dans le dernier parce que en fait on pouvait pas le mettre dans les deux autres parce que dans le 1er le coquillage se nourrit d'algues dans le 1er il aurait mangé les algues avant que les néréides puissent se nourrir donc ça aurait entraîné un cercle vicieux si la néréide ne peut pas se nourrir la sole commune non plus et du coup on peut pas pêcher et du coup nous on peut pas manger de poisson. Donc pas dans le 2ème parce que une fois encore ce serait nourri de la nourriture des néréides qui sont dans le même bassin donc je l'ai mis dans le 3ème parce que c'est le bassin où l'eau elle est nettoyée (0:12:47.9)
R: Hum (0:12:48.7)
E7: Et du coup euh pour pas relâcher dans l'océan de l'eau avec algues microscopiques ben il fallait que les coquillages débarrassent cette eau des algues justement (0:12:57.7)
R: D'accord bon donc tu as, tu as pas hésité (0:13:02.7)
E7: Non (0:13:03.0)
R: Tu as, non (0:13:04.0)
E7: L'explication était beaucoup plus longue que le raisonnement mais (sourire)
(0:13:06.1)

Individuel 2

(0:14:15.9)
R: Alors ensuite (tourne la page sur le prochain item)"ferme aquatique durable" alors là tu avais un long texte, une photo de poisson et encore un long texte avec un schéma pour euh répondre à la 1ère question alors comment as-tu procédé? (0:14:42.2)
E10: Euh après avoir tout lu, relu plusieurs fois d'ailleurs les définitions et ce dont les coquillages et les plantes elles ont besoin j'ai essayé de les placer juste en me servant de la logique, j'me suis dit que l'herbe des marais c'est celle qui devait être placée là "(montre le dernier bassin tout à gauche) car elle euh nettoie l'eau et j'ai vu que l'eau avait besoin d'être nettoyée avant de sortir donc euh c'est l'étape là "(montre le dernier bassin tout à gauche) où l'eau elle est nettoyée avant de sortir (soufflement) dans celui-là "(montre le 2ème bassin tout en bas à droite) j'ai décidé de rien mettre car euh c'est ici que les poissons sont capturés et si les poissons sont capturés sans avoir mangé et ben ils vont, ils vont mourir (petit rire) et juste avant (montre le 1er bassin tout en haut à droite) euh j'ai mis euh j'ai mis les néréides car les néréides doivent se nourrir d'algues microscopiques pour pouvoir nourrir les soles et des coquillages doivent se nourrir d'algues microscopiques et ils servent pas à grand-chose ici (0:15:47.9)
R: D'accord donc du coup pour mettre ces noms, tu, comment tu, comment tu as fait, tu t'es servi de ce texte, c'est ça ici? (montre le texte à gauche de l'illustration) (0:16:00.7)
E10: Oui (0:16:01.0)
R: Ouais tu es revenue au texte, celui-là (tourne la page sur la partie introductive précédant l'item) ou pas, introductif (0:16:06.3)
E10: Oui j'lai relu une ou deux fois (0:16:08.1)
R: D'accord il t'a servi pour euh pour compléter (0:16:11.6)
E10: Oui (0:16:12.3)
R: En quoi il t'a servi, qu'est-ce qui t'a servi. Est-ce que tu te souviens (0:16:15.8)
E10: Euh (0:16:16.3)
R: Une phrase ou des mots qui t'ont servi? (0:16:18.2)
E10: C'était les étapes (0:16:19.3)
R: D'accord, c'est ça tu veux dire un, deux (0:16:26.2)
E10: "Nourrir les poissons d'élevage" c'est pour ça que c'est euh c'est l'étape 1 est la raison pour laquelle ce bassin est vide (montre le 2ème bassin tout en bas où l'élève avait initialement écrit "sole commune" avant de le barrer) car j'me suis dit que les soles communes avaient besoin de manger avant d'être capturées (0:16:35.9)
R: D'accord (0:16:37.3)
E10: J'me suis servie de tout et j'ai tout relu plusieurs fois (0:16:39.7)
R: D'accord, tu l'as trouvé difficile celle-là? (0:16:45.2)
E10: Oui un peu
(0:16:46.0)

Binôme 4

(0:10:32.2)
R2: Alors sur celle-ci (ferme aquatique durable) comment vous avez procédé pour arriver jusqu'à la réponse? (0:10:39.6)
E8: Euh déjà en gros on savait que l'herbe des marais elle absorbe les nutriments et les déchets. On sait qu'ici quand l'eau elle arrive ici (montre le dernier basin tout à gauche) l'eau elle est nettoyée donc euh ben forcément, y'aura forcément des herbes des marais ici pour euh nettoyer l'eau et absorber les nutriments comme ça l'eau (0:10:56.2)
E9: Les déchets (0:10:56.7)

E8: quand elle est rejetée ben elle est propre (0:10:57.1)
E9: C'est pour filtrer un petit peu enfin c'est pour aider à filtrer j'pense et euh après euh les coquillages on se, on savait trop où les mettre mais vu que ça dit qu'ils se nourrissent algues euh microscopiques ben on les a mis dans le 1er bassin voilà et euh (0:11:14.8)
E8: Et pour les deux derniers en fait là on sait que (montre le 2ème bassin, en bas à droite) les poissons ils sont capturés ici donc la sole elle sera forcément là et on sait qu'aussi la sole elle se nourrit de néréides donc euh ben on sait que si y'aura pas de néréides ben enfin elle peut pas se nourrir (0:11:30.9)
E9: Donc on les a mis avec (0:11:32.1)
E8: Du coup j'aurais pensé qu'elle aurait été ici (montre le 2ème bassin, en bas à droite)(0:11:33.0)
R2: Okay très bien, donc vous vous êtes beaucoup aidés du, du texte? (0:11:39.5)
E9: Euh oui (0:11:40.7)
R2: C'était essentiel ? (0:11:40.9)
E9: Ben oui (0:11:41.3)
R2: Ouais okay (0:11:42.9)
E8: (tourne la page sur l'item suivant)
(0:11:44.2)

SESC Défavorisé et Niveau scolaire en sciences bas

Binôme 5

(0:19:26.4)
R: Alors ensuite "ferme aquatique durable" donc là une petite introduction qu'il fallait lire (tourne la page d'introduction générale sur l'item) voilà pour essayer de comprendre un p'tit peu et ensuite vous aviez euh une 1ère question où là vous aviez différents organismes euh à placer donc dans différents bassins (0:19:43.3)
E12: ça on a mis du temps (0:19:44.4)
R: Alors est-ce vous ouais (0:19:45.0)
E12 et E13: Ouais (0:19:45.5)
R: Est-ce que vous pouvez m'expliquer du coup un p'tit peu comment vous avez procédé (0:19:48.5)
E12: Ben en fait on a lu ça (montre les définitions des différents organismes) (0:19:52.1)
R: Ouais (0:19:52.8)
E12: Et euh ben ça nous disait en fait c'qui faisaient euh ils servaient à quoi (0:19:57.7)
R: Ouais (0:19:58.2)
E12: Du coup on s'est dit ben on a réfléchi parce que par exemple on nous disait euh ils préfèrent ça le sole commune il préfère le néréide... (0:20:08.0)
R: D'accord (0:20:08.8)
E12: ...La néréide donc on s'est dit on va l'mettre à côté "(montre les deux images des organismes "sole commune" et "néréides" sous la question)(0:20:10.0)
R: Okay (0:20:10.8)
E12: Mais on a on a regardé aussi ça (montre la légende des filtres en-dessous du schéma des bassins) les filtres (0:20:13.8)
R: Oui(0:20:14.4)
E12: Parce qu'en fait ils disent que (montre la légende sous le bassin 3) "l'eau elle est nettoyée dans l'bassin" donc soi-disant faut rien laisser passer enfin faut qu'elle soit propre non enfin j'pense que c'était ça (0:20:21.9)
R: D'accord (0:20:22.7)
E12: Et donc les filtres ils ils retiennent euh ils retiennent quoi déjà "(relecture) les algues donc on s'est dit dans tous les cas les algues (montre les algues puis le passage du bassin 1 au bassin 2) euh eux (montre les coquillages placés dans le bassin 1) ils aiment (0:20:32.3)

E13: Ils passent par euh (0:20:32.4)
E12: Voilà ils passent pas (0:20:33.8)
E13: Non ils passent (fronce les sourcils)(0:20:35.3)
E12: Oui ils passent mais les filtres ça va les (0:20:37.6)
E13: Ouais ouais ouais (0:20:38.5)
E12: Attends c'était quoi ah oui on avait dit ça (montre l'image des "herbes de marais" sous la question) on l'mettrait ici (montre la partie tout à gauche du bassin 2)(0:20:42.2)
R: Hum hum (0:20:42.6)
E12: Parce que ça ça aspire ça (montre les algues dans le bassin 1)(0:20:44.5)
E13: ça absorbe (0:20:45.3)
E12: Ouais ça absorbe (montre la définition)(0:20:46.4)
R: D'accord (0:20:46.8)
E12: Euh les nutriments et les (0:20:49.1)
E13: Et les déchets de l'eau (0:20:49.9)
E12: Ouais et les déchets (0:20:50.5)
E13: ça fait que là quand elle passera (montre le passage des herbes de marais du bassin 2 au bassin 3)(0:20:52.0)
E12: Y'aura rien qui passera (0:20:53.3)
E13: Y'aura rien parce qu'en plus si y'a l'filtre par-dessus ça fait qu'l'eau elle sera propre (montre le 3ème bassin) (0:20:56.3)
R: D'accord (0:20:57.1)
E12: Voilà et là on l'a mis là "(montre le bassin 2) parce que c'est le poisson le poisson ils disent qu'ils sont capturés dans c'bassin là" (0:21:01.0)
R: Okay (0:21:01.8)
E12: Voilà (0:21:02.2)
R: Et donc y'a juste un dernier qu'vous m'avez pas expliqué euh..(0:21:04.3)
E12: Le coquillage (0:21:04.9)
E13: C'est le coquillage (montre le bassin 1) (0:21:05.5)
R:... comment vous avez fait ouais (0:21:06.0)
E12: Franch' c'était quoi déjà (relecture de la définition) (0:21:08.5)
E13: Parce que lui (montre les coquillages placés dans le bassin 1)...(0:21:09.1)
E12 et E13: ...il s'nourrit d'ça (montre les algues dans le bassin 1) (0:21:09.9)
E13: Donc du coup euh (0:21:11.3)
R: Donc le coquillage se nourrit d'algues microscopiques... (0:21:12.6)
E12 et E13: Ouais (0:21:12.8)
R: ...donc il va dans le 1er bassin (0:21:14.0)
E13: Hum (0:21:14.4)
E12: Um Um (hoche la tête de haut en bas)(0:21:15.2)
R: Okay très bien
(0:21:17.7)

Binôme 10

(0:17:31.2)
R: Alors après cette fameuse ferme aquatique durable (tourne la page de l'introduction générale vers l'item)(0:17:35.7)
E23: Olala (0:17:36.3)
R: (rire) Alors je vous rassure hein là tous les élèves ont la même réaction "qu'est-ce que c'est qu't'affaire" donc vous inquiétez pas alors comment vous avez procédé ici pour répondre (0:17:47.1)
E22: Et ben là on a lu que (montre la partie des définitions) en gros le coquillage il mangeait des algues (montre l'image des algues dans le bassin 1) (0:17:53.6)

R: Ouais (0:17:54.3)
E22: C'qui fait que quand on va filtrer (montre avec son index le passage du bassin 1 au bassin 2) y'a des algues qui vont partir on va dire (0:18:01.0)
R: Hum hum (0:18:01.5)
E22: C'qui fait qu'ça va nourrir la néréide (montre le bassin 2) (0:18:03.8)
R: Okay (0:18:04.7)
E22: Et vu qu'la sole commune mange la néréide ben voilà "(montre le bassin 2) (0:18:09.3)
R: Vous les avez mis dans l'même bassin (0:18:10.6)
E22: Et vu ouais voilà et vu qu'les herbes des marais ben elles mangent euh... (0:18:14.5)
E23: Les nutriments (0:18:15.5)
E22: ...les détritus ouais les nutriments voilà (0:18:17.0)
E23: (bruitage) (0:18:17.5)
E22: Et ben voilà (0:18:18.3)
R: Et comment vous avez su par exemple que les herbes des marais étaient dans l'troisième euh (0:18:21.6)
E22: On l'a lu (0:18:23.2)
E23: Ben parce que c'est marqué "(lecture de la légende écrite au-dessus du bassin 3)"l'eau est rejetée dans l'océan" non euh c'est marqué "(lecture de la légende écrite en dessous du bassin 3) "l'eau est nettoyée dans ce bassin" et vu que c'est l'herbe des marais qui mange euh tout c'qui est nutriments et les déchets et tout ben... (0:18:34.5)
E22: Voilà (0:18:34.8)
E23: ...ça nettoie le bassin (0:18:35.5)
E22: Ouais (0:18:35.8)
R: Très bien okay (0:18:37.2)
E22: Super
(0:18:37.8)

Annexe 49. Ensemble des combinaisons de réponse donnée par les élèves, à l'item 458Q02 (non libéré par PISA Science 2015), selon leur SESC et leur niveau scolaire en sciences et taux de réussite.

SESC	SESC Favorisé					SESC Défavorisé									
Niveau scolaire en science	Haut		Moyen	Bas		Haut					Moyen			Bas	
Binôme/ individuel	**Bin 1 (E1-E2)**	Bin 2 (E3-E4)	**Bin 3 (E5-E6)**	Bin 7 (E16-E17)	Bin 12 (E26-E27)	Bin 6 (E14-E15)	Bin 8 (E18-E19)	Bin 9 (E20-E21)	**Bin 11 (E24-E25)**	**Ind 3 (E11)**	Bin 4 (E18-E19)	**Ind 1 (E7)**	Ind 2 (E10)	Bin 5 (E12-E13)	Bin 10 (E22-E23)
458Q02	Oui, Oui, Non	**Non, Non**, Non	Oui, Oui, Non	**Non, Non, Oui**	Oui, **Non,** Non	Oui, Oui, **Oui**	Oui, **Non, Oui**	Oui, Oui, **Oui**	Oui, Oui, Non	Oui, Oui, Non	Oui, Oui, **Oui**	Oui, Oui, Non	**Non,** Oui, Non	**Non**, Oui, **Oui**	Oui, **Non, Oui**

Annexe 50. Différence de temps de résolution entre l'item 601Q01 (sans réponse) et l'item 601Q02 (avec réponse) de l'unité PISA libérée « ferme aquatique durable ».

	601Q01 (sans réponse dans l'item)	601Q02 (avec réponse dans l'item)	Différence de temps de résolution entre l'item 601Q01 et 601Q02
SESC Favorisé			
Binôme 01	00:05:23	00:00:58	00:04:25
Binôme 02	00:04:38	00:01:37	00:03:01
Binôme 03	00:03:44	00:00:54	**00:02:50**
Binôme 07	00:06:06	00:00:31	00:05:35
Binôme 12	00:04:38	00:01:37	00:03:01
SESC Défavorisé			
Binôme 06	00:06:06	00:00:48	00:05:18
Binôme 08	00:07:43	00:00:28	00:07:15
Binôme 09	00:06:47	00:02:55	00:03:52
Binôme 11	00:07:24	00:01:46	00:05:38
Binôme 04	00:09:40	00:00:50	**00:08:50**
Binôme 05	00:08:36	00:00:35	00:08:01
Binôme 10	00:07:27	00:00:34	00:06:53

Annexe 51. Transcription intégrale des entretiens à l'item 601Q02 de l'unité libérée « ferme aquatique durable ».

SESC Favorisé et Niveau scolaire en sciences haut
Binôme 1 (0:20:22.3) E2: Là c'était "Les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments. Pour réduire ce problème, lequel des éléments suivants devra être ajouté en plus grande quantité dans la ferme aquatique ?" (0:20:32.2) E1: On a dit les "herbes des marais"(réponse 4) parce que surtout ça nous dit que euh ils "absorbent les nutriments et les déchets de l'eau" et j'trouve que les déchets c'est assez général et du coup ben en mettant les herbes des marais ça je sais pas ouais (0:20:47.2) E2: Moi j'hésitais entre les coquillages et les herbes des marais euh mais au final oui les herbes de marais ça me semble enfin j'sais pas ça m'semble pt'être plus logique (0:20:54.8) R: Alors comment vous avez décidé que c'était les herbes des marais? (0:20:55.9) E1 et E2: C'est les nutriments (0:20:56.5) E2: parce que on l'a dans la phrase (montre la phrase correspondant à la question) c'est marqué nutriments (montre le paragraphe explicatif des herbes des marais) alors que là c'est algues microscopiques (montre le paragraphe explicatif des coquillages) (0:21:00.1) R: Alors que là c'est? (0:21:02.3) E2: Algues microscopiques c'est aussi des nutriments mais c'est pas directement mis nutriments (0:21:04.9) R: okay très bien (0:21:06.1) E1: Ouais c'est plus général (0:21:06.7) E2: (tourne la page sur l'item suivant) (0:21:07.5)
Binôme 2 (0:12:39.8) E4: Et donc celui-là ("ferme aquatique durable") ben une fois qu'on avait compris l'autre c'était parce qu'ici c'est écrit "herbes qui absorbent..."(0:12:45.3) E3: Les nutriments (0:12:46.2) E4: ...absorbent les nutriments" et la question c'est enfin le problème c'est qui a une grande quantité de nutriments et donc c'est (montre la réponse 4) (0:12:51.6) E3: Comment est-ce qu'on réduit la quantité de nutriments donc on a mis qu'c'était "herbes de marais" (0:12:52.1) E4: Parce que comme ça absorbe c'est ça qui permet vraiment directement (0:12:55.5) E3: C'est c'qui permet de réguler et d'avoir une eau propre (0:12:57.8) R: D'accord c'est bien c'est bien (0:13:03.2) R: Alors (0:13:05.4)
SESC Favorisé et Niveau scolaire en sciences moyen
Binôme 3 (0:09:46.7) E6: Ensuite (ferme aquatique) euh (0:09:47.8) E5: Ben là on a dit que c'était les "herbes des marais" parce que ça retenait le (mouvement de la main avec une fermeture ouverture rapide) (0:09:51.6) E6: Genre euh (0:09:52.5)

E5: ça retenait (0:09:53.9)
E6: Okay en fait genre c'est une, pour réduire ce problème, lequel des éléments suivants devrait être ajouté (0:09:59.8)
E5: "ça aborbe les nutriments et les déchets de l'eau" (0:10:01.7)
E6: Les déchets de l'eau donc euh pour euh se déba', pour s'en débarrasser plus rapidement c'était plus simple de mettre de l'herbe des marais (0:10:08.6)
R: D'accord (0:10:09.2)
E5: Hum
(0:10:09.8)

SESC Favorisé et Niveau scolaire en sciences bas

Binôme 7

(0:16:37.5)
R: C'était à nouveau en fait le le même texte (0:16:41.3)
E17: Oui (0:16:41.6)
E16: Euh oui (0:16:42.1)
R: Et vous aviez un choix multiple à faire (0:16:44.1)
E17: Oui (0:16:44.4)
R: Comment comment vous l'avez trouvé comment vous avez procédé (0:16:48.0)
E16: Ben (0:16:48.4)
E17: Celle-là (regarde E16) (0:16:49.5)
E16: On l'a trouvé directement parce que c'était comment on avait raisonné (montre l'item précédent: l'item 1 de "ferme aquatique durable") pour les pour placer l'herbe des marais (0:16:54.4)
E17: Mais en plus la question c'est euh "pour réduire ce problème lequel des éléments suivants doit être ajouté en plus grande quantité dans la ferme aquatique" et du coup on voit di' on va on voit directement (montre la définition d'herbes de marais) que dans définition des herbes de des marais c'est des herbes qui "absorbent les nutriments et les déchets de l'eau" et ici (montre la question) c'est justement c'qu'ils veulent c'est réduire le problème de "une grande quantité de nutriments" du coup ben on est allé directement sur euh cette euh sur ce choix (0:17:22.6)
R: Hum hum d'accord (0:17:24.4)
R: (tourne la page sur l'item suivant)
(0:17:31.6)

Binôme 12

(0:14:04.3)
R: Ensuite sur la prochaine question comment vous avez ici procédé pour euh pour répondre c'était l'même texte l'même schéma (0:14:12.1)
E27: Ben là du coup on a vu que l'herbe des marais elles sort' elles absorbaient les nutriments et que le problème c'est qu'il y'avait trop d'nutriments qui sortaient du coup on s'est dit qu'il fallait rajouter des herbes des marais (0:14:21.9)
R: Très bien est-ce que vous avez hésité avec une autre réponse (0:14:24.2)
E26: Au début on voulait mettre euh algues microscopiques (0:14:26.4)
E27: Ah oui (0:14:26.7)
E26: Parce qu'elles mangeaient aussi (montre la définition correspondante) les les nutriments pour s'développer (0:14:29.8)
R: Hum hum (0:14:30.5)

E26: Sauf que ben y'a pas d'proposition d'nutriments enfin d'algues microscopiques du coup on a remis herbes des marais (0:14:37.2)
R: D'accord (0:14:37.9)
E26: Voilà "(petit rire) (0:14:39.1)
R: Très bien (tourne la page sur l'item suivant)
(0:14:40.0)

SESC Défavorisé et Niveau scolaire en sciences haut

Binôme 6

(0:12:37.7)
R: Alors la suivante c'était toujours sur l'même sujet (0:12:41.9)
E15: Ah non ça c'est ah oui (0:12:42.6)
R: Oui (rire) (0:12:43.8)
E15: (sourit) (0:12:44.6)
R: Euh et donc vous avez répondu "herbes des marais" comment vous avez procédé pour euh répondre (0:12:49.2)
E15: (relecture) parce que on sait que (montre la définition des herbes de marais) les herbes de marais se c'est eux qui absorbent les nutriments et les déchets d'l'eau donc si euh y'a toujours enfin si y'a une grande quantité d'nutriments il faut quelque chose qui les absorbe pour qui en ait moins pour qui ait une quantité moindre donc c'est pour ça qu'on a mis les herbes de marais (0:13:10.8)
R: Est-ce que vous avez hésité avec une autre réponse (0:13:12.8)
E14: Non (fronce les sourcils) (0:13:14.8)
E15: Non j'crois pas (0:13:16.5)
R: ça été immédiat (0:13:17.9)
E15: oui (0:13:18.4)
R: D'accord très bien (0:13:20.4)
E15: (tourne la page sur l'item suivant)
(0:13:22.7)

Binôme 8

(0:15:20.0)
R: Alors maintenant la question suivante vous avez choisi "l'herbe des marais" qu'est-ce qui vous a fait choisir l'herbe des marais (0:15:28.5)
E18 et E19: (relecture de la question) (0:15:32.5)
E19: Parce qu'elle euh elle peut purifie plus l'eau (0:15:35.7)
E18: Ouais (0:15:36.7)
E19: Elle réduit la quantité de nutriments (0:15:38.8)
R: D'accord et vous avez pris comment vous avez... (0:15:41.0)
E19: Elle absorbe (0:15:41.7)
R: ...pris cette information (0:15:42.0)
E19: C'est (montre la définition des herbes de marais) (0:15:43.4)
E18: Par rapport euh oui ben oui là "(montre la définition des herbes de marais)
(0:15:45.0)
R: C'est écrit (0:15:45.2)
E19: Oui (0:15:45.6)
E18: Oui c'est écrit (0:15:46.0)
R: D'accord (tourne la page sur l'item suivant)
(0:15:51.5)

Binôme 9

(0:07:09.0)
R: Alors ensuite c'est toujours sur "ferme aquatique durable" sauf que cette fois c'était peut-être un peu plus simple vous aviez...(0:07:15.0)
E20: Ouais c'était plus simple (0:07:15.7)
R: ...un choix multiple et donc comment vous avez procédé pour répondre (0:07:19.3)
E21: Alors c'était "les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments" du coup ça veut dire les nutriments sont gâchés enfin la sole mange convenablement mais ils sont gâchés du coup pour réduire ce gâchis je crois ben en fait on a on a rajouté des herbes marais des herbes des marais pour euh manger euh... (0:07:40.3)
E20: Les nutriments (0:07:41.2)
E21: ...les nutriments (0:07:41.6)
R: Alors c'est-à-dire un gâchis est-ce que vous pouvez m'expliquer j'comprends pas trop là (0:07:46.4)
E21: Ben genre ils mettent des nutriments ici (montre l'information "nutriments" au-dessus du bassin 1) après ils font tout le tour (montre le passage du bassin 1 au bassin 2) mais comme y'a pas assez de néréides ils en fait y'a trop de nutriments pour pas assez de néréides (0:07:57.6)
E20: Ben c'est écrit là ""les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments" l'eau qui est rejetée (montre l'emplacement sur le schéma au-dessus du 3ème bassin) il a une grande quantité de nutriments et pour réduire ce problème ben on a besoin des herbes de marais parce que c'est eux qui mangent les nutriments (montre la bassin 3) (0:08:09.8)
R: Mais vous aviez pas l'air d'm'expliquer la même chose (montre St21) (0:08:12.3)
E21: Si si (0:08:13.5)
E20: Ben si c'est pareil (0:08:14.8)
E21: En fait les néré' (montre le bassin 2) (0:08:15.5)
R: Alors qu'est-ce que viennent faire les néréides là-dedans (0:08:16.7)
E21: En fait euh on va dire les nutriments sont passés (montre le passage du bassin 1 2 jusqu'à 3) (0:08:19.2)
R: Hum hum (0:08:19.9)
E21: Ils sont passés par là "(montre le passage du bassin 1 au bassin 2) les néréides ils ont bien mangé mais ils peuvent pas manger plus du coup euh (0:08:24.2)
E20: Parce qu'ils sont mangés par les soles communs (montre le bassin 2 du schéma rempli dans l'item précédent) (0:08:25.2)
R: D'accord (0:08:26.3)
E21: Du coup les euh les nutriments sont passés par là "(montre le bassin 3) et au lieu d'être directement jetés dans l'océan il y aura les herbes des marais pour euh manger les nutriments avant qui soient rejetés par l'océan (0:08:37.0)
R: D'accord je comprenais juste pas pourquoi les les néréides (tourne la page sur l'item suivant)étaient dans votre explication très bien
(0:08:43.0)

Binôme 11

(0:15:17.5)
R: Alors ici euh du coup c'était la même chose c'était sur la ferme aquatique durable et donc euh vous avez répondu la 4ème réponse est-ce que vous pouvez m'expliquer comment vous avez procédé pour répondre (0:15:30.5)
E24: Hum j'ai dit (regarde E25) euh déjà du coup le c'était par élimination (0:15:38.6)

R: Ouais (0:15:39.6)
E24: Et vu qu'le problème c'était qui avait trop trop de nutriments faudrait pas en rejeter plus donc on a éliminé la 1ère euh après les néréides (0:15:48.5) (relecture de la définition correspondante) (0:15:54.1) ah oui euh les néréides ça se nourrit d'algues qui se nourrissent de nutriments donc si on en met met plus ça peut être efficace mais il manque les herbes des marais (montre la réponse 4: "herbes de marais") on s'est dit (0:16:08.5)
R: Et les coquillages du coup comment vous les avez éliminés (0:16:11.0)
E24: De la même manière du coup (0:16:17.4)
R: D'accord et est-ce que vous vous êtes aidés du du texte du schéma... (0:16:23.5)
E25: Euh (0:16:25.9)
R: ...pour répondre (0:16:26.9)
E24: Moi j'avais pas d'connaissances dessus donc oui (0:16:31.0)
E25: Plutôt des des descriptions (montre les définitions des différents organismes à gauche du schéma) j'dirais (0:16:33.8)
R: D'accord très bien (tourne la page sur l'item suivant)
(0:16:38.3)

Individuel 3

(0:13:48.3)
R: Alors sur celle-ci (ferme aquatique durable 2) (0:13:51.4)
E11: J'vais relire la question parce que j'men rappelle pas trop (0:13:54.0)
R: Ouais (0:13:54.5)
E11: (Relecture dans sa tête de l'item) Ah okay, ben (0:14:02.4)
R: Alors comment t'as procédé? (0:14:03.9)
E11: J'ai choisi les "herbes de marais" parce qu'enfin les, comme (lecture du début de la question à voix haute) "les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments", les herbes des marais euh elles absorbent les nutriments et du coup c'est (0:14:21.3)
R: Et alors comment t'as vu qu'elles absorbaient les nutriments ? (0:14:24.0)
E11: Parce que j'ai lu ici (sourire + montre la phrase où se trouve la réponse à l'item dans la partie « définitions » de l'item) (0:14:25.0)
R: Ouais d'accord, très bien, okay (0:14:28.0)
E11: Et du coup j'me suis dit c'est ça, c'est ça la plus logique (0:14:32.2)
R: Et t'as hésité avec d'autres ou c'était (0:14:34.6)
E11: Euh j'ai hésité un peu avec euh les coquillages parce qu'eux aussi ils se nourrissent d'algues et d'autres trucs enfin et du coup elles aussi elles pourraient en manger et les nutriments ou les déchets mais après j'me suis dit là y'a écrit clairement qu'elles absorbent les nutriments (0:14:54.4)
R: Ouais (0:14:55.1)
E11: Donc euh J'pense que c'est ça la plus logique
(0:14:59.2)

SESC Défavorisé et Niveau scolaire en sciences moyen

Individuel 1

(0:13:06.1)
R: D'accord (rire) alors on va continuer sur la question 2 sur 4 euh donc là tu as choisi à la fin "herbes des marais" mais tout ça c'est long donc comment tu es (0:13:18.8)
E7: J'ai juste relu la question (0:13:20.4)

R: T'as pas relu tout ça (cache avec sa main la partie du texte introductif de l'item) (0:13:21.5)
E7: Non parce que c'était déjà le même qu'avant (montre l'item précédent) (0:13:23.0)
R: D'accord (0:13:23.3)
E7: Donc j'l'avais en tête et du coup euh la question nous demandait (pause) non nous disait (0:13:32.9)
R:"Les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments, pour réduire ce problème lequel des éléments suivants devra être ajouté en plus grande quantité dans la ferme aquatique? "(0:13:47.3)
E7: Alors ça pouvait pas être les nutriments parce que justement on nous dit déjà qu'il y en a en grande quantité, ça pouvait pas être les néréides parce que les néréides ils se nourrissent des algues et donc euh si y'a pas plus d'algues non les nutriments sont la nourriture des algues (explication sans regarder ni relire le texte)(0:14:05.4)
R: Oui (0:14:06.5)
E7: Et les algues sont la nourriture des néréides, des néréides donc rajouter des néréides sans rajouter d'algues ça servirait à rien (0:14:14.2)
R: Hum (0:14:14.8)
E7: Ensuite les coquillages ben c'est pas la solution non plus parce que les coquillages se nourrissent des algues et non pas des nutriments donc l'herbe des, donc j'ai choisi "l'herbe des marais" parce que y'avait écrit (montre la phrase dans le texte) dans cette définition que l'herbe, que ce sont des "herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau" (0:14:31.9)
R: D'accord donc euh tu, tu as juste revérifié ce texte (0:14:36.9)
E7: J'ai justifié mon choix par l'herbe des marais
(0:14:39.1)

Individuel 2

(0:16:46.0)
R: Ouais, alors là c'est encore, on était toujours dans, dans "ferme aquatique" et cette fois-ci, tu avais une question, donc tu avais en fait le même texte pour la question mais la question ensuite était différente elle était à choix multiple, est-ce que tu te souviens comment tu as procédé? (0:17:06.4)
E10: Euh oui euh la question était sur euh (lecture à voix haute de la question)"les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments. Pour réduire ce problème, lequel des éléments suivants devra être ajouté en plus grande quantité dans la ferme aquatique?" j'ai relu euh les définitions et euh l'herbe des marais était la seule herbe qui absorbe les nutriments et les déchets de l'eau donc euh l'herbe des marais était la seule chose dont dont ceux qui s'occupent de ça avaient besoin pour nettoyer voilà c'était la seule réponse qui me semblait possible on pouvait pas mettre "nutriments" parce que ça serait rajouter des déchets, les "néréides" euh elles ne mangent pas ces nutriments là ils mangent autre chose et les coquillages pareil (0:17:54.3)

Binôme 4

(0:11:44.2)
R2: Alors sur cette question (ferme aquatique durable) comment vous avez procédé? (0:11:52.7)
E9: Ben (relecture à voix basse) ça dit que l'eau rejetée dans l'océan contient une, une grande quantité de nutriments (0:12:03.2)
R2: Hum hum (0:12:03.9)

E9: Et que c'est un problème donc on a cherché quelque chose qui se nourrissait de nutriments et euh les herbes de marais elles les absorbent les nutriments du coup on a mis "herbes de marais"(réponse 4) (0:12:14.7)
R2: Donc vous vous êtes aidés de la phrase euh ici (indique au stylo la phrase dont il s'agissait) okay très bien
(0:12:24.5)

SESC Défavorisé et Niveau scolaire en sciences bas

Binôme 5

(0:21:17.7)
R: Alors la suivante euh donc là c'était un choix multiple vous avez répondu "l'herbe des marais" (0:21:23.0)
E12: Herbes des marais (0:21:23.5)
E13: Ouais (0:21:24.2)
R: Alors qu'est-ce qui vous a fait répondre ça (0:21:25.3)
E12: On a marqué (0:21:25.6)
E13: Ben comme là ils nous ont dit (montre la définition des "herbes de marais" sur l'item 1 de "ferme aquatique durable") l'herbe il absorbe les nutriments (0:21:29.8)
R: Ouais (0:21:30.2)
E13: Et ben là ils nous ont demandé "(montre la question et relecture)"les chercheurs ont remarqué..."(0:21:35.4)
E12: Ah parce qu'ils disent qui y'a une grande quantité de (0:21:38.1)
E12 et E13: nutriments (0:21:38.6)
E12: Ils disent c'est quoi pour le réduire le problème en fait... (0:21:40.8)
R: Hum hum (0:21:41.4)
E12: ...on nous demande et ben on a dit qu'c'était des herbes de marais parce que les herbes de...
E13: C'est eux qui absorbent (0:21:45.2)
E12: ...marais ils absorbent tout et du coup ben euh c'est ça qui nous a fait euh dire que c'est ça parce que ça réduit euh quand ça absorbe ben ça réduit tout (0:21:53.9)
R: D'accord et est-ce que vous avez hésité avec d'autres réponses (0:21:56.3)
E13: Non (hoche la tête de droite à gauche) (0:21:56.8)
E12: Euh non (0:21:57.1)
R: C'était immédiat (0:21:57.9)
E12 et E13: Ouais (0:21:58.5)
R: Okay (tourne la page sur l'item suivant)
(0:22:00.2)

Binôme 10

(0:18:37.8)
R: Alors ensuite la prochaine question ben là vous avez pas trop hésité de c'que j'ai vu (0:18:41.4)
E23: Ouais (0:18:42.2)
R: Alors qu'est-ce qui fait qu'vous avez répondu "herbes des marais"(0:18:44.7)
E23: C'est la question c'est... (0:18:46.1)
E22: Pardon (0:18:46.4)
R: Pas d'problème (0:18:47.4)
E23: ...la question c'est euh (lecture de la question) "Les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient euh dans l'océan contient une grande quantité de nutriments.

Pour euh réduire ce problème, lequel euh des éléments suivants devra être ajouté en plus en plus grande quantité dans la ferme aquatique" donc nous on a mis "l'herbe des marais" (0:19:08.5) R: Hum hum (0:19:09.7) E23: Parce que euh (0:19:11.0) (pause) (0:19:13.4) euh pour réduire les nutriments faut mettre l'herbe des marais parce que l'herbe des marais elle mange euh (regarde la définition et lecture) "elle absorbe les nutriments et les déchets" (0:19:21.2) R: Ouais est-ce que tu t'es aidé du texte pour savoir ça (0:19:23.5) E23: Non j'me suis aidée de ça (montre la définition des herbes de marais) (0:19:25.7) R: Oui donc du texte (0:19:27.7) E23: Hum hum (0:19:28.6) R: C'qui a marqué ici (montre la définition des herbes de marais) (0:19:29.5) E23: Du texte (0:19:30.2) R: (rire et tourne la page sur l'item suivant) (0:19:35.4)

Annexe 52. Transcription intégrale des échanges à l'item 601Q02 de l'unité libérée « ferme aquatique durable ».

SESC Favorisé et Niveau scolaire en sciences haut
Binôme 1 (0:23:23.1) E1: Ok (commence à lire la question) "ont remarqué que..." là on a la même information (mouvement de tête vers l'avant pour montrer le texte introductif au-dessus de la question) donc (lecture de la question)"les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans les océans contient une grande quantité de nutriments. Pour réduire ce problème, lequel de ces éléments devra être ajouté en plus grande quantité dans la ferme aquatique ?" donc (0:23:43.7) (pause) (0:23:47.4)"trop de nutriments dans l'océan" et on sait que (0:23:49.9) E2: Hum hum les algues (0:23:52.0) E1: C'est les herbes de marais (0:23:52.3) E2: Les algues (0:23:53.2) E1: Ben non (0:23:55.2) E2: Ou les algues ou les herbes parce que regarde les algues sont des (lecture de la définition)"organismes microscopiques qui ont besoin uniquement de lumière et de nutriments pour se développer" et les herbes de marais sont (lecture de la définition)"des herbes qui absorbent les nutriments et les déchets de l'eau"(0:24:06.0) E1: donc les herbes des marais c'est mieux quoi parce que ça enlèverait les déchets et si on créé euh euh (0:24:12.3) E2: T'façon il est pas le (montre les choix multiple) (0:24:13.1) E1: Si on fait plus d'algues (0:24:15.7) E2: Hum ouais (0:24:16.4) E1: ben les néréides ils vont pouvoir se (0:24:17.5) E2: c'est celui-là (coche la 4ème réponse: herbes des marais) (0:24:18.0) E1: Ouais tu vois (0:24:19.0) E2: Okay go (tourne la page sur l'item suivant) (0:24:21.5)
Binôme 2 (0:26:47.9)

E3: Du coup maintenant "le schéma montre..."(commence à lire le texte) (0:26:51.5)
E4: Ça c'est exactement la même chose (0:26:52.5)
E3: et du coup c'est quoi la question "les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments. Pour réduire ce problème, lequel des éléments suivants devra être ajouté en plus grande quantité dans la ferme aquatique" (0:27:02.8)
E4: Okay (0:27:04.0)
E3: Ben (montre une réponse) (0:27:04.4)
E4: Donc les nutriments ils viennent de quoi (0:27:05.1)
E3: Les herbes de marais (montre la réponse) (0:27:06.0)
E4: Les nutriments ils viennent de quoi (0:27:07.9)
E3: Les nutriments (0:27:08.6)
E4:"herbes qui absorbent les nutriments"(lecture de la description des herbes des marais) c'est les déchets (0:27:10.7)
E3: C'est l'herbe des marais c'est c'que je viens de dire (0:27:12.2)
E4: Ouais t'as raison (0:27:13.2)
E3: Vas-y (0:27:13.7)
E4: Okay (coche la réponse "herbes des marais") (0:27:15.0)
E3: Parce que l'herbe des marais elle absorbe tout elle absorbe les les elle absorbe en même temps les algues en même temps les néréides et les nutriments et les déchets de l'eau donc en fait elle absorbe tout (0:27:23.8)
E4: mais de toute façon même si c'était juste les nutriments ça marcherait parce que c'est (montre la question)"une grande quantité de nutriments » (0:27:29.0)
E3: (hochement de tête de haut en bas) (0:27:29.1) E3 et E4: (tourne la page sur l'item suivant)
(0:27:30.1)

SESC Favorisé et Niveau scolaire en sciences moyen

Binôme 3

(0:17:23.5)
E5: C'est ah non mince c'est pas la même chose (en regardant le 2ème item de ferme aquatique durable) (0:17:25.7)
E6: Non t'étais tentée de penser ça (0:17:28.2)
E5: Dommage, mais si c'est la même chose là "(montre les informations sur les différents organismes de la ferme aquatique durable à gauche de l'item) mais c'est pas la même question (0:17:31.0)
E5: "Les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan" (0:17:33.0)
E5 et E6: "contient une grande quantité de nutriments" (0:17:35.8)
E5 et E6: (lecture de l'item) (0:17:42.2)
E5: Ben (regarde l'item précédent "ferme aquatique durable-item 1") attends (relecture de la question) ben qu'est-ce qui se nourrit des nutriments? (regarde à nouveau l'item précédent "ferme aquatique durable-item 1" pour revenir sur le 2ème item de "ferme aquatique durable") (0:17:52.5)
E6: Ben l'herbe des marais (0:17:54.0)
E5: (regarde l'item précédent "ferme aquatique durable-item 1" puis regarde E6) non mais elle est rajoutée là, les nutriments ils sont rajoutés là "(montre le 1er bassin) (0:17:59.8)
E6: Ouais (montre le 1er bassin) mais ensuite t'as la sole commune (montre le 2ème bassin) sauf que les nutriments ils sont pas finis tu vois genre ils continuent c'est genre l'herbe des marais (montre le 3ème bassin) ça adore les, ça nettoie tout, c'est l'herbe des marais qui absorbe (0:18:07.4)

E5: Attends (se réfère à la définition d'herbes des marais à gauche de l'item) ah oui les nutriments ben oui j'ai pas lu (0:18:10.4)
E6: C'est l'herbe des marais (inaudible) (0:18:13.3)
E5: (choix de la 4ème réponse "herbes des marais") (0:18:14.8)
E5: (tourne la page sur l'item suivant)
(0:18:17.7)

SESC Favorisé et Niveau scolaire en sciences bas

Binôme 7

(0:21:22.2)
E16 et E17: (relecture rapide du texte) (0:21:32.6)
E17: (lecture de la question et regarde à nouveau l'item 1 de "ferme aquatique durable") les herbes de marais (montre la réponse 4 et regarde E16) parce qu'ils ont besoin (0:21:38.4)
E16: Attends j'ai même pas lu (rire)(0:21:39.1)
E17: Ah pardon (0:21:39.9)
E17: (montre la question)"ça contient une grande quantité de nutriments" et euh les herbes de marais (montre la définition dans l'item 1 de "ferme aquatique durable") c'est des "herbes qui absorbent les nutriments et les déchets dans l'eau" (0:21:50.3)
E16: Hum hum (0:21:50.5)
E17: (coche la réponse 4: "herbes de marais") (0:21:52.2)
E16: C'est bon (0:21:52.7)
E17: Ouais (tourne la page sur l'item suivant)
(0:21:53.8)

Binôme 12

(0:25:58.9)
E26: (lecture de la consigne) "Utilisez les informations ci-dessous. Choisissez la réponse de votre choix." okay c'est la même chose (0:26:10.5)
E26 et E27: (lecture de la question) (0:26:20.8)
E27: C'est un problème d'avoir des nutriments (regarde E26) (0:26:23.2)
E26: Euh ouais en fait c'est on a totalement super bien fait parce que du coup (montre le bassin 3 sur le schéma de l'item 1 de "ferme aquatique durable") on rajoute les coquillages ici (montre la bassin 3 sur l'item 2 de "ferme aquatique durable") qui mangent les nutriments avant que ça retourne dans (0:26:34.9)(pause)(0:26:36.7) dans le (0:26:37.2) (relecture) (0:26:40.0)ça s'trouve j'dis n'importe quoi (0:26:41.6)
E27: Mais c'est pas les nutriments qu'elles bouffent (montre la définition d'un des organismes sur l'item 1) (0:26:47.2)
E27: Ah voilà c'est les algues microscopiques donc faut rajouter plus d'algues microscopiques (montre la définition de cet organisme dans le texte de l'item 2 de "ferme aquatique durable") (0:26:53.1)
E26: Attends parce que (lecture à voix haute de la question)"Les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments. Pour réduire ce problème lequel des éléments suivants devra être ajouté en plus grande quantité dans la ferme aquatique" sole commune (0:27:02.7)
E27: C'est clairement euh les herbes des marais (0:27:06.9)
E26: développer (lecture du dernier terme de la définition d'algues microscopiques puis inaudible et lecture de la définition des herbes des marais) "herbes qui absorbent les nutriments" ben sauf qu'en fait y'a pas ils proposent pas (montre le choix de réponse et la définition des algues microscopiques) (0:27:17.4)

E27: Oui mais c'est ça c'est la même j'pense (0:27:18.5)
E26: Non ils proposent pas du coup on peut rajouter des herbes de marais parce que les herbes de marais (montre la réponse 4 parmi celles proposées) ils absorbent les nutriments (montre les informations dans la définition des herbes de marais) (0:27:28.9)
E27: Ah (grand soufflement) mais j'croyais qu'c'était la même chose okay ben oui ben... (0:27:32.2)
E26: Bon ben vas-y (0:27:33.0)
E27: ...mets t'façon c'est pareil donc que (0:27:34.3)
E26:(coche la réponse 4: "herbes des marais")
(0:27:35.8)

SESC Défavorisé et Niveau scolaire en sciences haut

Binôme 6

(0:24:38.3)
E15: Ah mais ça c'est même pas la question (montre la question de l'item 1 de "ferme aquatique durable") ça c'est la même chose (lecture de la question de l'item 2 de "ferme aquatique durable")"Les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments Pour réduire ce problème. lequel des éléments suivants devra être ajouté en plus grande quantité dans la ferme aquatique?"(0:24:53.9)
E14: C'est les herbes de marais (0:24:55.3)
E15: C'qui mange les nutriments c'est (recherche l'information dans les définitions de l'item 1)(0:24:57.4)
E14: Les herbes de marais (montre la réponse) (0:24:59.2)
E15: Hein (0:24:59.8)
E14: C'est écrit ils absorbent les nutriments (montre l'information dans la définition écrite dans l'item 2) (0:25:01.2)
E15: Ouais ouais c'est ça (0:25:03.5)
E15: Mais on a dit qu'on mettait pas les herbes de marais ah non si on les met parce que c'est des déchets okay (0:25:12.6)
E14: Parce que les coquillages c'est pas les coquillages ils se nourrissent d'algues et d'organismes (montre l'information dans la définition écrite dans l'item 2) (0:25:24.1)
E15: Déjà c'est les herbes de marais (coche la réponse 4 "herbes de marais")(0:25:25.7)
E14: Ouais
(0:25:26.1)

Binôme 8

(0:27:32.3)
E18: (commence à relire le texte)"le schéma montre le plan d'une ferme aquatique..."(regarde l'item précédent) c'est la même chose ah c'est une autre question (0:27:40.7)
E19: Oui (0:27:41.4)
E18: mais c'est la même chose (0:27:41.6)
E19: (lecture de la question)"Les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments Pour réduire ce problème. lequel des éléments suivants devra être ajouté en plus grande quantité dans la ferme aquatique? " des hum herbes des de marais (0:27:57.8)
E18: Ouais (coche la réponse 4 "herbes des marais" et tourne la page sur l'item suivant) (0:28:00.8)

Binôme 9

(0:25:32.2)
E21: (lecture de la question) "Les chercheurs ont remarqué..." tatata j'viens d'le faire "...pour réduire éléments suivants devra être ajouté en plus grande quantité pour la ferme aquatique?"(lecture des choix de réponse)"les nutriments néréides coquillages ou les herbes de marais"(0:25:44.7)
E20: Néréides ils mangent les algues maritimes (0:25:46.0)
E21: Ouais mais les la sole mange les herbes enfin euh les néréides (0:25:52.9) (pause et fronce les sourcils)(0:25:58.0)"sont ajoutés dans ce bassin des nutriments"(lecture de la légende au-dessus à droite du bassin 1) c'est quels nutriments (0:26:02.9)
E20: Et c'est les herbes de marais qui mangent les nutriments (0:26:06.9)
E21: Ouais mais ça c'est à la fin ça filtre l'eau de la fin (0:26:12.3)
E20: Ouais mais eux ils veulent quand (montre la question et recherche des informations) (0:26:13.9)
E21: De quoi qu'est-ce qui a (0:26:17.1)
E20: ça c'est la ferme aquatique mais eux (montre la question) ils ont pas dit dans quel bassin (0:26:19.6)
E21: Viens on élimine tu vois le coquillage il sert à rien enfin euh à part manger des petits trucs présents dans l'eau (0:26:25.8)
E20: Herbes de marais (inaudible) (0:26:28.8)
E21: Attends tends tends deux secondes "organismes qui se nourrissent d'algues microscopiques et d'autres petits organismes présents dans l'eau"(en chuchotant) ben non ben non les coquillages ça mange euh les trucs euh des néréides (0:26:38.1)
E20: Les petits ouais (0:26:38.5)
E21: Non (0:26:40.7)
E20: Herbes de marais ils mangent les nutriments (0:26:43.7)
E21: Moi j'dis c'est les nutriments qu'il faut ajouter comme ça les néréides ils vont bien manger (0:26:49.4)
E20: Ouais parce que j'crois que c'est un grand problème (recherche l'information dans la question)"...pour réduire ce problème..." du coup on a besoin des herbes de marais (0:26:56.3)
E21: Les chercheurs ont remarqué que l'eau rejette ah oui en fait y'a déjà assez de nutriments (0:27:01.4)
E20: Voilà (0:27:01.9)
E21: Mais il faut pas les jeter (0:27:02.8)
E20: Faut pas les jeter (0:27:03.4)
E21: Mais du coup c'est les néréides qu'il faut qu'il faut euh (0:27:05.7)
E20: Non c'est les herbes de marais parce qu'eux ils mangent les herbes de marais ils mangent les nutriments et y'a une grande quantité de nutriments ils veulent pas eux (montre la question) (0:27:13.0)
E21: Mais le truc à euh (0:27:14.6)
E20: Tiens "l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments. Pour réduire ce problème lequel des éléments suivants devrait être ajouté en plus grande quantité dans…" ben d'herbes de marais (montre la réponse 4) (0:27:23.5)
E21: Oui mais le truc qui nous intéresse dans ce bassin c'est la sole donc genre euh les nutriments ils sont gâchés alors qu'on voudrait la garder pour la sole enfin je crois (0:27:33.4)
E20: Non y'a trop de nutriments et ils veulent réduire (0:27:35.8)
E21: Non y'a trop de nutriments qui sont rejetés dans l'océan y'a pas trop d'nutriments ici (montre le schéma) ils sont juste rejetés du coup en fait y'a trop d'nutriments pour pas assez de néréides (0:27:45.6)

E20: "Les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments. Pour réduire ce problème lequel des éléments..."(0:27:54.4)
E21: Genre les néréides ils vont manger' comme tu vas rajouter des néréides ils vont manger le surplus de nutriments (0:28:00.1)
E20: Mais néréides ils mangent que des algues microscopiques ils mangent pas de euh (0:28:03.5)
E21: Mais algues microscopiques c'est pas les nutriments (0:28:06.1)
E20: J'sais pas (0:28:07.1)
E21: Ou c'est les algues en fait attends "organismes..." voilà en fait c'est les algues qui qui faut non y'a pas d'algues en plus oh merde (soufflement) herbes des marais herbes des marais (0:28:16.3)
E20: Tiens eux ils "...ont besoin de lumière et de nutriments pour se développer" du coup c'est pas eux les nutriments c'est herbes de marais moi je mettrais herbes de marais (0:28:22.2)
E21: Okay (coche la réponse 4: "herbes de marais") (0:28:23.7)
E20: Toi tu trouves que c'est (0:28:24.5)
E21: Non non j'suis d'accord (tourne la page sur l'item suivant) (0:28:27.1)
E20: Après j'sais pas hein
(0:28:27.6)

Binôme 11

(0:19:59.5)
E24 et E25: (lecture du texte) (0:20:40.1)
E25: À mon avis c'est les herbes de marais (montre la réponse) mais peut-être un p'tit peu (0:20:44.5)
E25: Euh ouais les les herbes des marais (0:20:48.3)
E24: Hum hum (regarde les définitions donnée dans l'item 1 de "ferme aquatique durable") j'dirais pas parce que ici (montre la définition des herbes de marais) ça dit que ça absorbe "des nutriments" justement et donc faudrait plutôt prendre ceux qui se nourrissent des herbes de marais ou bien qui s'nourrissent d'autres euh des algues puisqu'ils s'nourrissent de (montre une définition) de nutriments aussi donc j'dirais plutôt qu'ce serait les euh les des coquillages qui faudrait remettre parce que ça s'nourrit de d'algues et les algues ils mangent justement des des nutriments j'sais pas (0:21:24.1)
E25: Mais justement faut réduire les nutriments s'ils mangent les algues y'aura plus d'algues pour se nourrir de nutriments donc les nutriments vont augmenter (0:21:32.3)
E24: Ah oui merde faut faut plus de faut moins d'nutriments ouais ouais ben du coup ce serait des herbes de marais (0:21:39.3)
E25: Ouais (en chuchotant) (0:21:39.7)
E24: (coche la réponse 4: "herbes de marais")(0:21:43.0)
E24: (tourne la page sur l'item suivant)
(0:21:45.4)

SESC Défavorisé et Niveau scolaire en sciences moyen

Binôme 4

(0:34:05.6)
E9: ça te va? (tourne la page sur l'item suivant "ferme aquatique durable) roh (sourire) c'est la même chose là (0:34:16.2)
E8: Ouais c'est la même chose (0:34:17.0)
E9: T'es sûr? (0:34:17.4)

E8: J'suis sûr (0:34:17.9)
E9: Non y'a ça là en plus (lecture de la question dans sa tête) ben les herbes de marais (0:34:34.9)
E8: Ouais les herbes de marais (0:34:36.3)
E9: (retourne la page sur l'item précédent) euh ouais c'est ça (0:34:38.9)
E8: (coche la réponse 4: "herbes des marais")(0:34:42.3)
E9: (retourne la page sur l'item précédent) Y'a que ça qui prend les nutriments j'crois (0:34:44.6)
E8: Ouais y'a que ça hein (0:34:46.0)
E8: P't'être des coquillages non, non coquillages non j'pense pas (0:34:52.7)
E9: Non ça doit être ça (0:34:54.2)
E8: Ouais juste herbes de marais
(0:34:55.5)

SESC Défavorisé et Niveau scolaire en sciences bas

Binôme 5

(0:24:00.5)
E12: (lecture de la consigne)"de votre choix..." donc choisir en fait on va devoir (montre le choix multiple) cocher là (0:24:08.4)
E12 et E13: (commence à lire le texte) (0:24:13.2)
E12: Ah mais c'est l'même en fait (0:24:15.2)
E13: herbes de marais (montre la 4ème réponse plusieurs fois)(0:24:20.0)
E12: C'est quoi la question (0:24:21.4)
E13: Euh (lecture de l'item) "les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments..."(0:24:26.7)
E12: Ouais (0:24:26.9)
E13: "...pour réduire ce problème..."(0:24:28.3)
E12: Tout à fait (0:24:28.7)
E13: Vu qu'ils ont dit que (regarde la partie de l'item avec les définitions et montre la définition des herbes de marais) il "absorbe les nutriments"(0:24:31.3)
E12: Ouais parce que ça (montre la définition des herbes de marais) ça absorbait et tout ouais (tourne la page sur l'item suivant)
(0:24:35.0)

Binôme 10

(1:42:56.3)
E22: En plus on a lui encore à faire (montre l'item 2 de "ferme aquatique durable") (1:42:58.5)
E23: Hein hum (1:43:00.6)
E23: Hum (lecture de la question) "Les chercheurs ont remarqué que l'eau rejetée dans l'océan contient une grande quantité de nutriments. Pour réduire ce problème lequel des éléments suivants devra être rajouté devra être ajouté en plus grande quantité dans la ferme aquatique?" ah je sais c'est marqué là "(regarde la partie des définitions dans l'item 1 de "ferme aquatique durable") hum (recherche l'information dans la partie des définitions) ah c'est marqué là c'est les herbes des marais(coche la réponse 4: "herbes de marais") c'est marqué herbes des marais (montre la définition dans l'item 1 de "ferme aquatique durable") (1:43:26.7)
E22: Yes (1:43:27.5)

E23: Euh (lecture de la définition des herbes de marais) "herbes qui absorbent les nutriments et les déchets d'l'eau"(1:43:29.3) E22: C'est bon on a fini (1:43:30.0) E23: Pouah j'suis trop forte (1:43:30.9)

Annexe 53. Taux de réussite moyen aux items, de l'échantillon représentatif d'élèves français à PISA Science 2015, selon la nature de la réponse contenue dans la présentation de l'item.

	Type de réponse présente dans l'item	
Items	**Textuelle**	**Visuelle**
131Q02	0,4908	
437Q03	0,5502	
304Q02	0,5889	
601Q02	0,7210	
437Q06	0,7404	
645Q01		0,5376
478Q02		0,6328
524Q06		0,6859
602Q04		0,7513
620Q01		0,8116
602Q01		0,8331
641Q03		0,8933
Taux de réussite en moyenne	**0,6183**	**0,7351**

Annexe 54. Comptabilisation des bonnes ou mauvaises réponses aux items de l'échantillon de l'analyse qualitative contenant la réponse dans le texte ou l'illustration.

SESC	SESC Favorisé					SESC Défavorisé									
Niveau scolaire en science	Haut		Moyen		Bas	Haut					Moyen			Bas	
Binôme/ individuel	Bin 1 (E1-E2)	Bin 2 (E3-E4)	Bin 3 (E5-E6)	Bin 7 (E16-E17)	Bin 12 (E26-E27)	Bin 6 (E14-E15)	Bin 8 (E18-E19)	Bin 9 (E20-E21)	Bin 11 (E24-E25)	Ind 3 (E11)	Bin 4 (E18-E19)	Ind 1 (E7)	Ind 2 (E10)	Bin 5 (E12-E13)	Bin 10 (E22-E23)
437Q06	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
601Q02	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
641Q03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
620Q01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1

Annexe 55. Différence au niveau du format de réponse et de certaines caractéristiques de contenus entre les quatre items, de notre échantillon d'analyse qualitative, contenant la réponse dans le texte ou illustration.

Items	Format de l'item	Compétence	Connaissance	Système
437Q06	Réponse ouverte	Expliquer un phénomène scientifique	**Contenu**	Systèmes physiques
601Q02	Choix multiple simple	Interpréter des données et des faits de manière scientifique	**Contenu**	Systèmes vivants
641Q03	Choix multiple complexe	Interpréter des données et des faits de manière scientifique	**Contenu**	Systèmes de la Terre et de l'univers
620Q01	Choix multiple simple	Interpréter des données et des faits de manière scientifique	Procédurale	Systèmes de la Terre et de l'univers

Annexe 56. Résultats obtenus par l'échantillon représentatif des élèves français à PISA Science 2015 selon la nature de la réponse présente dans la présentation de l'item (textuelle ou illustrée).

Nature de la réponse présente dans l'item	Items	Taux de réussite FR	Niveau de difficulté (sur 4 niveaux)	Taux de réussite OCDE	F_SESCgp1	F_SESCgp2	F_SESCgp3	F_SESCgp4	Écart SESC 4-1 FR	Type d'écart SESC 4-1 (sur 4 niveaux)
Textuelle	131Q02	0,4908	3	0,4913	0,3756	0,4478	0,5070	0,6328	0,2573	3
Textuelle	437Q03	0,5502	2	0,4967	0,4903	0,4626	0,6090	0,6388	0,1485	1
Textuelle	304Q02	0,5889	2	0,5768	0,5134	0,5469	0,5722	0,7230	0,2096	2
Textuelle	601Q02	0,7210	2	0,6571	0,5769	0,6973	0,7636	0,8462	0,2693	3
Textuelle	437Q06	0,7404	2	0,7625	0,5558	0,7084	0,7991	0,8985	0,3427	4
Moyenne					**0,5024**	0,5726	0,6501	**0,7478**	0,2455	
Illustrée	645Q01	0,5376	2	0,5333	0,4194	0,4763	0,5944	0,6603	0,2408	2
Illustrée	478Q02	0,6328	2	0,5135	0,5023	0,5863	0,6845	0,7580	0,2557	3
Illustrée	524Q06	0,6859	2	0,6446	0,5907	0,6562	0,7096	0,7871	0,1964	2
Illustrée	602Q04	0,7513	2	0,7067	0,6927	0,6769	0,7604	0,8751	0,1824	2
Illustrée	620Q01	0,8116	1	0,8170	0,7651	0,7802	0,8126	0,8887	0,1236	1
Illustrée	602Q01	0,8331	1	0,8023	0,7560	0,7990	0,8539	0,9237	0,1677	1
Illustrée	641Q03	0,8933	1	0,9006	0,8346	0,8979	0,9214	0,9195	0,0849	1
Moyenne					**0,6515**	0,6961	0,7624	**0,8303**	0,1788	

Annexe 57. Comparaison du taux de réussite moyen de l'échantillon représentatif des élèves français à PISA Science 2015 de SESC favorisé par rapport à ceux de SESC défavorisé selon le type de réponse présent dans l'item (textuelle ou illustrée).

Nature de la réponse présente dans l'item	Performance moyenne SESC 1 (Défavorisé)	Performance moyenne SESC 4 (Favorisé)	Moyenne Écart SESC 4-1
Textuelle	0,5024	0,7479	0,2455
Illustrée	0,6515	0,8303	0,1788
Écart de points	0,15	0,08	