



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

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

L'impact du numérique sur les apprentissages des élèves : évaluation d'une politique d'équipement à grande échelle

Ensemble des résultats au cycle 4

Ghazala Azmat (Sciences Po, LSE, CEPR et IZA) , Denis Fougère (Sciences Po, CEPR et IZA), Alexis Lermite (DEPP) et Clémence Lobut (DEPP)

Série Études

Document de travail n° 2022.E04
Septembre 2022

L'impact du numérique sur les apprentissages des élèves : évaluation d'une politique d'équipement à grande échelle

Ensemble des résultats au cycle 4

Cet ouvrage est édité par le ministère de l'Éducation nationale,
de la Jeunesse et des Sports

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

61-65, rue Dutot
75732 Paris Cedex 15

Directrice de la publication
Fabienne Rosenwald

Ghazala Azmat (Sciences Po, LSE, CEPR et IZA) , Denis Fougère
(Sciences Po, CEPR et IZA), Alexis Lermite (DEPP) et Clémence
Lobut (DEPP)

ISBN / e-ISBN
ISSN : 2779-3532

SOMMAIRE



‣ Remerciements.....	8
‣ Résumé.....	9
‣ Summary.....	10
‣ Introduction.....	11
‣ Contexte : le Plan numérique de 2015.....	16
‣ Données et échantillons	19
Descriptions des sources de données	19
Collectes <i>ad-hoc</i>	19
Évaluations des élèves	19
Enquêtes auprès des enseignants	20
Enquêtes auprès des chefs d'établissement	20
Données administratives	21
Description des échantillons ELAINE	21
Collèges	21
Élèves	24
Enseignants	25
Taux de participation.....	25
‣ Statistiques descriptives.....	26
Enseignants	26
Compétences numériques	26
Pratiques professionnelles.....	27
Collaboration	28
Freins à l'usage du numérique.....	28
Chefs d'établissement	30
Utilisation des TIC	30
Pilotage pédagogique	32

‣ Méthodologie	35
Analyse de prééquilibrage.....	35
Méthodes d'équilibrage	36
Analyse factorielle et méthodes de regroupement.....	37
‣ Effets sur les apprentissages des élèves et leurs compétences sociocognitives	38
Compétences disciplinaires des élèves.....	38
Compétences numériques et sociocognitives des élèves.....	40
Utilisation du numérique par les élèves	42
Hétérogénéité des effets en fonction de l'origine socio-économique des élèves	44
‣ Effets sur les conditions d'apprentissage et d'enseignement décrites par les enseignants et chefs d'établissement	51
Indicateurs de résultat relatifs aux enseignants	51
Indicateurs de résultat relatifs aux chefs d'établissement	58
‣ Conclusion	61
‣ Annexe 1 – Présentation de la méthode de l'entropy balancing	62
‣ Annexe 2 – L'estimateur de pondération par l'inverse de probabilité (<i>Inverse Probability Weighting Estimator</i> – IPWE)	64
‣ Annexe 3 – Effets hétérogènes selon l'origine socio-économique de l'élève	65
‣ Annexe 4 – Effets hétérogènes selon le type d'établissement scolaire	72
‣ Annexe 5 – Description des indicateurs synthétiques construits à partir des données de l'enquête administrée aux enseignants	78

‣ Annexe 6 – Description des indicateurs synthétiques construits à partir des données de l'enquête administrée aux chefs d'établissement.....	81
‣ Annexe 7 – Monographies	83
Bibliographie	85

↳ Remerciements

Nous remercions la DEPP pour l'accès aux données et ses équipes pour leur aide précieuse tout au long du projet, en particulier Sandra Andreu, Sylvia Antognarelli, Laurène Bocognano, Axelle Charpentier, Olivier Cosnefroy, Donna Fleury, Isabelle Lavieville, Aïcha M'Bafoumou, Christelle Raffaëlli, Thierry Rocher et Ronan Vourc'h. Nous remercions également Philippe Wuillamier et Fabienne Rosenwald pour leur soutien. De plus, nous remercions tous les chefs d'établissement, enseignants et élèves qui ont participé aux enquêtes et évaluations de cette étude longitudinale. Nous sommes très reconnaissants envers Fatimetou El Bah, Alex Hatchondo, Mitia Oberti et Alexandre Touw pour leur remarquable assistance dans le cadre de cette recherche. Nous remercions les autres équipes de recherche impliquées dans ce projet, en particulier les équipes de Maud Besançon (LP3C, Université Rennes 2), Philippe Dessus (LaRAC, Université Grenoble-Alpes) et Yves Dutercq (CREN, Université de Nantes). Nous sommes très reconnaissants d'avoir eu la chance de travailler sur ce projet avec Yves Dutercq, qui nous a quittés en mars 2020, et d'avoir bénéficié de ses connaissances sur le système éducatif français, ainsi que de sa gentillesse et de son énergie.

↳ Résumé

Dans cette étude, nous mesurons l'impact de dotations d'équipements numériques mobiles sur les apprentissages des élèves et les pratiques professionnelles des enseignants et chefs d'établissement. Une part importante de l'échantillon de cette étude est constituée par des collèges bénéficiaires d'une politique d'équipement à grande échelle en France, le Plan numérique de 2015. Cette politique visait à accroître l'accès des élèves au numérique dans les établissements scolaires via la mise à disposition d'équipements numériques mobiles (sous forme d'équipements individuels mobiles (EIM) ou de classes mobiles (CM), principalement des tablettes) à partir de la classe de 5^e.

Pour ce faire, nous utilisons des données multidimensionnelles et inédites, collectées dans le cadre d'une étude de la DEPP visant à mesurer les effets de ces dotations à court et moyen terme (de la classe de 5^e à la fin de la scolarité de collègue). Celle-ci a suivi un panel de près de 5 000 élèves de la 5^e à l'entrée en 2^{de}, et a également interrogé leurs enseignants et les chefs d'établissement. L'impact de la politique sur les apprentissages des élèves est mesuré sur les compétences disciplinaires, numériques et sociocognitives (créativité, collaboration et esprit critique). Afin d'identifier l'impact causal des dotations, notre échantillon inclut des élèves, enseignants et chefs d'établissement n'ayant pas bénéficié de la politique. Nous utilisons la méthodologie de l'*entropy balancing* et d'autres méthodes d'appariement statistique afin de comparer ce groupe non-bénéficiaire avec le groupe bénéficiaire.

Les tablettes individuelles ont des effets positifs importants sur les résultats des élèves en mathématiques et en français, allant de 9 % à 25 % d'un écart-type du score du groupe de comparaison. Ces effets sont globalement plus importants à partir de la fin de 4^e pour les élèves ayant un statut socio-économique plus défavorisé ; l'hétérogénéité des effets est la plus forte sur les compétences mathématiques mesurées à l'entrée en seconde. En moyenne, il n'y a pas d'effet des équipements sur les compétences numériques des élèves, mais l'effet est positif pour les élèves issus de milieux socio-économiques défavorisés. La dotation en CM a un impact plus faible, voire nul sur les résultats scolaires et les compétences numériques des élèves, avec des coefficients allant de zéro à 11 % d'un écart-type du score du groupe de comparaison. Les équipements individuels, comme partagés n'ont aucun effet sur les compétences sociocognitives des élèves.

Enfin, nous étudions l'interaction du type d'équipement avec les pratiques professionnelles des enseignants et le mode de pilotage des chefs d'établissement. Nous montrons que les dotations en EIM a un impact plus important sur les pratiques des enseignants que les dotations en CM (les effets sont plus faibles sur le mode de pilotage des chefs d'établissement).

↳ Summary

We study the impact of a large-scale, educational, Information and Communication Technologies (ICT) intervention in France on students' learning and teachers' and principals' professional practices. A significant part of the sample of this study is made up of middle schools that were part of a large-scale equipment policy in France, the Plan numérique (or "Digital Plan") in 2015. The policy aimed to increase students' access to digital technology in schools through the provision of mobile digital equipment (either one-to-one or shared equipment, mainly tablets) from the grade 7 onwards.

To that end, we use a rich and unique multidimensional dataset, collected as part of a DEPP study aimed at measuring the effects of these allocations in the short and medium term (from grade 7 to the end of secondary school). The study followed a panel of nearly 5,000 students from grade 7 to grade 10, and interviewed their teachers and principals. We measure the impact of the policy on students' academic, digital and socio-cognitive skills (creativity, collaboration and critical thinking). In order to identify the causal impact of the allocations, our sample includes students, teachers and principals in schools that did not benefit from the policy. We use entropy balancing and other statistical matching methods to compare this non-beneficiary group with the beneficiary group.

The one-to-one tablets have significant positive effects on students' maths and French scores, ranging from 9% to 25% of a standard deviation of the comparison group's score. Overall, these effects are stronger from the end of grade 8 for students with a lower socio-economic status; the heterogeneity of effects is strongest for mathematical skills measured at the beginning of grade 10. On average, there is no effect of equipment on students' digital skills, but the effect is positive for pupils from lower socio-economic backgrounds. Shared equipment has little or no impact on students' academic and digital skills, with coefficients ranging from zero to 11% of a standard deviation of the comparison group's score. Both one-to-one and shared equipment have no effect on students' socio-cognitive skills.

Finally, we study the interaction of the type of equipment with the professional practices of teachers and the management style of school heads. We show that the distribution of one-to-one equipment has a greater impact on teachers' practices than the distribution of shared equipment (the effects are weaker on the management practices of principals).

➤ Introduction

La nécessité de former les futurs citoyens à l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) est croissante. De plus en plus, les nouvelles technologies investissent les salles de classe et font désormais partie des outils pédagogiques au service de l'enseignement et des modalités d'apprentissage. Dans de nombreux pays, d'importants investissements ont été réalisés pour équiper les établissements scolaires. Par exemple, la France a dépensé 1 milliard d'euros en équipements numériques de 2015 à 2017¹ et a consacré 252 millions d'euros en 2021 au développement des usages numériques et à la transformation digitale². Cependant, malgré un intérêt croissant pour la thématique du numérique éducatif et de nombreuses études sur le sujet, la littérature scientifique ne permet pas de dégager un consensus sur les effets sur les apprentissages à attendre d'un meilleur accès et d'une utilisation plus grande des TIC, et plus particulièrement sur l'impact que le numérique peut avoir sur l'égalité des chances.

Afin d'étudier le rôle de l'utilisation des TIC à l'école, nous évaluons les effets de dotations en équipements numériques mobiles via notamment une politique d'équipement à grande échelle en France, le Plan numérique de 2015. Celle-ci visait à accroître l'accès aux TIC dans les établissements scolaires par la dotation d'équipements numériques mobiles en classe de 5^e. Nous utilisons des données inédites et multidimensionnelles collectées par les équipes de la DEPP dans le cadre de l'Évaluation Longitudinale des Activités liées au Numérique Éducatif (ELAINE) qui a suivi un panel de près de 5 000 élèves de la 5^e à l'entrée en 2^{de} et a également interrogé leurs enseignants et les chefs d'établissement. Notre échantillon se compose d'élèves bénéficiaires, ayant eu accès à un équipement numérique mobile (des tablettes principalement), soit sous la forme d'un équipement individuel mobile (EIM) ou d'un équipement partagé via une classe mobile (CM)³, ainsi que d'élèves non-bénéficiaires scolarisés dans des collèges où aucun équipement numérique mobile n'était disponible.

Notre étude propose une analyse très riche de la question de l'efficacité des politiques d'équipement pour les élèves, en abordant trois grands ensembles de questions. Premièrement, concernant les résultats des élèves observés en moyenne : l'accès à des équipements numériques mobiles a-t-il un impact sur les résultats scolaires des élèves ? Quels sont les effets à long terme (sont-ils cumulatifs) ? L'impact dépend-il du type d'équipement (EIM ou CM) ? Deuxièmement, concernant l'hétérogénéité éventuelle des effets : l'accès à des équipements peut-il contribuer à réduire les inégalités scolaires ? Les pratiques des enseignants et/ou des chefs d'établissement (notamment le pilotage de l'établissement) varient-elles selon le type d'équipement distribué (EIM vs CM) ? Troisièmement, concernant les compétences sociocognitives des élèves : les équipements influencent-ils la façon dont les élèves travaillent ensemble (c'est-à-dire les compétences en matière de collaboration), leur esprit critique et/ou leur créativité ?

Pour identifier de manière causale les effets de l'intervention sur les résultats des élèves, nous utilisons la méthodologie d'appariement d'*entropy balancing* (Hainmueller, 2012 ; Hainmueller et Yu, 2013) pour appairer les élèves concernés par la politique (le groupe bénéficiaire) à ceux qui ne l'étaient pas (le groupe non-bénéficiaire). Cette méthodologie pondère les observations du groupe non-bénéficiaire afin d'égaliser les premiers moments des distributions des covariables dans les groupes bénéficiaires et non-bénéficiaires, ce qui permet de résoudre le problème de la sélection sur les caractéristiques observables. Pour les collèges qui ont été sélectionnés par un appel à projets, nous faisons l'hypothèse qu'il est suffisant de contrôler les caractéristiques observées. Nous utilisons également des méthodes d'appariement pour comparer les établissements qui n'ont pas été sélectionnés par un appel à projets avec ceux qui ont été sélectionnés.

¹ <https://www.gouvernement.fr/action/l-ecole-numerique>

² <https://www.education.gouv.fr/projet-de-loi-de-finances-2021-306342>

³ Valises contenant une quinzaine de tablettes que les enseignants peuvent réserver auprès de leur chef d'établissement pour les utiliser en classe uniquement.

Notre analyse montre que la dotation en EIM a un effet positif et durable sur les compétences académiques des élèves (en compréhension orale et écrite du français et en mathématiques), allant de 9 % à 25 % d'un écart-type. L'analyse de l'hétérogénéité des effets en fonction de l'origine socio-économique des élèves met en évidence des effets globalement plus importants à partir de la 4^e pour les élèves issus d'un milieu plus défavorisé. Cela est vrai en particulier pour les compétences numériques en 4^e (l'effet est 43 points de pourcentage d'écart-type inférieur pour les élèves très favorisés par rapport aux élèves défavorisés) et pour les performances en mathématiques en 2^{de} (l'effet est de 38 points de pourcentage d'écart-type inférieur pour les élèves favorisés et de 27 points de pourcentage d'écart-type inférieur pour les élèves très favorisés, par rapport aux élèves défavorisés). Les effets sur les compétences académiques et numériques sont beaucoup plus faibles pour les élèves ayant accès à des classes mobiles, allant d'aucun effet à 11 % d'un écart-type. Lorsque nous étudions les effets sur les compétences sociocognitives (telles que la collaboration avec les autres élèves ou la créativité), nous ne trouvons aucun effet significatif des EIM ou des CM. Afin de mieux comprendre la diversité des effets des EIM ou des CM sur les compétences académiques et numériques, nous mesurons également leur impact sur les pratiques enseignantes. Les dotations en tablettes individuelles ont un effet positif sur l'intégration du numérique dans les pratiques, alors que l'impact des dotations en classes mobiles est moindre. Ceci est particulièrement vrai pour l'indicateur relatif à l'utilisation pédagogique des outils numériques par les élèves, où l'impact des dotations en tablettes individuelles varie entre 22 % et 34 % d'un écart-type, alors que l'impact des classes mobiles n'est pas statistiquement significatif. En outre, nous observons un effet positif des dotations en tablettes individuelles sur la réduction des freins personnels (uniquement pour les enseignants de 5^e) et matériels auxquels sont confrontés les enseignants s'agissant de l'utilisation des TIC en classe (respectivement 16 % et entre 36 % et 45 % d'un écart-type), tandis que les dotations en classes mobiles n'ont un impact que sur les freins matériels (entre 9 et 18 % d'un écart-type).

Notre étude contribue à la littérature sur l'impact des équipements numériques sur les apprentissages des élèves, qui s'est développée depuis le début de l'ère numérique dans les années 1990. Elle vient alimenter le débat public et académique car les données disponibles n'offrent pas de consensus sur les effets à attendre d'une plus grande intégration du numérique à l'école. En effet, si l'accès à de meilleurs outils technologiques, ainsi que le potentiel en matière d'information et d'apprentissage qu'offrent ces outils, peuvent être bénéfiques pour les élèves, les nouvelles technologies peuvent aussi créer des distractions, en particulier chez les plus jeunes, nécessitant l'intervention des enseignants. Les résultats de la littérature reflètent cette ambiguïté. Malgré l'intérêt considérable que suscite le sujet, les recherches s'intéressant à l'impact des outils numériques sur l'apprentissage des élèves ont jusqu'à présent donné lieu à des conclusions au mieux mitigées.

Plusieurs études ont évalué les effets de l'attribution d'équipements individuels dans le cadre du programme « Un ordinateur portable par enfant » (*One Laptop per Child*), ne trouvant souvent aucun impact significatif sur les résultats scolaires. Par exemple, Bevermann et al. (2015), Cristia et al. (2017), et Malamud et al. (2019), s'appuyant sur les données d'une expérience contrôlée au Pérou auprès d'élèves de primaire, ne trouvent aucun effet statistiquement significatif du programme sur les scores de mathématiques et de maîtrise de la langue. De même, Meza-Cordero (2017), également sur la base de données expérimentales collectées dans des écoles primaires du Costa Rica, ne trouve pas non plus d'impact du programme sur les résultats des élèves. De Melo et al. (2014) n'identifient pas non plus d'effet du programme « Un ordinateur portable par enfant » sur les résultats des élèves en mathématiques et en lecture, dans le cadre d'un déploiement à grande échelle dans des écoles primaires en Uruguay. Des études ont également été réalisées dans des pays riches de l'OCDE et fournissent des résultats contrastés. Duch et Hull (2017), qui emploient la méthode des doubles différences sur un échantillon de plus de 4 millions d'élèves du CP à la terminale aux États-Unis, trouvent des effets positifs modérés d'une dotation en équipements individuels sur les scores en mathématiques (allant de 15 % à 17 % d'un écart-type à moyen terme). En revanche, Mora et al. (2018), dans le cadre d'une étude longitudinale sur une cohorte de plus de 170 000 élèves (suivis entre 12 et 16 ans) en Catalogne, trouvent un impact négatif des équipements sur les mathématiques et les autres matières.

Un autre volet de la littérature examine les effets de l'accès à un ordinateur à la maison ou à l'école et de son utilisation, avec là encore des résultats mitigés. Les premières études de Fairlie (2005) exploitant des données de panel américaines et de Schmitt et Wassworth (2006) exploitant des données de panel britanniques montrent respectivement que l'accès à un ordinateur à domicile réduit le taux de décrochage scolaire au lycée et améliore les résultats aux tests de compétences passés aux âges de 16 et 18 ans. Utilisant des données de même nature aux États-Unis, Beltran et al. (2006) ont également constaté que la possession d'un ordinateur à domicile augmentait le taux d'obtention d'un diplôme d'études secondaires et que cet effet pouvait en partie s'expliquer par la réduction de l'absentéisme et de la délinquance observée chez les lycéens disposant d'un équipement à la maison. Les résultats plus récents d'une expérience contrôlée en Californie, portant sur 1 000 élèves de la 6^e à la 3^e, indiquent que le fait de posséder un ordinateur à domicile n'a pas d'impact sur les notes, sur les résultats à des tests standardisés de compétences ou sur l'assiduité en classe (Fairlie et Robinson, 2013), mais a un impact positif sur les interactions sociales des élèves, notamment sur le nombre d'interactions avec des amis ou des pairs (Fairlie et Kalil, 2017). Malamud et Pop-Eleches (2011), en utilisant une méthode de régression par discontinuité pour évaluer les effets d'une distribution aux ménages de bons d'achat pour des ordinateurs en Roumanie, trouvent un effet négatif de la participation au programme sur les notes des élèves⁴, mais une amélioration de leurs compétences numériques et de leurs compétences cognitives (mesurées par des tests d'intelligence). En utilisant les notes des élèves de 15 ans dans l'enquête PISA, Agasisti et al. (2017) et Fernandez Gutierrez et al. (2020) identifient également un impact négatif de l'utilisation du numérique sur les résultats des élèves. Barrow et al. (2009), dans une étude randomisée portant sur près de 2 000 élèves de 3^e, trouvent un impact positif de la mise à disposition d'une salle informatique permettant l'utilisation d'un programme numérique d'enseignement de l'algèbre pour les cours de mathématiques sur les résultats d'un test standardisé en algèbre. Ainsi, aucun consensus clair n'émerge de la littérature scientifique concernant l'impact de la dotation d'équipements numériques aux élèves de collège dans un pays de l'OCDE.

Notre étude d'impact longitudinale multidimensionnelle apporte de nombreuses contributions importantes à cette littérature. En particulier, elle analyse de façon approfondie la question de l'utilisation des TIC par les adolescents au collège et à la maison. En utilisant des données collectées dans le cadre d'une politique déployée à grande échelle, elle propose une mesure de l'impact de la dotation d'équipements numériques mobiles (individuels ou partagés) sur plusieurs dimensions importantes relatives aux apprentissages des élèves et aux pratiques professionnelles des personnels scolaires, à court et moyen terme. Concernant les élèves, nous évaluons les effets sur leurs compétences académiques (français et mathématiques) et numériques, ainsi que sur leurs compétences sociocognitives (créativité, collaboration et pensée critique), qui sont rarement étudiées dans la littérature existante. Nous examinons également l'hétérogénéité des effets en fonction des caractéristiques démographiques des élèves (sexe et origine socio-économique). Nos résultats mettent en évidence l'importance du type d'équipement fourni par la politique. Seuls les équipements individuels ont un effet positif sur les compétences académiques des élèves ; cet effet étant plus fort pour les élèves issus de milieux plus défavorisés. La politique évaluée n'a pas d'effet sur les compétences sociocognitives des élèves). Les données inédites recueillies par la DEPP dans cette étude nous permettent également d'apprécier à un an et à deux ans (grâce à des données de panel) les effets des dotations sur les compétences numériques des enseignants et l'intégration du numérique dans leurs pratiques professionnelles et de distinguer des écarts potentiels selon le type d'équipement distribué. De même, les informations sur les caractéristiques et les pratiques des chefs d'établissement apportent un éclairage supplémentaire sur les effets différenciés des équipements individuels et partagés.

⁴ Pour être éligible au programme, un ménage était tenu d'avoir au moins un enfant de moins de 26 ans inscrit dans le primaire, le secondaire ou à l'université. Les effets sont mesurés sur un échantillon d'élèves dont l'âge varie de 7 à 22 ans (seulement 3 % de l'échantillon sont âgés de plus de 19 ans).

En complément de notre étude quantitative, un travail de monographie a été conduit dans quatre collèges de l'échantillon afin d'analyser de façon plus approfondie la place et les usages du numérique au collège, en éclairant notamment des aspects non couverts par le volet quantitatif de l'étude (**encadré 1**).

Ce document est organisé comme suit. La **partie 2** présente le Plan numérique lancé en France en 2015. La **partie 3** décrit les données collectées et les échantillons constitués pour mettre en œuvre l'évaluation. La **partie 4** présente des résultats descriptifs issus des enquêtes menées auprès des enseignants et des chefs d'établissement. La **partie 5** expose la méthodologie utilisée pour déterminer l'impact causal de la dotation d'équipements numériques sur les résultats des élèves ; elle présente également la construction d'indicateurs synthétiques à partir du regroupement de certaines questions des enquêtes. Les deux dernières parties présentent les résultats de l'évaluation pour les scores des élèves (**partie 6**) et pour les indicateurs construits à partir des réponses des enseignants et des chefs d'établissement (**partie 7**).

ENCADRÉ 1 Monographies

Un organisme extérieur, l'Agence Phare, a réalisé durant l'année scolaire 2020-2021 un travail monographique dans quatre collèges publics faisant partie de l'échantillon afin de compléter les résultats de l'évaluation quantitative par un volet plus qualitatif. Ces établissements ont été sélectionnés sur la base de caractéristiques permettant de diversifier les contextes d'observation (appartenance ou non à un réseau d'éducation prioritaire, dotation en équipements numériques mobiles, profil socio-économique des élèves). L'équipe chargée des monographies a déployé plusieurs modes de recueil des données : observations en classe, entretiens semi-directifs avec les enseignants et les chefs d'établissement et groupes de discussion avec les élèves. Les données qualitatives permettent de documenter les processus et mécanismes par lesquels les élèves et les enseignants s'approprient ou non les outils numériques mis à leur disposition. Elles permettent également d'investiguer le lien entre le pilotage pédagogique du numérique et les pratiques professionnelles des enseignants. Nous résumons les résultats principaux de ces monographies dans l'**annexe 7**.

↳ Contexte : le Plan numérique de 2015

Lancé en 2015, le Plan numérique visait à augmenter le taux d'équipement numérique dans les écoles et établissements scolaires en France. Cette politique s'appuyait sur quatre piliers : la formation au numérique, le développement des ressources, l'équipement des acteurs éducatifs dans un environnement sécurisé, et le développement des usages numériques. Ainsi, dans le second degré, 3 069 collèges publics et privés sous contrat ont été sélectionnés par appels à projet pour recevoir des équipements numériques (principalement des tablettes) entre 2015 et 2017. En 2017, la DEPP a lancé une étude scientifique afin d'évaluer l'impact du Plan numérique sur les résultats des élèves et les pratiques des enseignants sur une période de trois ans. L'évaluation impliquait l'interrogation d'échantillons d'élèves, d'enseignants et des chefs d'établissement via des évaluations et enquêtes conçues spécifiquement.

Dans les premiers temps de mise en œuvre de la politique, les élèves de 5^e des collèges bénéficiaires du Plan ont reçu des équipements individuels mobiles (EIM), principalement sous la forme de tablettes attribuées individuellement. Ils pouvaient les utiliser au collège ou à la maison. Les tablettes individuelles pouvaient être verrouillées par un contrôle parental, limitant les heures d'utilisation, et ne disposer que d'un accès à un nombre limité d'applications autorisées. Après la première année de la politique, les classes mobiles (CM) sont devenues la forme prédominante d'équipements attribués. Les tablettes ou les ordinateurs étaient disponibles par valise/chariot (généralement de douze équipements) et pouvaient être partagés par l'ensemble de l'établissement scolaire, les collèges mettant en place des systèmes de réservation formels ou informels pour permettre l'utilisation de ces équipements par tous les enseignants, pour un usage individuel ou collectif en classe avec les élèves.

Le **tableau 1** présente les résultats d'une régression logistique sur l'ensemble des collèges publics et privés sous contrat au niveau national, identifiant les caractéristiques des collèges qui ont influencé leur inclusion dans le Plan numérique. Les coefficients estimés montrent que les collèges publics, en particulier ceux appartenant à un réseau d'éducation prioritaire, sont plus fréquemment inclus dans le Plan.

Pour mesurer l'impact de la politique, nous distinguons par la suite les différents établissements en fonction de leur accès ou non à des équipements numériques et de la source de dotation. Par exemple, certains établissements inclus dans le Plan numérique n'avaient pas encore reçu les équipements numériques mobiles au moment de l'évaluation. Certains établissements qui n'étaient pas inclus dans le Plan numérique ont été équipés par d'autres moyens. Il en résulte un chevauchement de la distribution du taux d'équipement en terminaux mobiles (principalement des tablettes) des collèges selon leur inclusion ou non dans le Plan numérique (**figure 1**).

TABLEAU 1 • Paramètres estimés d’une régression logistique visant à expliquer l’inclusion d’un établissement dans le Plan numérique

	Inclusion dans le Plan numérique
Constante	0.44 (1.00)
Macro-Strate (réf. : Établissement public hors éducation prioritaire)	
Établissement privé sous contrat	-1.84*** (0.12)
Établissement public en éducation prioritaire	0.40*** (0.14)
Composition sociale de l’établissement (%) (réf. : défavorisée)	
Très favorisée	-0.02*** (0.01)
Favorisée	-0.01 (0.01)
Moyenne	0.00 (0.01)
Effectif d’élèves en classe de 5 ^e	-0.00 (0.00)
Effectif d’enseignants (ETP)	0.03*** (0.01)
Taux de redoublement en 5 ^e	-0.07* (0.04)
Taux de retard en 6 ^e	-0.02*** (0.01)
Note moyenne à l’épreuve terminale au Diplôme National du Brevet (DNB)	-0.04 (0.04)
Pourcentage de filles	0.01 (0.01)
Âge moyen des enseignants	-0.03* (0.02)
Nombre moyen d’élèves par division	0.03 (0.02)
Population moyenne de la commune	0.00** (0.00)
Taux de pauvreté moyen	-0.02** (0.01)
Taux de chômage moyen	-0.01 (0.03)
AIC	5671.08
BIC	6484.68
Log Likelihood	-2716.54
Deviance	5433.08
Nombre d’obs.	6884

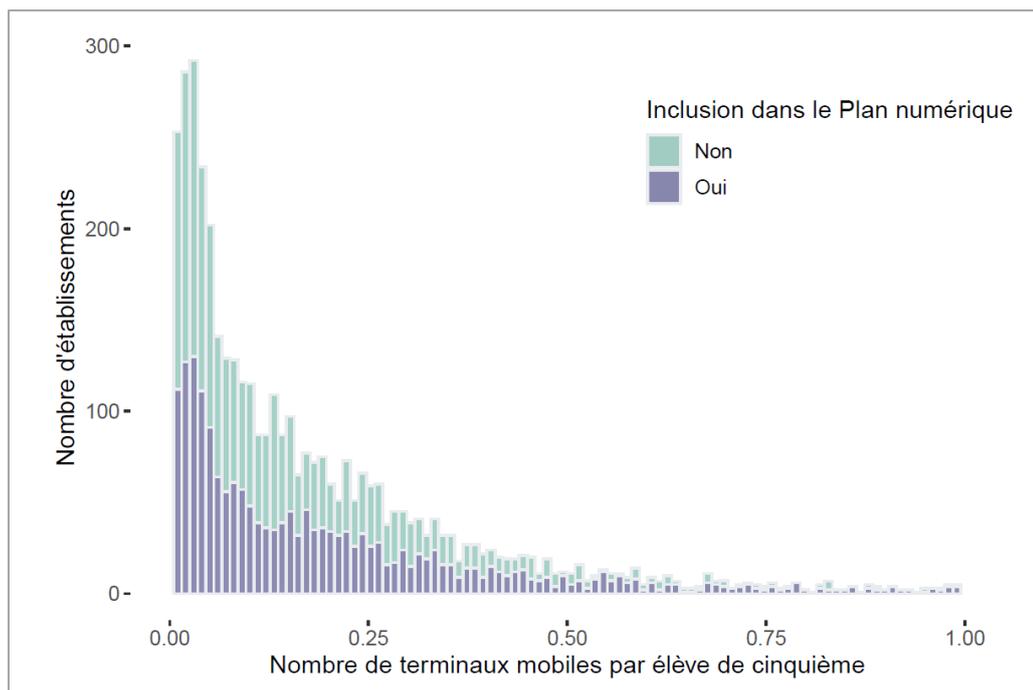
Note : Le modèle inclut des effets fixes pour les académies.

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et * si $0.05 < p \leq 0.1$.

Champ : Collèges publics et privés en France métropolitaine et DROM.

Sources : DNE (2017), APAE - DEPP (2017-2018).

FIGURE 1 • Distribution du taux d'équipement en terminaux mobiles (nombre de terminaux mobiles par élève) selon l'inclusion ou non de l'établissement dans le Plan numérique



Champ : Collèges publics et privés en France métropolitaine et DROM.
Sources : DNE (2017), ETIC - DEPP (2017-2018).

L'échantillon de notre étude comprend donc cinq groupes d'établissements scolaires :

1. ceux ayant reçu des équipements numériques individuels (EIM) financés par le Plan numérique ;
2. ceux ayant reçu des équipements numériques partagés (CM) financés par le Plan numérique ;
3. ceux inclus dans le Plan numérique mais n'ayant pas encore reçu les équipements numériques individuels ou partagés ;
4. ceux disposant d'équipements numériques individuels ou partagés financés par d'autres sources que le Plan numérique ;
5. ceux non inclus dans le Plan numérique et ne disposant d'aucun équipement numérique mobile.

Dans la partie suivante, nous verrons que des actualisations de données (relatives aux équipements effectivement présents dans les établissements) ont permis de vérifier la pertinence de l'assignation de l'établissement à tel ou tel groupe de l'évaluation précédemment décrit. À ce stade, il est déjà important de noter que, dans notre étude, l'impact des tablettes sur les résultats des élèves est évalué, sans distinction de la source de financement (Plan numérique ou autre). La **partie 5** « Méthodologie » exposera plus en détail la stratégie d'identification permettant d'estimer de manière causale l'impact de la fourniture d'équipements numériques sur les résultats des élèves et sur les indicateurs bâtis à partir des réponses des enseignants et des chefs d'établissement.

↳ Données et échantillons

Descriptions des sources de données

Nous utilisons des données inédites et multidimensionnelles, collectées par la DEPP à partir d'enquêtes et d'évaluations spécifiquement conçues pour cette étude. La base de données ainsi constituée est enrichie avec des informations tirées de données administratives du système d'information national, ce qui nous permet d'identifier de manière unique et de suivre les élèves et les établissements scolaires dans le temps.

Collectes *ad-hoc*

Évaluations des élèves

Les élèves de l'échantillon ELAINE ont été suivis de la classe de 5^e à l'entrée en classe de 2^{de} (soit de septembre 2017 à septembre 2020). En fin de 5^e et de 4^e, la DEPP a mesuré les compétences des élèves à l'aide de tests standardisés portant sur les apprentissages en mathématiques, en français (compréhension orale et compréhension écrite), ainsi que sur les compétences numériques et sociocognitives (créativité, esprit critique et collaboration). Au second temps de mesure, lorsque les collégiens étaient en 4^e, ils ont également été interrogés à propos de leur utilisation du numérique au sein et en dehors de leur collège. Seules les compétences en mathématiques et en français sont mesurées à l'entrée au lycée ⁵.

Le contenu de ces évaluations a été créé par le bureau de la conception et du pilotage des évaluations des élèves de la DEPP (également responsable de l'organisation et du suivi de l'administration de ces évaluations), avec l'appui d'équipes de recherche pour les échelles visant à mesurer les compétences sociocognitives des élèves.

Les évaluations en français consistaient en un exercice de compréhension de l'écrit (identique en 5^e et 4^e) et en des exercices de compréhension orale. Les évaluations en mathématiques couvraient l'ensemble du programme de mathématiques en 5^e et 4^e. Les évaluations des compétences numériques ont été développées par un groupe de travail, dirigé par la DEPP, composé d'enseignants de différentes disciplines (Lettres modernes, Mathématiques, Technologie, Sciences de la Vie et de la Terre) et de professeurs documentalistes. Ces évaluations couvraient les domaines suivants : communication avec le monde numérique, connaissance et respect de la loi, gestion de l'espace numérique de travail, identité numérique, matériels et réseaux, pensée algorithmique et recherche d'information.

Les élèves de 5^e et 4^e ont également été invités à répondre à des échelles conçues pour évaluer leur esprit critique, leur créativité et leurs attitudes à l'égard de la collaboration. Ces compétences ont été évaluées car certaines recherches (comme Ananiadou et Claro, 2009) suggèrent que leur développement est essentiel pour l'insertion sociale et professionnelle dans une société fondée sur la connaissance. Le questionnaire sur l'esprit critique, conçu par l'équipe de recherche de Nicolas Gauvrit (Université Paris 8), couvre les habitudes ou attitudes générales de pensée ainsi que la capacité d'un élève à penser de manière critique. La créativité et la collaboration des élèves ont été évaluées à l'aide d'un questionnaire conçu par l'équipe de Todd Lubart (Université Paris Cité). Celui-ci incluait l'échelle de Karwowski (*Short Scale of Creative Self*) demandant aux élèves de se positionner à propos de onze affirmations relatives à la créativité. La collaboration a été mesurée à l'aide d'une échelle composée de dix affirmations pour lesquelles les élèves devaient indiquer leur degré d'accord.

⁵ En raison de la crise sanitaire, les élèves (comme les enseignants et les chefs d'établissement) n'ont pas pu être interrogés pour le troisième temps de mesure prévu en mai 2020.

Enquêtes auprès des enseignants

Les enseignants de 5^e des 11 disciplines principales ont été suivis pendant les deux années de l'évaluation⁶ afin de mesurer à un an, puis à deux ans, les effets des dotations en équipements numériques mobiles sur les indicateurs tirés des réponses des enseignants (ressenti, attitudes, compétences et pratiques). La mesure réalisée à un an permet de décrire les conditions d'apprentissage des élèves de 5^e. Les enseignants de 4^e ont également été interrogés lors du second temps de mesure lorsque les élèves du panel étaient scolarisés en classe de 4^e, afin de décrire les conditions d'apprentissage des élèves en 4^e. Les différentes enquêtes ont été administrées par questionnaire en ligne en fin d'année scolaire.

Le questionnaire, développé par l'équipe de recherche de Philippe Dessus (Université Grenoble-Alpes) en collaboration avec la DEPP, couvrait un large éventail de questions : équipements disponibles (à la maison et au collège), formation au numérique, compétences numériques, intégration du numérique dans les pratiques pédagogiques, freins à l'utilisation du numérique, pratiques collaboratives entre enseignants, pratiques d'enseignement visant à favoriser la collaboration entre élèves et l'esprit critique des élèves.

L'intégration du numérique dans les pratiques enseignantes a été mesurée à l'aide de l'échelle TPACK (*Technology, Pedagogy and Content Knowledge*) créée par Mishra et Koehler (2006). Cette dernière documente le sentiment d'auto-efficacité des enseignants en matière d'intégration numérique en les interrogeant sur des aspects liés aux connaissances didactiques, pédagogiques et technologiques.

L'enquête auprès des enseignants a porté également sur le domaine de la créativité, afin de déterminer si la créativité des enseignants pouvait expliquer de potentiels effets différenciés des dotations et ainsi mettre en lumière l'un des mécanismes possibles par lequel les pratiques pédagogiques peuvent influencer les effets observés chez les élèves. Cet aspect du questionnaire a été conçu par l'équipe de recherche de Maud Besançon (Université Rennes 2) et s'appuyait sur 3 échelles :

1. l'échelle de Karwowski, identique à celle utilisée pour les élèves ;
2. l'échelle *Use of Creative Cognition Scale* (Rogaten et Moneta, 2013) portant sur les techniques et les stratégies qui permettent aux gens d'être créatifs ;
3. l'échelle *Self-Report of Creative Traits* (Runco, 2017) mesurant la personnalité créative des individus à travers des descripteurs de personnalité.

Nous utiliserons par la suite les réponses à ce large ensemble de questions pour construire des indicateurs continus et des variables catégorielles, comme décrit dans la **partie 5** « Méthodologie ». Ces indicateurs et variables seront utilisés pour étudier notamment l'hétérogénéité potentielle de l'effet de la politique.

Enquêtes auprès des chefs d'établissement

Les chefs d'établissement ont été interrogés par la DEPP en mai-juin 2019. Le questionnaire, auto-administré en ligne, a été élaboré par l'équipe d'Yves Dutercq (Centre de recherche en éducation de Nantes (CREN), Université de Nantes). Il visait à identifier les modalités de pilotage de l'établissement, notamment en matière d'intégration du numérique. Pour ce faire, un travail préliminaire qualitatif a permis de définir des indicateurs pertinents pour documenter le mode de pilotage de l'établissement et ses effets éventuels sur les pratiques numériques des enseignants : il s'est appuyé sur des entretiens menés par le CREN auprès d'une dizaine de chefs d'établissement n'appartenant pas à l'échantillon ELAINE. Les différents indicateurs ont été validés lors d'une réunion de travail avec un groupe de

⁶ Français, Mathématiques, Histoire-Géographie et Éducation civique, Sciences de la Vie et de la Terre, Physique-Chimie, Technologie, Langues étrangères, Arts plastiques, Éducation physique et sportive, Éducation musicale, Latin.

travail pluriprofessionnel (délégué académique au numérique, chefs d'établissement, inspecteurs, membres de la Direction du Numérique Éducatif (DNE)), la DEPP et le CREN.

Le questionnaire se concentrait principalement sur le pilotage pédagogique, mais permettait aussi de recueillir des informations relatives aux caractéristiques individuelles du chef d'établissement, au contexte de l'établissement et à l'usage du numérique par les enseignants. Une analyse complémentaire de ces données permettra ainsi d'examiner le lien entre le fonctionnement de l'établissement et les pratiques numériques des enseignants.

Données administratives

Nous mobilisons des données à partir de plusieurs sources administratives disponibles à la DEPP. Nous utilisons la base de données SYSCA⁷ pour collecter des informations sur le sexe des élèves, leur origine socio-économique et leur lieu de naissance. La base de données RELAIS⁸ nous fournit des informations sur l'âge des enseignants, leur statut (agrégé, certifié, contractuel ou autre) et la matière qu'ils enseignent. La DNE nous a mis à disposition une base servant au pilotage du Plan numérique de 2015 ; les informations de cette base permettent d'identifier les établissements de l'échantillon inclus dans le Plan. La base de données d'APAE⁹ nous permet de décrire très précisément le contexte de chaque établissement de l'échantillon : secteur, appartenance ou non à un réseau d'éducation prioritaire, nombre d'élèves, nombre d'enseignants, proportion d'élèves par origine socio-économique, taux de redoublants, âge moyen des enseignants, note moyenne au Diplôme National du Brevet, etc..

Nous complétons ces informations grâce à des données locales de l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) sur la population, le taux de pauvreté et le taux de chômage au niveau de la commune des établissements de l'échantillon ELAINE.

Description des échantillons ELAINE

Collèges

L'échantillonnage des établissements a été réalisé en deux étapes. Dans un premier temps, 1 500 collèges publics et privés sous contrat en France métropolitaine et DROM faisant partie du Plan numérique et 1 500 collèges n'en faisant pas partie ont été sélectionnés *via* un échantillonnage stratifié avec équilibrage en fonction de la taille de l'établissement. Les strates utilisées étaient le secteur (public ou privé), l'appartenance ou non à un réseau d'éducation prioritaire et la taille de la commune ou de l'unité urbaine du collège. Les chefs d'établissement ont répondu à une enquête en décembre 2017 sur la disponibilité effective d'équipements numériques mobiles au sein de leur collège. Parmi les 3 000 collèges, 2 347 chefs d'établissement ont répondu à l'enquête (soit 78 % de l'échantillon initial) ; les établissements répondants constituent ainsi la base de sondage pour la deuxième phase de l'échantillonnage. Initialement, l'étude d'impact s'est appuyée sur les informations fournies en décembre 2017 pour constituer les groupes d'établissements. Néanmoins, la disponibilité des équipements numériques peut avoir évolué d'une année à l'autre ; aussi ces informations ont été actualisées par la DEPP chaque année en interrogeant les chefs d'établissement de l'échantillon final au moment des collectes de données de printemps.

Dans un second temps, 240 collèges ont été sélectionnés parmi les 2 347 susmentionnés en fonction de leur participation ou non au Plan numérique et de la présence ou non d'équipements numériques mobiles (individuels et partagés). Cette taille d'échantillon a été choisie afin d'avoir un échantillon d'enseignants suffisamment important, en tenant compte de l'attrition probable à l'issue des trois années de suivi prévu par le protocole de collecte de données. Les collèges se répartissent dans les cinq groupes définis dans la **partie 2** (« Contexte : Le Plan numérique de 2015 »). Le premier groupe

⁷ Système d'information statistique consolidé académique pour les élèves, les étudiants et les apprentis.

⁸ Base de données nationale sur les enseignants.

⁹ Aide au Pilotage et à l'Auto-évaluation des Établissements

(équipements individuels) est composé de 80 collèges, tandis que les 4 autres groupes sont composés de 40 collèges chacun. Sur les 240 établissements sélectionnés, 217 collèges (soit 90 %) ont envoyé la liste des élèves et des enseignants de la classe de 5^e sélectionnée pour participer à l'étude¹⁰ et sont donc considérés comme appartenant à l'échantillon.

¹⁰ Cette classe de 5^e a été sélectionnée selon une règle aléatoire basée sur l'initiale du nom de famille du professeur principal. Il était demandé aux chefs d'établissement d'ordonner les classes de 5^e à partir de l'initiale du nom de famille des professeurs principaux classée par ordre alphabétique et de sélectionner la première classe dans cet ordre.

Le **tableau 2** décrit et situe les 217 établissements de l'échantillon par rapport à l'ensemble des collèges de France, afin d'illustrer la validité externe de notre étude. Du fait de l'objet de l'étude d'impact, les établissements du Plan numérique sont surreprésentés dans l'échantillon, par rapport à la proportion nationale. Cela explique également la surreprésentation des établissements publics, plus nombreux à être inclus dans le Plan numérique. De plus, les établissements de l'échantillon ont en moyenne des effectifs légèrement plus importants que la moyenne nationale, car la probabilité de sélection dans la procédure d'échantillonnage dépendait positivement de l'effectif d'élèves de 5^e. Les compositions sociales des collèges de l'échantillon ELAINE et de la population nationale sont très proches (à l'exception d'une différence faible mais significative pour la catégorie « favorisée »), tout comme la note moyenne au DNB. D'autres variables sont statistiquement différentes entre l'échantillon et la population nationale (notamment la population moyenne et le taux de chômage moyen de la commune du collège), mais les écarts sont faibles.

TABLEAU 2 • Comparaison entre l'échantillon des collèges ELAINE et la population nationale des collèges en France

	Nationale	Échantillon	Différence
Plan numérique (%)			
Non	57	38.2	-18.7***
Oui	43	61.8	18.7***
Secteur (%)			
Privé	24	18	-6.1**
Public	76	82	6.1**
Éducation prioritaire (%)			
Non	84.4	82.5	-1.9
Oui	15.6	17.5	1.9
Composition sociale de l'établissement			
Très favorisée	20.6	20.4	-0.1
Favorisée	11.9	12.5	0.6*
Moyenne	26.7	26.9	0.2
Défavorisée	35.6	35.1	-0.5
Nombre d'élèves	473	510.1	37.1***
Âge moyen des enseignants	42.4	42.7	0.2
Note moyenne à l'épreuve terminale au Diplôme National du Brevet (DNB)	10.9	10.9	0
Population moyenne de la commune (K.)	38.2	31.6	-6.6*
Taux de chômage moyen	9.4	9.6	0.3*
Taux de pauvreté moyen	17.6	17.6	0
Nombre d'observations	7025	217	

Note : La significativité des écarts est mesurée par un test de Chi2 pour les variables catégorielles et par un test de Student (t-test) pour les variables continues.

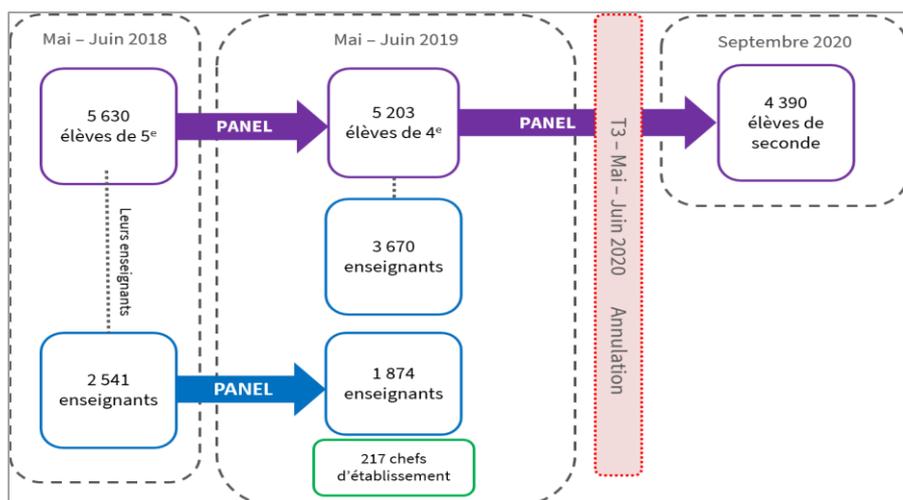
Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et * si $0.05 < p \leq 0.1$.

Champ : Collèges publics et privés sous contrat en France métropolitaine et DROM pour la colonne « Nationale » et champ restreint à l'échantillon des 217 collèges pour la colonne « Échantillon ».

Sources : DNE (2017), APAE – DEPP (2017-2018), INSEE (2015-2016).

Au sein des 217 collèges de l'échantillon, dans chaque classe sélectionnée, tous les élèves et les enseignants des 11 matières principales ont été inclus dans l'échantillon. En 4^e, pour le deuxième temps de mesure, les nouveaux enseignants des élèves ont été ajoutés à l'échantillon, en utilisant des bases de données administratives recensant l'ensemble des enseignants et leur affectation aux classes. La **figure 2** décrit les périodes de collecte de données ainsi que les échantillons d'élèves, d'enseignants et de chefs d'établissement.

FIGURE 2 • Calendrier des collectes et échantillons d'élèves, d'enseignants et de chefs d'établissement



Élèves

L'échantillon initial est composé de 5 630 élèves de 5^e. Parmi ces élèves, 5 203 sont suivis en 4^e, tandis que les 427 élèves restants ont redoublé ou changé d'établissement et sortent de l'échantillon. À l'entrée en seconde, l'échantillon se restreint aux 4 390 élèves qui ont répondu au test de positionnement en début de lycée en septembre 2020. Les 813 élèves manquants ont redoublé une année ou ne sont pas allés au lycée et sont donc sortis de l'échantillon. Alors que la composition de l'échantillon d'élèves varie très peu entre le premier et le deuxième temps de mesure, la part des élèves venant de milieux plus privilégiés augmente au dernier temps de mesure et celle des redoublants diminue (**tableau 3**). Cette sélection doit être prise en compte dans l'interprétation des résultats (l'échantillon d'élèves variant entre les deux premiers temps de mesure et le dernier) mais ne devrait pas biaiser la mesure de l'effet de la politique puisqu'elle a concerné les établissements de tous les groupes de l'évaluation.

TABLEAU 3 • Composition de l'échantillon d'élèves aux trois temps de mesure

	Pourcentage		
	Période 1	Période 2	Période 3
Fille	49.8	49.9	51.9
Garçon	50.2	50.1	48.1
Origine socio-économique			
Très favorisée	30.4	30.4	34.0
Favorisée	17.1	17.3	17.6
Moyenne	32.7	32.6	31.4
Défavorisée	19.8	19.7	17.0
Avance ou retard scolaire			
A l'heure	87.3	88.8	91.0
En avance d'au moins une année	2.8	2.9	3.0
En retard d'au moins une année	9.9	8.3	6.0
Lieu de naissance			
En dehors de la France	5.2	5.2	5.1
En France	94.8	94.8	94.9

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE aux trois temps de mesure (période 1 : 5^e, période 2 : 4^e, période 3 : 2^{de}).
Source : SYSCA – DEPP (2018-2019).

Enseignants

L'échantillon est composé de 2 541 enseignants de 5^e au premier temps de mesure et de 5 544 enseignants au deuxième temps de mesure. Parmi ces derniers, on distingue les enseignants qui avaient répondu à l'enquête au premier temps de mesure (1 874 enseignants pour lesquels on dispose de données de panel) et les nouveaux enseignants de 4^e (3 670 enseignants). Le **tableau 4** fournit une description de ces échantillons.

TABLEAU 4 • Composition de l'échantillon d'enseignants aux deux temps de mesure

	Pourcentage	
	Période 1	Période 2
Sexe		
Femme	61.8	64.2
Homme	38.2	35.8
Âge		
34 ans ou moins	33.6	31.8
Entre 35 et 44 ans	19.5	21.2
Entre 45 et 54 ans	15.7	14.5
55 ans ou plus	31.3	32.5
Statut		
Certifié	86.6	86.3
Agrégé	5.1	5.3
Contractuel	4.4	4.7
Autre	3.9	3.7

Note : Le statut "Autre" regroupe les enseignants ayant un statut spécifique tel que les maîtres auxiliaires.

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE aux deux premiers temps de mesure (période 1 : printemps 2018, période 2 : printemps 2019).

Source : Base Relais – DEPP (2017-2018 and 2018-2019).

Taux de participation

Les taux de participation aux évaluations des élèves sont élevés, avec plus de 75 % de collèges participant au premier temps de mesure et près de 9 collèges sur 10 participant au deuxième temps de mesure. Dans les établissements participants, le taux de participation des élèves est également élevé, surtout lors du deuxième temps de mesure. Les taux de participation pour le troisième temps de mesure ne sont pas pertinents car les évaluations ont été menées au niveau national, tous les élèves entrant au lycée étaient concernés par ce test. Les taux de participation des enseignants sont plus faibles mais restent élevés durant le premier temps de mesure, 7 enseignants sur 10 ayant répondu à l'enquête. Plus de la moitié des enseignants ont participé à l'enquête au cours du deuxième temps de mesure. Le taux de participation des chefs d'établissement est élevé, puisqu'environ 3 sur 4 ont répondu à l'enquête (**tableau 5**).

TABLEAU 5 • Taux de participation des élèves, enseignants et chefs d'établissement aux évaluations et enquêtes

		Temps 1	Temps 2	
Évaluation des élèves	Collèges ayant organisé au moins une épreuve*	76 %	88 %	
	Elèves (au sein des collèges participants*)	Mathématiques et compétences numériques	83 %	90 %
		Compréhension orale	86 %	88 %
		Compréhension écrite	66 %	91 %
		Créativité et collaboration	50 %	Entre 62 % et 83 %
	Esprit critique	64 %		
Enquête auprès des enseignants		69 %	50 % (enseignants de 4 ^e) – 51 % (enseignants du panel)	
Enquête auprès des chefs d'établissement		Sans objet	74 %	

Champ : Échantillons ELAINE aux deux premiers temps de mesure.

Sources : DEPP et calculs des auteurs.

➤ Statistiques descriptives

Enseignants

L'analyse descriptive qui suit est basée sur les distributions marginales des réponses des enseignants, en fonction de leur sexe, de leur âge et des équipements numériques mobiles disponibles au sein de leur établissement (c'est-à-dire en fonction des groupes de l'évaluation présentés dans la **partie 2** « Contexte : Le Plan numérique de 2015 »). Pour les enseignants de 5^e du premier temps de mesure (T1) et ceux de 4^e du second temps de mesure (T2), il leur a été demandé de baser leurs réponses sur leurs pratiques professionnelles réalisées spécifiquement avec les classes des élèves de l'échantillon ELAINE. Les statistiques présentées sont basées sur les échantillons de répondants (soit un peu plus des deux tiers de l'échantillon visé au premier temps de mesure et la moitié au second temps). Nous présentons les résultats concernant les réponses des enseignants enquêtés lors du premier temps de mesure. Nous précisons les résultats des enseignants enquêtés lors du deuxième temps de mesure (enseignants de 4^e et enseignants du panel) lorsque l'écart avec la moyenne observée au T1 est supérieur, en valeur absolue, à 5 points de pourcentage. Les écarts observés entre le T1 et le T2 doivent s'interpréter avec prudence, puisqu'ils peuvent refléter des écarts de composition des échantillons liés à l'attrition plus forte observée au T2.

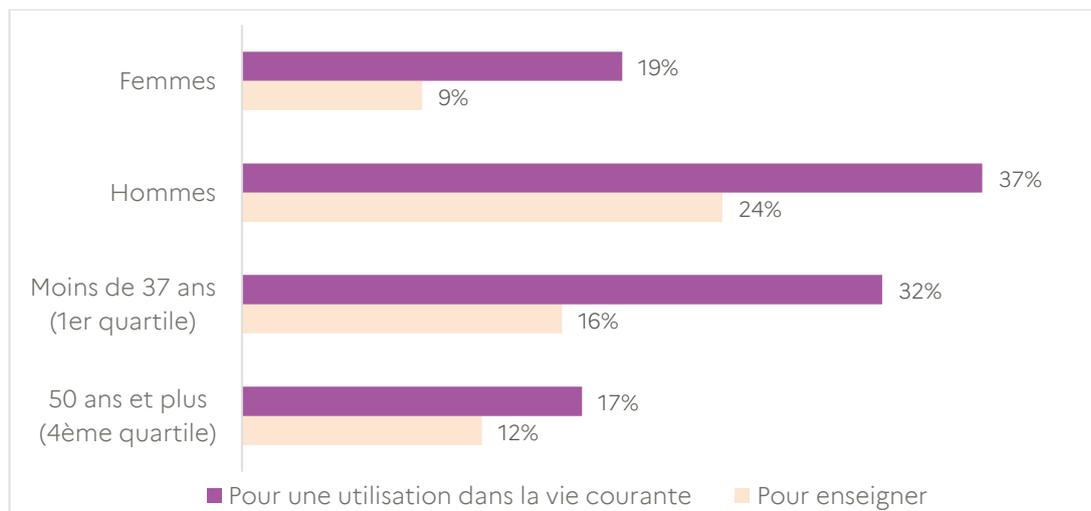
Compétences numériques

Nous nous intéressons aux compétences numériques des enseignants, car elles peuvent être un déterminant de l'utilisation du numérique dans leurs pratiques professionnelles. Si près de 85 % des répondants du T1 estiment avoir une maîtrise suffisante ou très suffisante des matériels et services numériques pour une utilisation dans leur vie courante, ils sont moins nombreux (63 %) à estimer en avoir une maîtrise suffisante ou très suffisante pour enseigner. Un an après, au T2, cette proportion s'élève à 70 % parmi les enseignants du panel (i.e. ceux ayant répondu au T1 et au T2) et à 71 % pour les enseignants de 4^e¹¹.

Lorsque l'on investigate l'hétérogénéité des réponses selon les caractéristiques individuelles des enseignants, on observe que la proportion choisissant la modalité « très suffisante » varie en fonction du sexe et de l'âge. Les hommes semblent plus confiants que les femmes s'agissant de leur maîtrise du numérique, puisqu'au T1, 37 % d'entre eux estiment avoir une maîtrise très suffisante des matériels et services numériques pour une utilisation dans leur vie quotidienne et 24 % pour enseigner, contre seulement 19 % et 9 % pour les femmes (**figure 3**). Des différences dans les réponses apparaissent également en fonction de l'âge du répondant. Ainsi, au T1, 32 % des répondants issus du premier quartile d'âge (i.e. les enseignants âgés de moins de 37 ans) estiment avoir une maîtrise très suffisante des matériels et services numériques pour un usage dans leur vie quotidienne et 16 % pour enseigner, (contre respectivement 17 % et 12 % pour les enseignants du dernier quartile d'âge, soit ceux âgés de plus de 50 ans).

¹¹ Pour mémoire, les enseignants de 4^e peuvent appartenir ou non au panel. Il s'agit des enseignants des élèves de l'échantillon au T2.

FIGURE 3 • Pourcentage d'enseignants déclarant avoir une maîtrise très suffisante des matériels et services numériques, selon le sexe et l'âge



Lecture : 19 % des femmes estiment avoir une maîtrise très suffisante des matériels et services numériques pour une utilisation dans la vie courante.

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1.

Sources : DEPP et calculs des auteurs.

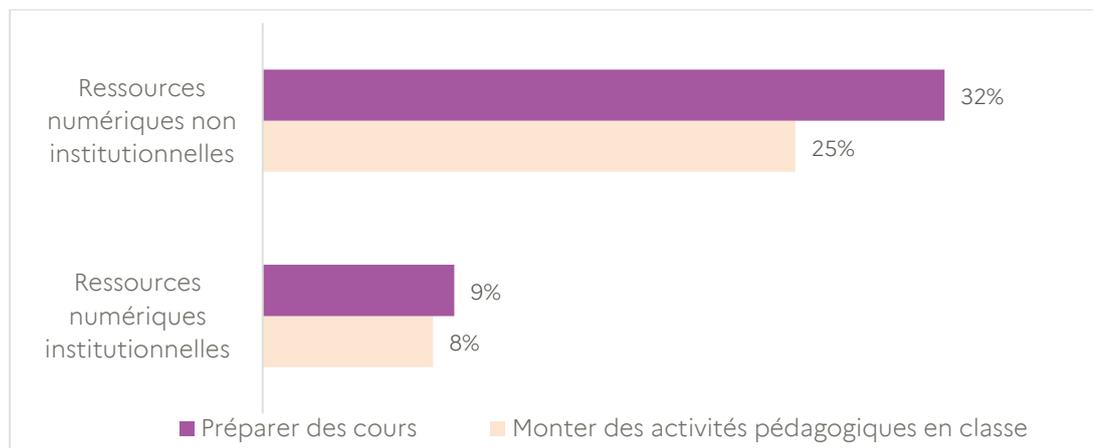
Au T1, 64 % des enseignants de 5^e ont déclaré avoir suivi au moins une formation sur le numérique ou l'informatique en lien avec l'enseignement. Les contenus principalement abordés étaient, d'une part, l'utilisation pédagogique des outils numériques, et d'autre part, l'utilisation d'un espace numérique de travail (ENT) ou d'une plateforme d'enseignement, pour respectivement 56 % et 30 % des répondants ayant suivi au moins une formation sur le numérique ou l'informatique en lien avec l'enseignement. Au T2, 56 % des répondants de 4^e ont déclaré avoir suivi au moins une formation sur le numérique et ils sont 61 % pour les enseignants du panel. Les contenus principalement abordés lors de ces formations sont les mêmes lorsque l'on compare les réponses des enseignants au T1 avec celles des enseignants au T2.

Pratiques professionnelles

La majorité des enseignants interrogés par ELAINE expriment un sentiment positif à l'égard de leur capacité à utiliser les outils numériques dans le cadre de leur enseignement. En effet, 60 % des répondants au T1 ont déclaré se sentir capables ou très capables de mettre en œuvre de manière pertinente des cours qui combinent les technologies numériques, une pédagogie donnée et la discipline enseignée. Au T2, la proportion s'élève à 67 % parmi les enseignants du panel et à 65 % pour les enseignants de 4^e.

Il faut toutefois relever que l'utilisation des outils et ressources numériques par les enseignants implique le plus fréquemment la réalisation de tâches spécifiques et simples. Ainsi, les enseignants interrogés au T1 sont très nombreux à utiliser les outils et ressources numériques pour des tâches liées à la gestion et au suivi de la classe : 83 % des enseignants de 5^e ont déclaré les utiliser plusieurs fois par semaine, voire tous les jours pour compléter le cahier de texte numérique et 88 % pour remplir les notes et/ou les absences. Près de 65 % des enseignants de 5^e disent utiliser des ressources numériques tous les jours ou plusieurs fois par semaine pour préparer leurs cours. Dans ce cadre, les ressources non institutionnelles sont davantage utilisées que les ressources numériques développées par le ministère. Par exemple, environ 32 % des répondants déclarent utiliser des ressources numériques non institutionnelles tous les jours ou plusieurs fois par semaine lors de la préparation de leurs cours, contre seulement 9 % pour les ressources numériques institutionnelles. Le plus faible recours aux ressources institutionnelles se retrouve également s'agissant de la conception d'activités pédagogiques pour la classe, puisque 25 % des répondants du T1 ont déclaré utiliser à cette fin des ressources numériques non institutionnelles tous les jours ou plusieurs fois par semaine, contre seulement 8 % pour les ressources numériques conçues par le ministère (figure 4).

FIGURE 4 • Type de ressources utilisées très fréquemment en fonction de la nature de la préparation, en %



Lecture : 32 % des enseignants déclarent utiliser des ressources numériques non institutionnelles tous les jours ou plusieurs fois par semaine pour préparer des cours.

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1.

Sources : DEPP et calculs des auteurs.

Au T1, plus des trois quarts des enseignants de 5^e ont déclaré utiliser souvent ou très souvent le numérique en classe à des fins pédagogiques (pour présenter des informations, faire interagir les élèves ou individualiser leur enseignement). Environ la moitié (48 %) ont indiqué qu'ils utilisaient, plusieurs fois par semaine, voire chaque jour, les outils numériques pour monter des séquences d'activité pour la classe sans manipulation de matériels numériques par les élèves. La proportion tombe à 14 % s'agissant de la proportion d'enseignants de 5^e rapportant utiliser plusieurs fois par semaine, voire chaque jour, les outils numériques pour monter des séquences d'activité pour la classe avec manipulation de matériels numériques par les élèves.

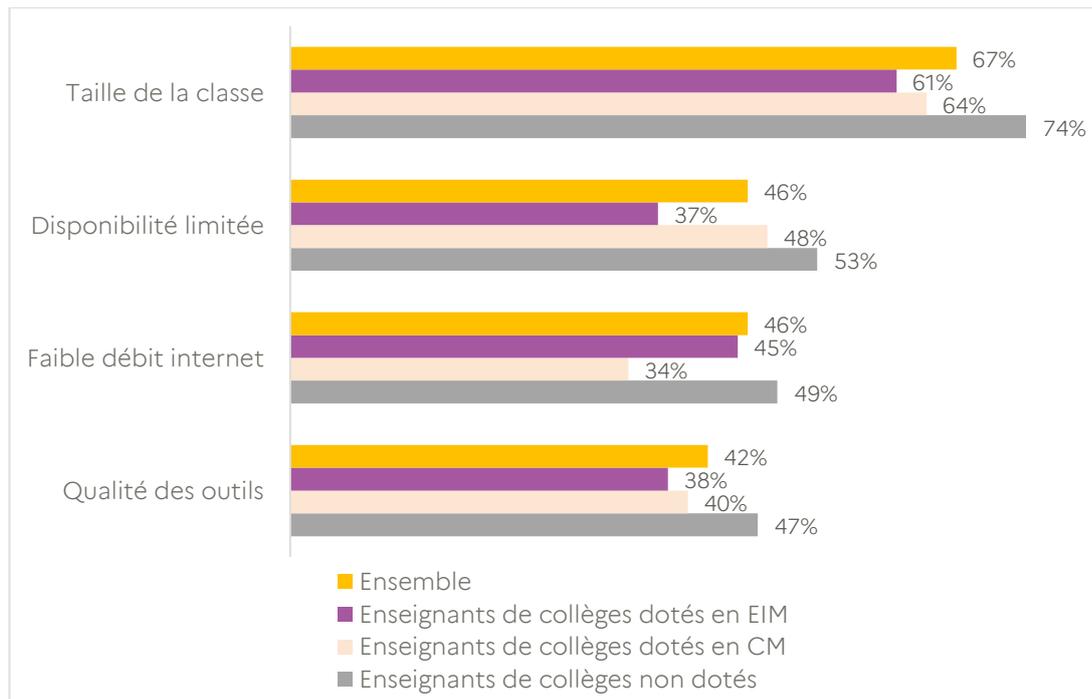
Collaboration

Un ensemble de questions de l'enquête portait sur les pratiques collaboratives des enseignants. La majorité des échanges entre enseignants ont lieu de manière informelle, c'est-à-dire lors de discussions ou d'échanges d'idées. Au T1, 44 % des enseignants de 5^e ont déclaré échanger des informations avec l'équipe éducative du collège plusieurs fois par semaine, voire tous les jours, de cette manière, contre 52 % des enseignants du panel et 49 % des enseignants de 4^e au T2. Certains domaines de collaboration semblent moins intégrés aux pratiques de travail en groupe au sein de l'équipe pédagogique. Par exemple, seuls 23 % des répondants du T1 ont déclaré échanger au moins une fois par mois avec l'équipe éducative afin de développer des outils communs (évaluations, progressions communes, objectifs, etc.). Une proportion similaire (25 %) a déclaré développer des contenus et des activités pédagogiques avec d'autres enseignants au moins une fois par mois. Lorsqu'il s'agit de travailler collectivement avec les enseignants de leur établissement pour sélectionner des méthodes et activités pédagogiques en lien avec le numérique, 48 % des enseignants de 5^e déclarent le faire moins d'une fois par mois. Enfin, plus d'un enseignant sur deux (57 %) a déclaré ne jamais échanger ou échanger moins d'une fois par mois avec d'autres enseignants pour évaluer les élèves à l'aide d'outils ou de ressources numériques.

Freins à l'usage du numérique

Pour comprendre les raisons qui pourraient expliquer une moindre utilisation des outils numériques en classe, il est intéressant d'examiner les freins perçus par les enseignants à l'utilisation du numérique. Pour 67 % des répondants au T1, le principal frein est la taille des classes (**figure 5**). Ce frein est plus répandu chez les enseignants des collèges non équipés (74 %) que chez les enseignants des collèges dotés en EIM (61 %) et ceux des collèges dotés en CM (64 %). Au T2, 74 % des enseignants du panel (**figure 6**) et 75 % des enseignants de 4^e considèrent que la taille de la classe est un frein à l'utilisation du numérique en classe. Là encore, ce frein est davantage répandu chez les enseignants des collèges non équipés que chez les enseignants des collèges dotés en équipements numériques.

FIGURE 5 • Principaux freins à l'usage du numérique dans leur enseignement selon les enseignants de 5^e au T1, en %

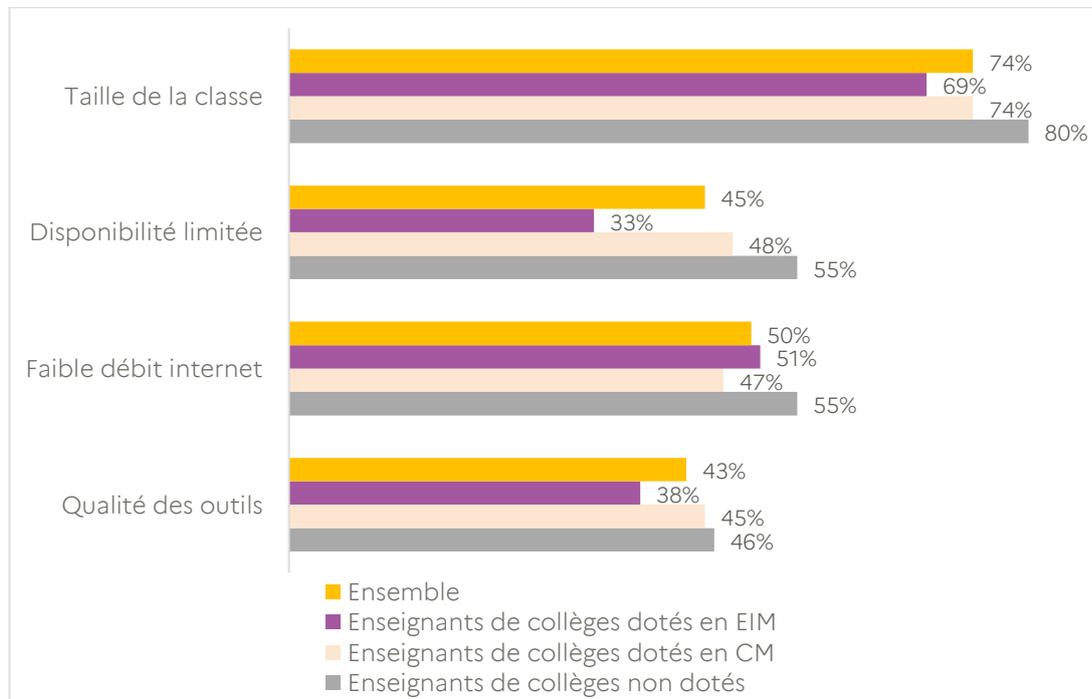


Lecture : Au T1, 67 % des enseignants de 5^e sont d'accord ou tout à fait d'accord avec la proposition selon laquelle la taille de la classe constitue un frein à l'usage du numérique dans leur enseignement.

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1.

Sources : DEPP et calculs des auteurs.

FIGURE 6 • Principaux freins à l'usage du numérique dans leur enseignement selon les enseignants du panel au T2, en %



Lecture : Au T2, 74 % des enseignants du panel sont d'accord ou tout à fait d'accord avec la proposition selon laquelle la taille de la classe constitue un frein à l'usage du numérique dans leur enseignement.

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1.

Sources : DEPP et calculs des auteurs.

La disponibilité limitée des équipements et l'accès insuffisant à un bon débit Internet constituent également des freins pour près d'un répondant sur deux au T1. Là encore, on note quelques disparités selon les groupes de comparaison de l'évaluation, puisque 37 % des enseignants des collèges équipés de tablettes individuelles considèrent le peu d'équipements disponibles comme un frein, contre 48 % des enseignants des collèges dotés en CM et 53 % pour ceux des collèges non équipés.

Un autre frein à l'utilisation du numérique dans l'enseignement semble être la qualité des outils disponibles. En effet, un peu plus de 42 % des enseignants ayant participé à l'enquête au T1 ont déclaré que des équipements obsolètes, défectueux ou inadaptés pouvaient constituer un frein à leur intégration dans leur enseignement. Comme on pouvait s'y attendre, cela semble être un obstacle plus important pour les enseignants travaillant dans des collèges non équipés (47 %) que pour ceux travaillant dans des collèges dotés en EIM (38 %) ou en CM (40 %). Ce frein semble être beaucoup moins répandu chez les enseignants les plus âgés : au T1, 33 % des répondants du dernier quartile d'âge (enseignants de plus de 50 ans) exerçant en 5^e considèrent que les équipements obsolètes, défectueux ou inadaptés sont un frein, contre 45 % des répondants du premier quartile d'âge (enseignants de moins de 37 ans), 46 % de ceux du deuxième quartile d'âge (entre 37 et 44 ans) et 42 % de ceux du troisième quartile d'âge (entre 44 et 50 ans). Lors du deuxième temps de mesure, 40 % des répondants du troisième quartile d'âge et du dernier quartile d'âge exerçant en 4^e considèrent que les équipements obsolètes, défectueux ou inadaptés sont un frein contre 51 % pour les enseignants les plus jeunes (premier quartile d'âge) et 46 % pour ceux du deuxième quartile d'âge.

Chefs d'établissement

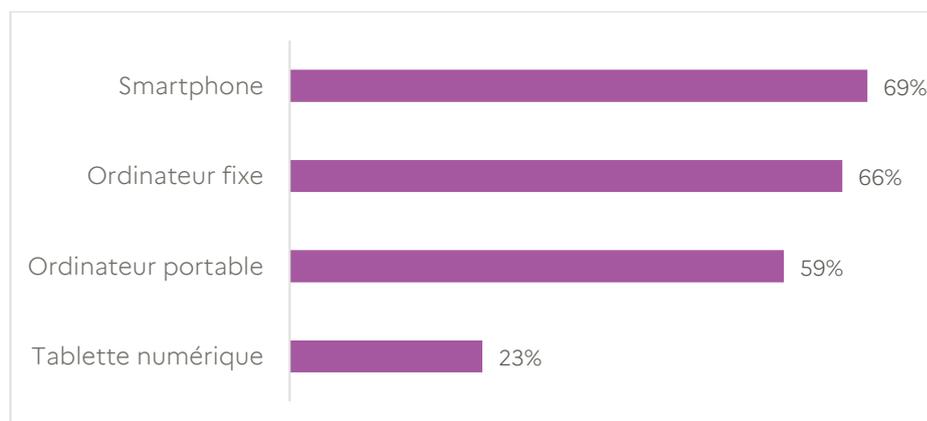
Les chefs d'établissement ont été interrogés au T2 sur la place du numérique dans la gestion pédagogique de leur établissement. Nous étudions la distribution croisée de leurs réponses en fonction des groupes de l'évaluation et du type de collège (secteur public en réseau d'éducation prioritaire, secteur public hors réseau d'éducation prioritaire ou secteur privé sous contrat avec l'État).

Utilisation des TIC

Les chefs d'établissement ont été questionnés à propos de leurs compétences en matière de numérique et de leur utilisation des outils numériques dans l'exercice de leurs missions, par exemple pour la communication avec les enseignants et les familles ou pour la gestion de l'établissement. Tout comme les enseignants, la majorité des chefs d'établissement interrogés indiquent avoir confiance en leur capacité à utiliser les outils numériques : 8 sur 10 déclarent être à l'aise dans l'utilisation des outils de communication électronique pour communiquer et gérer l'établissement et 7 sur 10 déclarent avoir une bonne connaissance des ressources numériques disponibles.

Environ 8 chefs d'établissement sur 10 indiquent utiliser régulièrement des outils de communication électronique pour communiquer et gérer l'établissement. Les équipements les plus fréquemment utilisés, plusieurs fois par semaine ou tous les jours, par les personnels de direction dans leur quotidien professionnel sont les smartphones (69 %), les ordinateurs de bureau (66 %) et les ordinateurs portables (59 %), que ces équipements soient personnels ou professionnels (**figure 7**).

FIGURE 7 • Pourcentage de chefs d'établissement utilisant les équipements numériques suivants tous les jours ou plusieurs fois par semaine



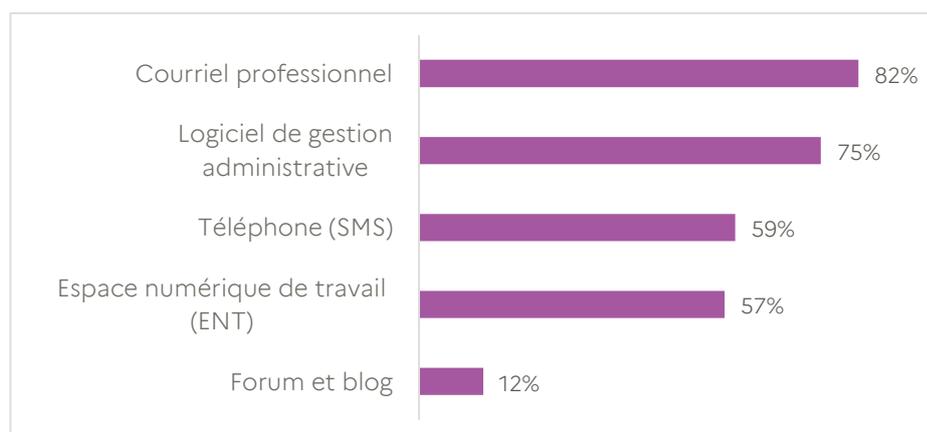
Lecture : Au T2, 69 % des chefs d'établissement déclarent utiliser leur smartphone (personnel ou professionnel) tous les jours ou plusieurs fois par semaine dans le cadre de leur quotidien professionnel.

Champ : Chefs d'établissement de l'échantillon ELAINE au T2.

Sources : DEPP et calculs des auteurs.

Les technologies et outils numériques privilégiés par les chefs d'établissement dans leur quotidien professionnel sont la messagerie électronique professionnelle (82 % l'utilisent plusieurs fois par semaine, voire tous les jours), un logiciel ou une plateforme de gestion administrative (75 %), les SMS (59 %) et l'ENT de l'établissement (57 %) (figure 8).

FIGURE 8 • Pourcentage de chefs d'établissement utilisant les technologies et outils numériques suivants tous les jours ou plusieurs fois par semaine



Lecture : Au T2, 82 % des chefs d'établissement déclarent utiliser leur courriel professionnel tous les jours ou plusieurs fois par semaine dans le cadre de leur quotidien professionnel.

Champ : Chefs d'établissement de l'échantillon ELAINE au T2.

Sources : DEPP et calculs des auteurs.

Certains équipements, technologies ou outils sont plus rarement, voire jamais utilisés par les chefs d'établissement dans leur quotidien professionnel : c'est le cas, par exemple des tablettes numériques (seuls 23 % en utilisent une plusieurs fois par semaine, voire tous les jours) et des forums et blogs (12 %). Notons toutefois que les personnels de direction exerçant dans des collèges dotés en EIM sont plus nombreux à rapporter utiliser très fréquemment une tablette numérique (33 % contre 20 % des chefs d'établissement exerçant dans les collèges dotés en CM et 17 % de ceux des collèges non équipés).

La majorité des chefs d'établissement déclarent privilégier l'utilisation d'outils numériques, comme le courrier électronique ou l'ENT, pour communiquer certaines informations aux enseignants : la gestion des salles de classe (pour 74 % des répondants), la diffusion d'informations internes comme des dates ou PV de réunion (76 %), le conseil de classe (71 %), des problèmes disciplinaires ou scolaires (53 %), le projet pédagogique d'établissement (52 %). Près d'un chef d'établissement sur quatre déclare tout de même privilégier une rencontre formelle ou informelle pour communiquer aux

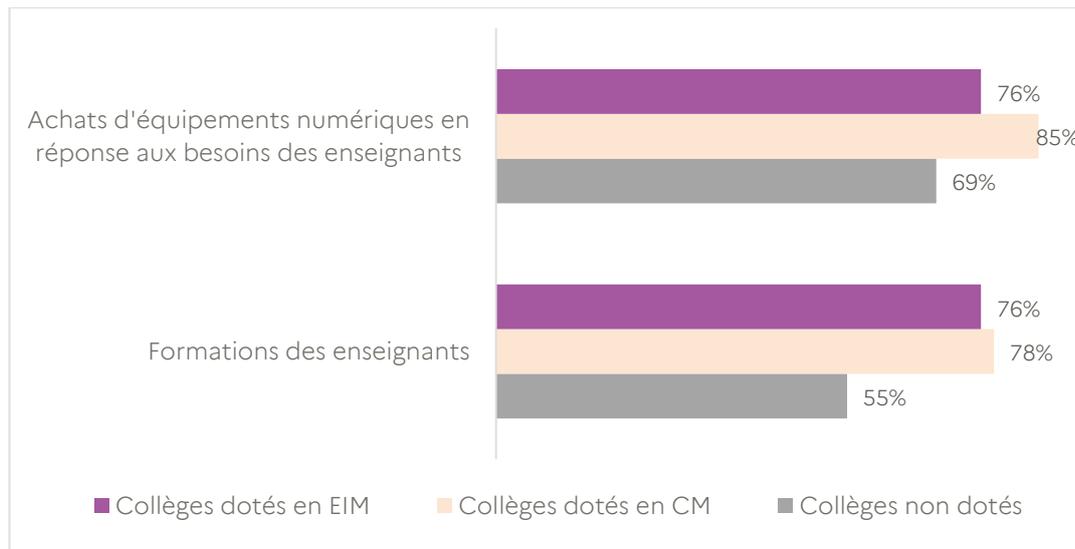
enseignants des informations liées à des problèmes disciplinaires ou scolaires, ou au projet pédagogique d'établissement. Lorsqu'il s'agit de communiquer avec les familles des élèves inscrits dans l'établissement, une grande majorité des chefs d'établissement privilégient les outils numériques (courriel ou ENT) pour des sujets relatifs aux actions pédagogiques (61 %) ou au conseil de classe (71 %).

La proportion de chefs d'établissement rapportant manipuler rarement les outils et ressources numériques et préférant déléguer ce type d'activités autant que possible est faible, mais près de trois fois plus élevée dans les collèges non équipés : elle s'établit à 4 % pour les chefs d'établissement des collèges dotés en équipements numériques mobiles (EIM ou CM), contre 11 % pour ceux des collèges non équipés.

Pilotage pédagogique

L'enquête ELAINE incluait des questions sur les choix des chefs d'établissement en matière de pilotage pédagogique du numérique, notamment s'agissant des actions visant à favoriser l'utilisation du numérique par les enseignants. Des formations au numérique pour les enseignants existent dans 2 collèges sur 3 (**figure 9**), mais cette moyenne masque des disparités selon les équipements disponibles dans les collèges (la proportion s'établit à plus de 3 sur 4 dans les collèges dotés en EIM ou CM contre moins de 3 sur 5 dans les collèges non dotés). Ces écarts pourraient s'expliquer par le fait que les enseignants des collèges non équipés pourraient exprimer moins de besoin ou d'intérêt s'agissant de l'intégration du numérique dans leurs pratiques (en raison de l'absence d'équipements numériques mobiles dans leur établissement scolaire).

FIGURE 9 • Actions de l'établissement pour favoriser l'utilisation du numérique par les enseignants selon le groupe d'évaluation, en %



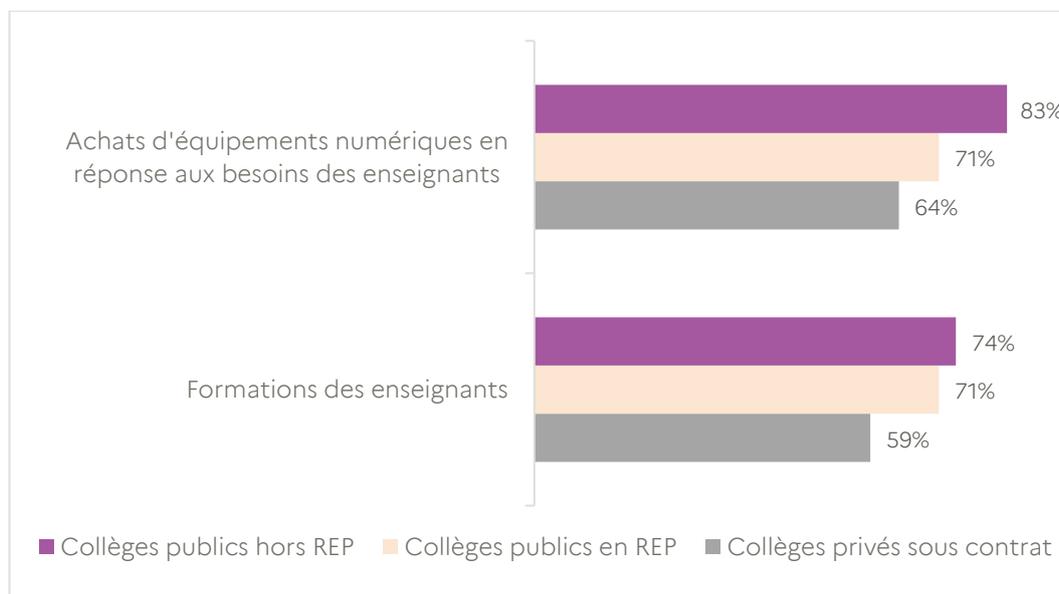
Lecture : Au T2, 76 % des chefs d'établissement dont le collège est doté en équipements individuels mobiles déclarent qu'il existe des actions de formation au numérique pour les enseignants dans leur établissement afin de favoriser l'utilisation du numérique par les enseignants.

Champ : Chefs d'établissement de l'échantillon ELAINE au T2.

Sources : DEPP et calculs des auteurs.

La **figure 10** montre également que les actions de formation au numérique pour les enseignants sont plus fréquemment mises en œuvre dans les collèges du secteur public que dans ceux du secteur privé. Les chefs d'établissement ont été interrogés à propos des objectifs des formations au numérique mises en place au niveau de l'établissement : pour 66 % de ceux ayant répondu que de telles formations existaient dans leur collège, ces dernières portaient sur les usages pédagogiques du numérique.

FIGURE 10 • Actions de l'établissement pour favoriser l'utilisation du numérique par les enseignants selon le type de collège, en %



Lecture : Au T2, 83 % des chefs d'établissement dont le collège appartient au secteur public hors réseau d'éducation prioritaire déclarent qu'ils effectuent des achats d'équipements numériques en réponse aux besoins des enseignants afin de favoriser l'utilisation du numérique par les enseignants.

Champ : Chefs d'établissement de l'échantillon ELAINE au T2.

Sources : DEPP et calculs des auteurs.

Outre les formations destinées aux enseignants, une grande majorité de chefs d'établissement rapportent également des achats d'équipements numériques en réponse aux besoins des enseignants parmi les actions visant dans leur collège à favoriser l'utilisation du numérique par les enseignants. À nouveau, on observe des écarts selon le groupe de l'évaluation et le type de collège (**figures 9 et 10**). Ainsi, 85 % des chefs d'établissement dans les collèges dotés en CM rapportent qu'il existe des actions d'achat d'équipements numériques en réponse aux besoins des enseignants, contre 76 % des chefs d'établissement dans les collèges dotés en EIM et 69 % de ceux exerçant dans des collèges non équipés.

La majorité des chefs d'établissement interrogés rapportent des projets d'achat pour des équipements, des outils ou des ressources numériques destinés aux enseignements. On note quelques petites différences en fonction des équipements déjà disponibles dans les collèges. Les chefs d'établissement des collèges dotés en CM et en EIM sont respectivement 56 % et 51 % à prévoir de tels achats, contre 45 % pour les chefs d'établissement des collèges non équipés. Pour financer ces projets achats, les chefs d'établissement comptent principalement sur des financements du département (39 %) et les fonds propres du collège (31 %).

Dans les établissements dotés en équipements numériques mobiles (qu'il s'agisse d'EIM ou de CM), le règlement semble favoriser l'utilisation des tablettes numériques ou des ordinateurs par les élèves : ces outils sont généralement davantage autorisés dans les différents lieux de l'établissement (salles de permanence, salles de classe, CDI, etc.) dans ces collèges par rapport aux collèges non équipés.

Enfin, dans les collèges dotés en EIM, près d'un chef d'établissement sur deux déclare que l'intégration du numérique a changé la manière dont il pilote un établissement. La proportion est inférieure pour les chefs d'établissement exerçant dans un collège doté en CM (41 %) et encore plus faible pour les chefs d'établissement exerçant dans des collèges non équipés (28 %). On relèvera également que le projet d'établissement mentionne plus fréquemment les outils numériques dans les collèges dotés en EIM (51 %) que dans les collèges non dotés (32 %).

↳ Méthodologie

Pour estimer l'impact causal de la dotation d'équipements numériques mobiles sur les résultats des élèves, nous mettons en œuvre des méthodes d'*entropy balancing* (Hainmueller, 2012 ; Hainmueller et Yu, 2013). Dans cette partie, nous présentons l'équilibrage des variables d'intérêt avant repondération, selon le groupe d'évaluation (collèges dotés en EIM, collèges dotés en CM ou collèges non dotés en équipements numériques mobiles). Nous décrivons ensuite brièvement la méthode d'*entropy balancing*. En égalisant les premiers moments de la distribution des covariables dans les différents groupes, la méthode d'*entropy balancing* nous permet de construire des unités de comparaison appropriées pour les groupes bénéficiaires et non bénéficiaires.

Analyse de prééquilibrage

À partir du **tableau 6**, nous constatons des différences importantes entre les établissements bénéficiaires (EIM ou CM) et les établissements non bénéficiaires. Les déséquilibres entre les groupes proviennent principalement des caractéristiques des établissements scolaires. Par exemple, la part des collèges privés sous contrat est plus élevée dans le groupe « CM », tandis que la part des collèges appartenant à un réseau d'éducation prioritaire est plus élevée dans le groupe « EIM ». Ces différences doivent être prises en compte dans l'analyse, car le fait d'être scolarisé dans un établissement privé sous contrat ou dans un établissement en éducation prioritaire est susceptible d'être fortement corrélé aux résultats scolaires des élèves. D'après le **tableau 7**, on constate que les élèves qui ont accès à une tablette individuelle sont plus susceptibles d'être nés hors de France. Ils sont également plus susceptibles d'avoir au moins une année d'avance ou au moins une année de retard dans leur scolarité. Les élèves des établissements sans équipement sont plus susceptibles d'être dans la classe qui correspond à leur âge (c'est-à-dire qu'au cours de leur scolarité, ils n'ont pas sauté, ni redoublé de classe). En ce qui concerne les caractéristiques socio-économiques, il y a peu de différences entre les établissements - tant au niveau du collège que de l'élève. Enfin, les caractéristiques des enseignants, en termes d'âge et de statut, sont également très similaires entre les groupes (**tableau 8**). Il y a cependant plus de femmes dans le groupe « EIM » que dans les deux autres groupes.

TABLEAU 6 • Tableau de prééquilibrage : collèges

	Tablettes individuelles		Classes mobiles		Sans équipement		Total
	Prop. ou moyenne	SE	Prop. ou moyenne	SE	Prop. ou moyenne	SE	Prop. ou moyenne
Secteur							
Privé	19.4	0.05	15.79	0.05	18.92	0.05	17.97
Public	80.6	0.05	84.21	0.05	81.08	0.05	82.03
Éducation prioritaire							
Oui	20.9	0.05	18.42	0.05	13.51	0.05	17.51
Non	79.1	0.05	81.58	0.05	86.49	0.05	82.49
Composition sociale de l'établissement							
Très favorisée	20.0	13.29	19.90	15.68	21.20	13.75	20.40
Favorisée	12.4	6.12	12.40	5.48	12.80	4.72	12.50
Moyenne	28.4	6.95	25.30	7.83	27.20	6.50	26.90
Défavorisée	33.4	15.22	37.70	17.82	33.90	15.02	35.10
Nombre d'élèves	518.6	188.13	496.80	155.52	516.10	199.37	510.10
Âge moyen des enseignants	42.8	3.00	42.20	3.19	43.00	3.15	42.70
Note moyenne à l'épreuve terminale au Diplôme National du Brevet (DNB)	10.6	1.65	11.00	1.60	11.00	1.38	10.90
Caractéristiques locales							
Population moyenne de la commune (K.)	38.2	44.00	25.20	42.60	32.00	68.44	31.60
Taux de chômage moyen	10.2	2.42	9.20	1.91	9.60	2.41	9.60
Taux de pauvreté moyen	18.1	7.79	17.10	7.98	17.60	9.24	17.60

Champ : Collèges de l'échantillon ELAINE au T1 (2017).
Sources : APAE - DEPP (2017-2018), INSEE (2015-2016).

TABLEAU 7 • Tableau de prééquilibrage : élèves

	Tablettes individuelles		Classes mobiles		Sans équipement		Total	
	Proportion	SE	Proportion	SE	Proportion	SE	Proportion	SE
Sexe								
Fille	49.16	0.012	49.72	0.011	50.53	0.011	49.83	0.007
Garçon	50.84	0.012	50.28	0.011	49.47	0.011	50.17	0.007
Origine socio-économique								
Très favorisée	29.07	0.011	31.75	0.010	30.10	0.010	30.35	0.006
Favorisée	17.80	0.009	16.46	0.009	17.24	0.009	17.14	0.005
Moyenne	32.74	0.011	32.53	0.011	32.73	0.011	32.67	0.006
Défavorisée	20.39	0.010	19.26	0.009	19.93	0.009	19.84	0.005
Avance ou retard scolaire								
A l'heure	86.01	0.008	87.02	0.008	88.69	0.008	87.29	0.004
En avance d'au moins une année	3.25	0.004	2.66	0.004	2.47	0.004	2.77	0.002
En retard d'au moins une année	10.74	0.007	10.32	0.007	8.84	0.007	9.94	0.004
Lieu de naissance								
En dehors de la France	6.31	0.006	5.15	0.005	4.32	0.006	5.22	0.003
En France	93.69	0.006	94.85	0.005	95.68	0.006	94.78	0.003

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1 (2017).
Sources : APAE - DEPP (2017-2018), INSEE (2015-2016).

TABLEAU 8 • Tableau de prééquilibrage : enseignants

	Tablettes individuelles		Classes mobiles		Sans équipement		Total	
	Proportion	SE	Proportion	SE	Proportion	SE	Proportion	SE
Sexe								
Femme	64.06	0.017	59.71	0.016	61.99	0.016	61.83	0.010
Homme	35.94	0.017	40.29	0.016	38.01	0.016	38.17	0.010
Âge								
34 ans ou moins	19.58	0.014	19.13	0.013	19.69	0.014	19.46	0.008
Entre 35 et 44 ans	32.98	0.017	35.97	0.016	31.67	0.016	33.59	0.009
Entre 45 et 54 ans	32.06	0.017	30.13	0.016	31.79	0.016	31.29	0.009
55 ans ou plus	15.37	0.013	14.78	0.012	16.84	0.012	15.66	0.007
Statut								
Certifié	85.20	0.013	88.35	0.012	86.13	0.012	86.63	0.007
Agrégé	6.59	0.009	4.59	0.008	4.17	0.008	5.07	0.004
Contractuel	4.85	0.008	4.24	0.007	4.05	0.007	4.36	0.004
Autre	3.36	0.006	2.82	0.006	5.64	0.006	3.95	0.004

Note : Le statut "Autre" regroupe les enseignants ayant un statut spécifique tel que les maîtres auxiliaires.
Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1 (2017).
Sources : APAE - DEPP (2017-2018), INSEE (2015-2016).

Méthodes d'équilibrage

Introduite par Hainmueller (2012), la méthode de l'*entropy balancing* permet de résoudre l'enjeu de la sélection sur les caractéristiques observables. Nous utiliserons cette méthode de prétraitement qui repondère les observations du groupe de comparaison, c'est-à-dire les élèves dans les collèges non bénéficiaires, pour égaliser les premiers moments de la distribution des covariables dans les groupes bénéficiaires et non bénéficiaires. Il est noté qu'elle est plus performante que les autres méthodes d'appariement pour équilibrer les covariables (Hainmueller et Yu, 2013).

Nous mettons en œuvre cette méthode en coupe, c'est-à-dire pour chaque temps de mesure (soit les trois années scolaires incluses dans le suivi longitudinal). Elle suppose que les dotations en équipements numériques mobiles sont indépendantes des résultats des élèves, conditionnellement à un ensemble de caractéristiques observables. Ces variables observables peuvent donc agir comme un processus de randomisation, qui affecterait la distribution d'équipements numériques de manière aléatoire à certains établissements mais pas à d'autres ayant des caractéristiques identiques. Cette méthode permet de comparer deux élèves, l'un bénéficiant d'un équipement numérique, l'autre non. Les deux élèves sont scolarisés dans des collèges similaires (qui ne diffèrent que par le fait qu'ils sont équipés ou non) et ont des caractéristiques individuelles identiques (telles que le sexe, l'âge,

l'origine sociale, etc.) selon l'ensemble des variables observables que nous avons utilisées. La méthode de *entropy balancing* permet de trouver le meilleur équilibre entre les variables observables utilisées lors de l'appariement (voir l'**annexe 1** pour une présentation plus détaillée de cette méthode).

La moyenne contrefactuelle est estimée comme suit:

$$\mathbb{E}[Y(0)|D = 1] = \frac{\sum_{i|D=0} Y_i(0)w_i}{\sum_{i|D=0} w_i}$$

Où w_i est le poids appliqué à l'élève i dans le groupe de comparaison, ($i|D = 0$), et $Y_i(0)$ est le score de l'élève i dans le groupe de comparaison. Les poids sont calculés de manière à être aussi proches que possible des poids initiaux (ici, les poids initiaux sont égaux à $q_i = \frac{1}{n_0}$ où n_0 est le nombre d'élèves dans le groupe de comparaison) et de manière à ce que les moments de la distribution pondérée des covariables dans le groupe non bénéficiaire soient égaux à ceux des covariables dans le groupe bénéficiaire.

Nous avons en outre ajusté le poids afin de garantir que le rapport de poids maximal ne soit pas trop élevé. Une approche complémentaire, à savoir l'estimateur de probabilité de pondération inverse (IPWE), est également mise en œuvre pour calculer l'effet moyen du traitement (voir l'**annexe 2** pour une brève présentation). Une mention est ajoutée dans la discussion des résultats lorsque les résultats de l'IPWE ne sont pas statistiquement significatifs alors que ceux de *entropy balancing* le sont.

Analyse factorielle et méthodes de regroupement

Dans cette section, nous décrivons l'analyse factorielle que nous utilisons pour exploiter les réponses fournies par les enquêtes menées auprès des enseignants et des chefs d'établissement, en construisant un large éventail d'indicateurs.

Tout d'abord, nous mesurons la cohérence interne des indicateurs pré-identifiés afin d'évaluer l'homogénéité d'un sous-ensemble d'items. Plusieurs mesures peuvent indiquer le degré de proximité des réponses de ce sous-ensemble : la corrélation inter-items moyenne (la corrélation d'un item avec chacun des autres items du sous-ensemble), la corrélation item-total moyenne (la corrélation de chaque item avec la moyenne des items du sous-ensemble) et le coefficient alpha de Cronbach.

Ensuite, nous effectuons une analyse des correspondances multiples à l'aide du package *FactoMineR* dans R. Il s'agit d'une méthode statistique utilisée dans l'analyse de données de grand volume, où un grand nombre d'individus sont décrits par un grand nombre de variables catégorielles. L'information contenue dans ces données est synthétisée *via* des graphiques où les individus et leurs caractéristiques observées sont projetés sur des plans factoriels. Les individus aux caractéristiques les plus proches et les modalités de réponse partagées par ces individus sont à une distance faible sur ces plans. À l'inverse, plus les individus diffèrent, plus la distance est élevée. Les indicateurs utilisés pour synthétiser l'information sont les coordonnées de chaque individu sur les plans. Par conséquent, chaque indicateur est une variable continue. Une description des indicateurs est fournie dans les **annexes 5 et 6**.

➤ Effets sur les apprentissages des élèves et leurs compétences sociocognitives

Dans cette section, nous commençons par présenter les principaux résultats relatifs à l'effet moyen des dotations en équipements (EIM ou CM) sur les scores des élèves (compétences académiques, compétences sociocognitives et utilisation du numérique). Nous présentons ensuite une analyse de l'hétérogénéité des effets selon le statut socio-économique des élèves. La structure de l'échantillon d'élèves évoluant au cours des trois temps de mesure, avec une réduction de la part d'élèves d'origine socio-économique défavorisée, la validité externe de nos résultats varie par année. Lors des deux premiers temps de mesure, nous étudions l'impact des dotations en équipements numériques mobiles sur un échantillon de collégiens, tandis qu'au dernier temps de mesure, l'impact est mesuré pour les élèves scolarisés au lycée, donc en moyenne moins défavorisés¹².

Compétences disciplinaires des élèves

Les élèves ont été évalués par la DEPP sur leurs compétences en français (compréhension écrite et compréhension orale) et en mathématiques (voir **partie 3** « Données et échantillons » pour un rappel des contenus des évaluations). La **figure 11** met en évidence un effet positif¹³ et durable des dotations en tablettes individuelles (EIM) sur les apprentissages des élèves mesurés de la fin de 5^e à l'entrée en 2^{de} (voir l'**encadré 2** pour un guide à la lecture de ce type de figure). En termes de magnitude, l'effet moyen sur les compétences mathématiques varie de 9,2 % à 12,4 % d'un écart-type du score du groupe de comparaison, selon l'année d'observation (l'**encadré 3** explique comment interpréter ces résultats dits « standardisés »)¹⁴. En compréhension orale, l'effet est encore plus fort, variant de 14,1 % à 24,8 % d'écart-type. Un effet positif sur la compréhension écrite est également observé à partir de la 4^e (11,2 % d'écart-type, puis 9,2 % à l'entrée en 2^{de}).

ENCADRÉ 2 Comment lire les résultats des effets moyens de la politique évaluée ?

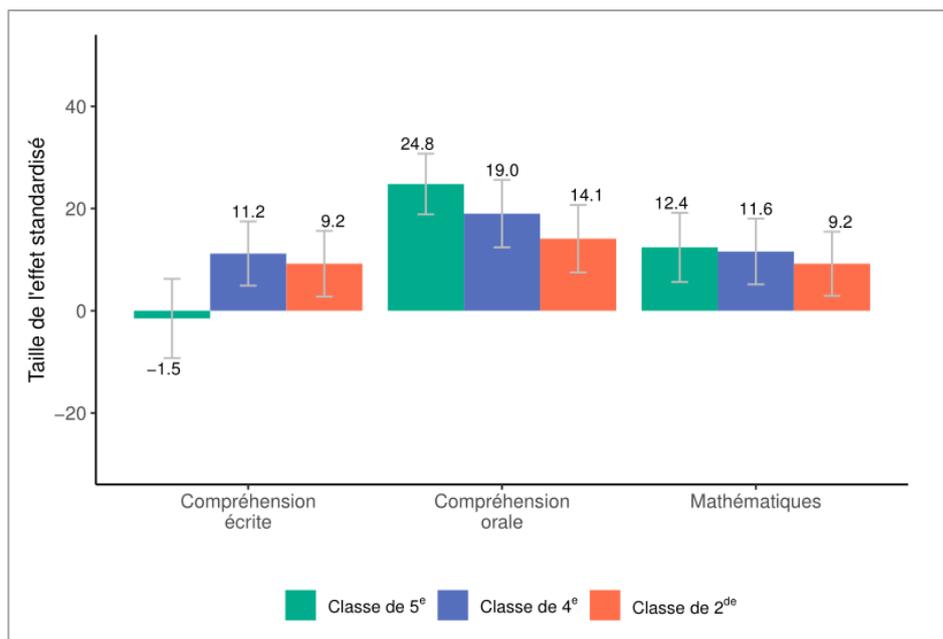
Tous les graphiques de résultats se lisent de la même manière. L'axe des ordonnées représente la taille de l'effet, en pourcentage d'écart-type du score mesuré pour le groupe de comparaison (voir **encadré 3**). L'axe des abscisses indique les différents scores ou indicateurs utilisés pour mesurer les effets des dotations en équipements numériques mobiles. Pour l'analyse de l'hétérogénéité des effets selon l'origine socio-économique des élèves, les différentes catégories sont comparées sur l'axe des abscisses. L'effet moyen des dotations sur le groupe bénéficiaire est exprimé en pourcentage d'écart-type du score du groupe non bénéficiaire (sans équipement numérique mobile). Il est représenté par une barre colorée. L'intervalle de confiance, représenté par un segment gris, indique l'intervalle de valeurs dans lequel se situe l'effet moyen estimé avec un niveau de confiance de 90 %. Un effet est dit statistiquement significatif, ou statistiquement différent de zéro, lorsque cet intervalle ne contient pas la valeur zéro.

¹² Dans de futures analyses, dans le cadre de tests de robustesse, nous mesurerons l'impact des dotations en équipement sur les élèves de 5^e et 4^e en restreignant l'échantillon aux élèves présents aux trois temps de mesure.

¹³ Sauf mention contraire dans le texte, les résultats présentés comme « positifs » ou « négatifs » sont statistiquement significatifs.

¹⁴ L'effet sur les mathématiques en fin de 5^e, mesuré à l'aide de l'IPWE, n'est pas statistiquement significatif.

FIGURE 11 • Effets moyens de la dotation en équipements individuels mobiles sur les résultats disciplinaires des élèves



Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1, T2 et T3.

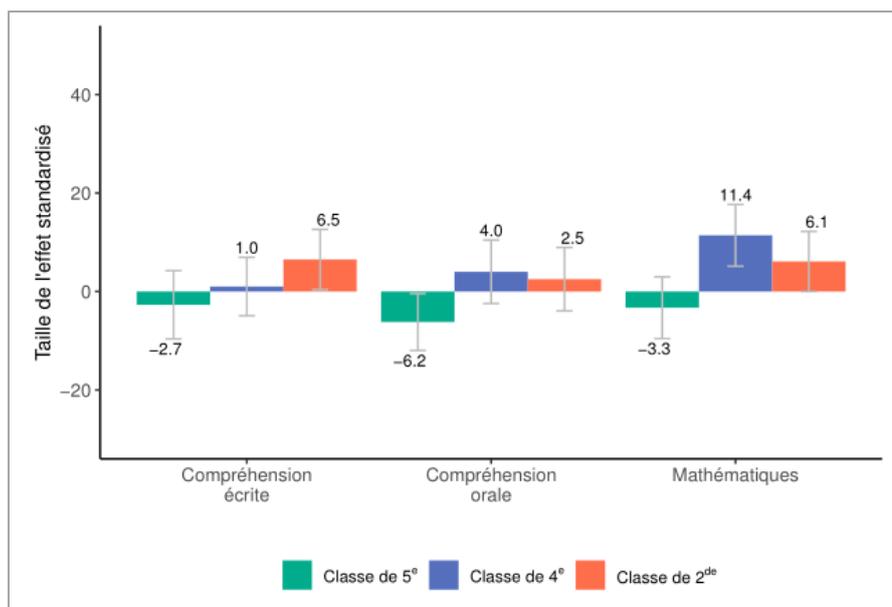
Sources : DEPP et calcul des auteurs.

ENCADRÉ 3 Standardisation

La standardisation est une pratique courante dans la littérature scientifique, qui consiste à centrer et réduire les données afin, par exemple, de pouvoir comparer des effets mesurés sur des tests de compétences de difficultés variées. Les données (dans cette étude, chaque score ou indicateur synthétique) sont transformées en soustrayant une moyenne de référence et en divisant par un écart-type de référence. Ici, la référence est le groupe non bénéficiaire (c'est-à-dire non doté en équipement individuel mobile). Par construction, la moyenne dans le groupe non bénéficiaire est donc égale à 0 et l'écart-type est égal à 1, ce qui permet d'exprimer les effets estimés des équipements numériques mobiles (tablettes individuelles ou classes mobiles) en pourcentage de l'écart-type du score ou de l'indice du groupe non bénéficiaire. Le but de cette transformation est de faciliter la comparaison des distributions de scores ou d'indicateurs. Pour toutes les sections suivantes, les scores des élèves ainsi que les indicateurs des enseignants et des chefs d'établissement sont standardisés selon la procédure décrite ci-dessus. Pour faciliter l'interprétation des effets sur les scores des élèves, ils peuvent être rapprochés de la progression de l'élève médian d'une classe. À titre d'illustration, en moyenne, un effet de 20 % d'un écart-type signifie qu'un élève initialement médian (classé 13^e dans une classe de 25 élèves) atteint en moyenne le niveau de celui qui était classé 11^e avant la mise en place de la politique évaluée.

S'agissant des équipements partagés (CM), les effets des dotations sur les apprentissages scolaires en français et en mathématiques sont beaucoup plus faibles et leur significativité statistique varie selon la discipline et le temps de mesure (figure 12). En mathématiques, l'effet n'est pas statistiquement significatif en fin de 5^e ; on observe en revanche un effet positif en fin de 4^e et à l'entrée en 2^{de} (respectivement 11,4 % et 6,1 % d'un écart-type du score du groupe de comparaison). En compréhension orale, nous constatons un effet négatif en classe de 5^e (6,2 % d'écart type), tandis qu'en compréhension écrite, il y a un effet positif statistiquement significatif à l'entrée en 2^{de} (6,5 % d'écart type).

FIGURE 12 • Effets moyens de la dotation en classes mobiles sur les résultats disciplinaires des élèves



Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1, T2 et T3.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

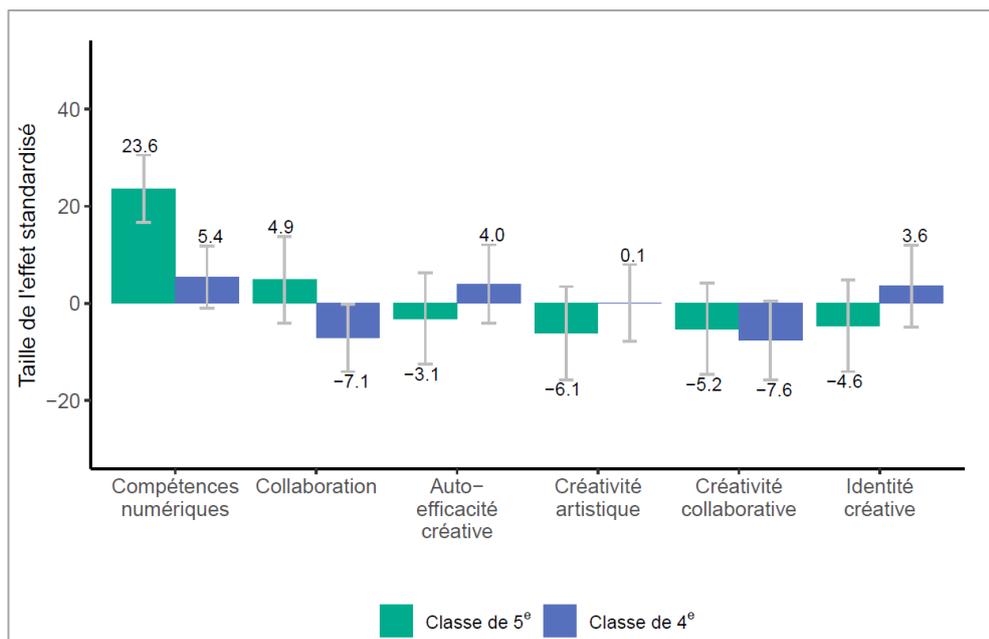
Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que les tablettes individuelles ont un effet (positif) beaucoup plus important sur les compétences en français et en mathématiques que les classes mobiles. Des données relatives à l'utilisation des équipements par les élèves et les enseignants sont analysées dans la suite de ce rapport comme mécanismes potentiels derrière ces effets différenciés des EIM et des CM.

Compétences numériques et sociocognitives des élèves

Les élèves ont également été évalués sur leurs compétences numériques et sociocognitives en fin de 5^e et de 4^e. La **figure 13** met en évidence un effet positif des dotations en EIM sur les compétences numériques des élèves uniquement en fin de 5^e (23,6 % d'un écart type du score du groupe de comparaison). On note un petit effet négatif sur le score de collaboration en fin de 4^e (-7,1 % d'écart-type). Les EIM n'ont pas d'effet sur les autres compétences sociocognitives liées à la créativité (auto-efficacité créative, créativité artistique, créativité collaborative, identité créative)¹⁵.

¹⁵ Nous ne pouvons pas mesurer l'effet des dotations sur l'esprit critique des élèves, car les données collectées à partir de l'échelle qui visait à mesurer l'esprit critique des élèves n'ont pas permis de construire un score synthétique présentant des qualités psychométriques satisfaisantes.

FIGURE 13 • Effets moyens de la dotation en équipements individuels mobiles sur les compétences numériques et sociocognitives des élèves



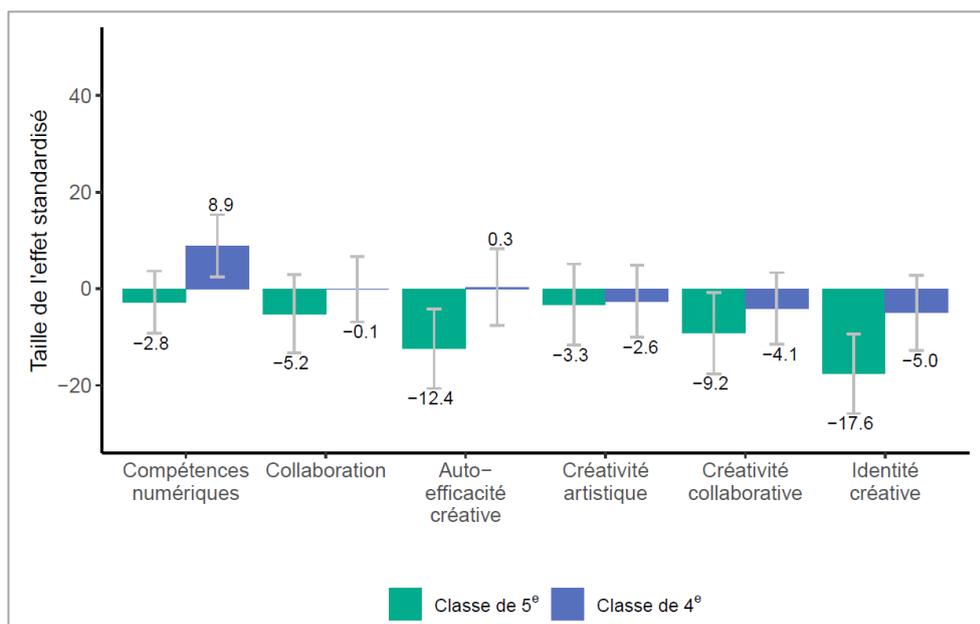
Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

Les dotations en classes mobiles ont un effet positif sur les compétences numériques en fin de 4^e (figure 14), de moindre ampleur que celui observé en fin de 5^e avec les EIM (8,9 % d'écart-type). On n'observe pas d'effet sur le score de collaboration. En revanche, on observe un effet négatif sur la créativité des élèves en fin de 5^e pour trois des quatre scores mesurés (auto-efficacité créative, créativité collaborative et identité créative) : l'effet allant de -17,6 % à -9,2 % d'écart-type, selon le score considéré. Cet effet négatif sur la créativité ne se maintient pas en fin de 4^e, puisque l'on n'observe plus d'effet des dotations en CM sur cette dimension des compétences sociocognitives.

FIGURE 14 • Effets moyens de la dotation en classes mobiles sur les compétences sociocognitives des élèves



Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

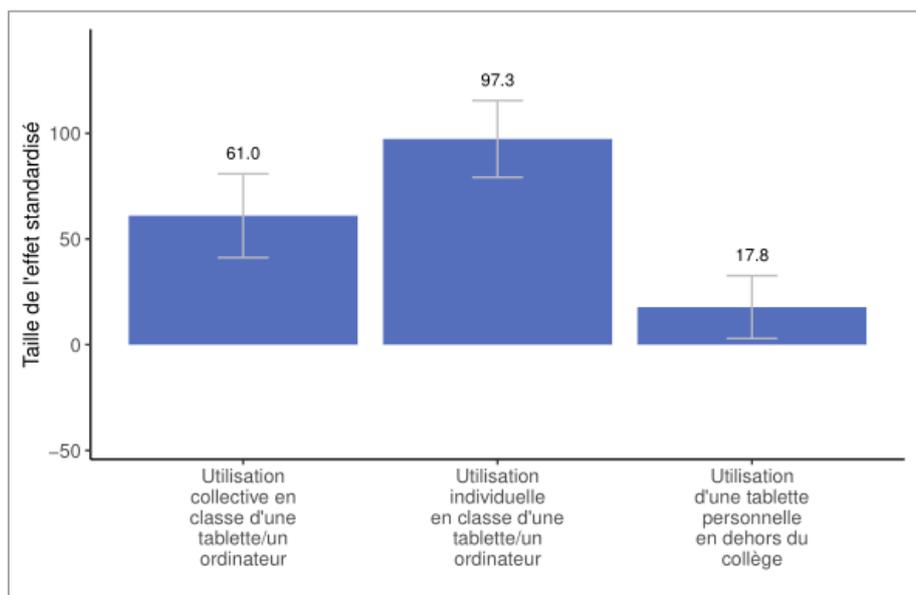
Sources : DEPP et calcul des auteurs.

Utilisation du numérique par les élèves

L'enquête de la DEPP interrogeait en 4^e les élèves à propos de leur utilisation du numérique au collège et en dehors du collège (voir, pour rappel, **partie 3** « Données et échantillons » pour une description de l'enquête). Ces données peuvent contribuer à expliquer les différences importantes en termes d'impact sur les compétences en français et en mathématiques entre les dotations en tablettes individuelles et les dotations en équipements partagés. Nous reprenons la méthodologie d'estimation des effets des dotations sur les compétences académiques des élèves pour mesurer l'effet de la distribution des équipements (EIM et CM) sur différents indicateurs relatifs à l'utilisation du numérique par les élèves.

Les **figures 15 et 16** mettent en évidence le fait que la probabilité d'utiliser un équipement numérique en classe au cours de l'année de 4^e est significativement plus élevée dans les collèges dotés en EIM que dans les collèges dotés en CM, que ce soit pour une utilisation collective ou une utilisation individuelle. Dans les deux cas, l'effet sur l'utilisation d'un équipement numérique (tablette ou ordinateur) est deux fois plus important dans les collèges dotés en EIM que dans les collèges dotés en CM. Les tailles des effets standardisés sont difficilement interprétables en valeur absolue, mais peuvent être mises en relation avec le pourcentage brut¹⁶ calculé dans chaque groupe : 18,3 % des élèves des collèges dotés en tablettes individuelles rapportent avoir utilisé, au cours de l'année de 4^e, souvent ou très souvent en classe une tablette ou un ordinateur en groupe, contre 13,5 % des élèves des collèges dotés en CM et 9,6 % des élèves des établissements ne disposant pas d'équipement numérique mobile. En ce qui concerne l'utilisation individuelle en classe d'une tablette ou d'un ordinateur, ces pourcentages sont respectivement de 27,2 %, 12,5 % et 9,6 % : l'écart entre les élèves ayant accès à des tablettes individuelles et les autres élèves (ceux scolarisés dans des collèges dotés de CM et ceux scolarisés dans des collèges non dotés) se creuse. Par ailleurs, la probabilité d'utiliser une tablette personnelle en dehors du collège ne semble pas être affectée par les CM, tandis qu'il y a un impact faible mais positif des EIM.

FIGURE 15 • Effets moyens de la dotation en équipements individuels mobiles sur l'utilisation d'un équipement numérique par les élèves



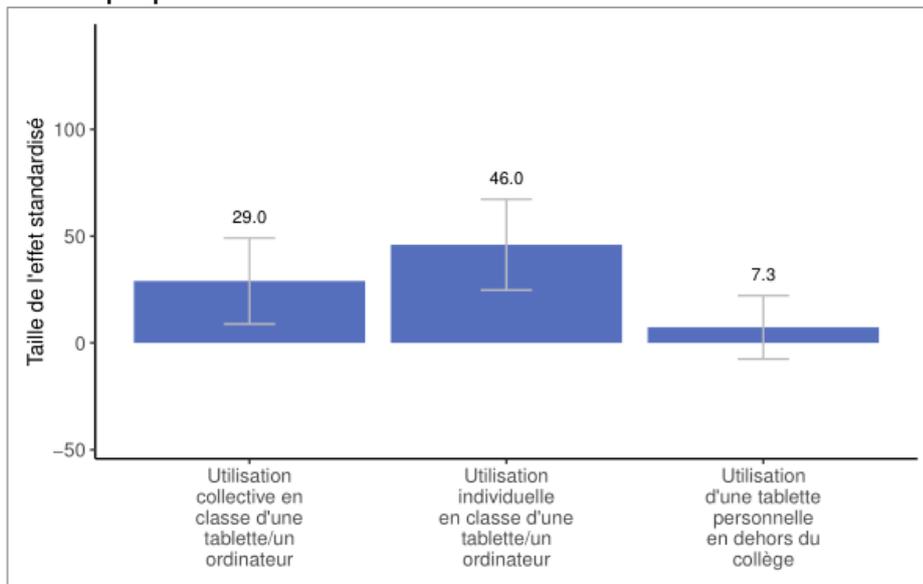
Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

¹⁶ Les pourcentages bruts sont les pourcentages non pondérés des enquêtes. L'écart de pourcentages bruts entre différents groupes de l'évaluation ne peut donc pas s'interpréter comme l'effet causal de la dotation.

FIGURE 16 • Effets moyens de la dotation en classes mobiles sur l'utilisation d'un équipement numérique par les élèves



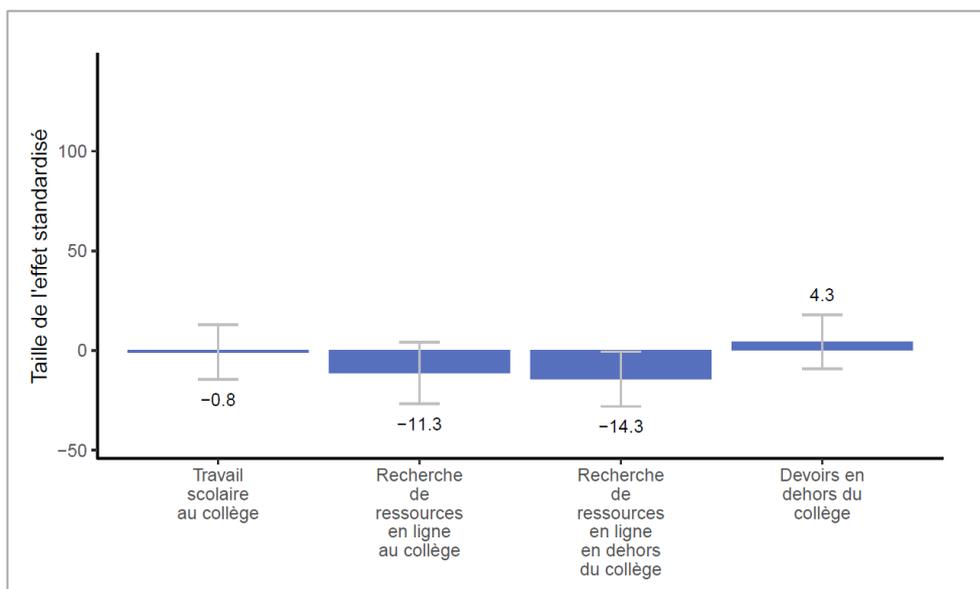
Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

Pour mieux comprendre les finalités d'usage du numérique dans le cadre scolaire, nous examinons l'effet des dotations en EIM ou en CM sur différentes activités scolaires nécessitant une utilisation des outils numériques par les élèves (par exemple, les recherches en ligne) au collège ou en dehors du collège. Globalement, les **figures 17** et **18** suggèrent qu'il n'y a pas d'effet statistiquement significatif des dotations (quel que soit le type d'équipement).

FIGURE 17 • Effets moyens de la dotation en équipements individuels mobiles sur différentes activités scolaires nécessitant l'utilisation d'équipements numériques par les élèves

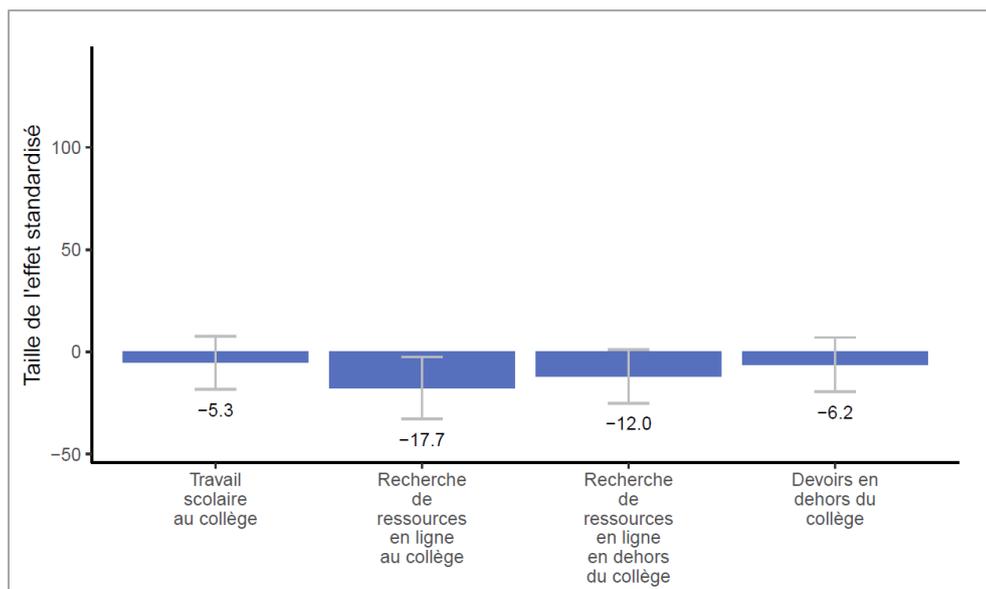


Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

FIGURE 18 • Effets moyens de la dotation en classes mobiles sur différentes activités scolaires nécessitant l'utilisation d'équipements numériques par les élèves



Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

Hétérogénéité des effets en fonction de l'origine socio-économique des élèves

Dans cette section, nous étudions de potentiels effets différenciés des dotations en équipements numériques mobiles en fonction de l'origine socio-économique des élèves (mesurée à partir de la CSP des représentants légaux). Pour ce faire, nous utilisons des poids ajustés calculés par *entropy balancing*, les élèves d'origine sociale défavorisée constituant la catégorie de référence¹⁷. Par conséquent, dans les graphiques suivants, les coefficients affichés pour les trois autres catégories « Moyenne », « Favorisée » et « Très favorisée » sont la somme du coefficient des élèves d'origine socio-économique défavorisée et du coefficient d'interaction de l'indicatrice de la catégorie socio-économique avec la variable de traitement. Ces coefficients s'interprètent comme l'effet de la politique pour chaque catégorie socio-économique donnée.

Les écarts de coefficients entre les différentes catégories que l'on peut observer sur les graphiques s'interprètent grâce aux tableaux fournis en **annexe 3** présentant les résultats de tests de significativité statistique des différences éventuelles entre les trois catégories susmentionnées et la catégorie de référence. Par exemple, la **figure 19** reporte en fin de 5^e un effet négatif des EIM sur le score de compréhension écrite de -22,5 % d'un écart-type pour la catégorie « Défavorisée » et un effet négatif des EIM de -4,5 % d'un écart-type pour la catégorie « Très favorisée », mais cet écart n'est pas statistiquement significatif d'après le résultat du test de significativité pour l'interaction Traitement*Très favorisée figurant dans le **tableau 9**. Ainsi, on ne peut donc pas conclure que l'effet négatif des EIM en compréhension écrite en fin de 5^e est plus fort pour les élèves des milieux sociaux défavorisés que pour ceux d'origine sociale très favorisée.

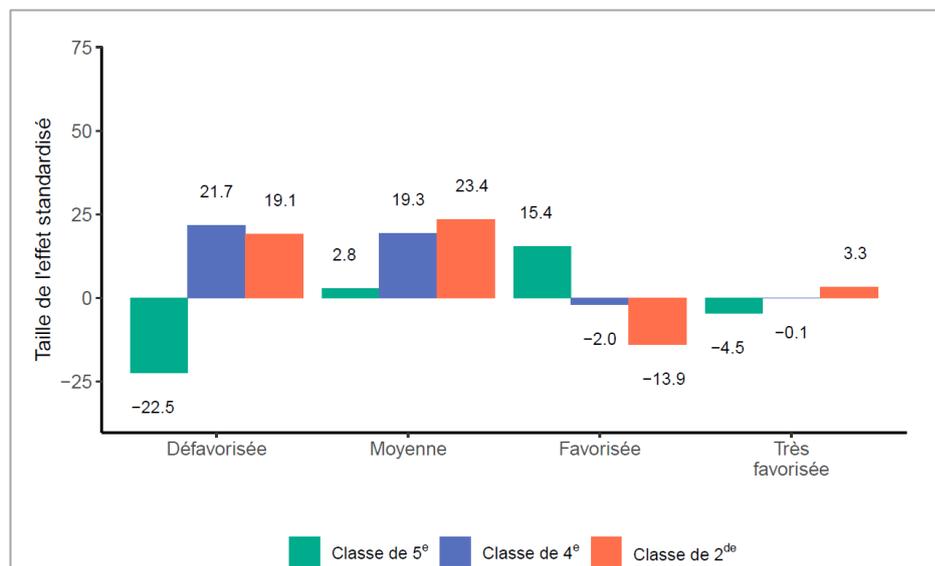
L'analyse d'hétérogénéité qui suit met en évidence des effets différenciés importants en fonction de l'origine socio-économique. À la fin de la 5^e, l'effet des EIM sur le score de compréhension écrite est plus fort pour le groupe d'élèves d'origine socio-économique favorisée (+38 pp d'écart-type par rapport au groupe des élèves de la catégorie « Défavorisée » ; **figure 19, tableau 9**). Cette situation s'inverse toutefois en fin de 4^e et à l'entrée en seconde¹⁸, où l'effet des EIM n'est plus positif pour les

¹⁷ Nous n'avons pas réalisé d'IPWE dans cette section, en raison de la taille limitée de l'échantillon.

¹⁸ Il faut rappeler que la composition des échantillons en termes d'origine socio-économique a légèrement varié entre les deux premiers temps de mesure et le dernier temps à l'entrée en seconde (**tableau 3**), ce qui pourrait avoir une incidence sur l'interprétation de l'évolution dans le temps des effets différenciés.

élèves issus d'un milieu social favorisé. Ce sont alors les élèves d'origine socio-économique défavorisée et moyenne qui bénéficient le plus des tablettes individuelles (respectivement 21,7 % et 19,3 % d'écart-type à la fin de la 4^e, puis 19,1 % et 23,4 % d'écart-type à l'entrée en 2^{de}). Notons toutefois que la différence d'effet entre les élèves d'origine socio-économique défavorisée et ceux de la catégorie « Très défavorisée » n'est pas statistiquement significative à l'entrée en 2^{de}.

FIGURE 19 • Effets moyens de la dotation en équipements individuels mobiles sur la compréhension écrite des élèves selon leur origine socio-économique



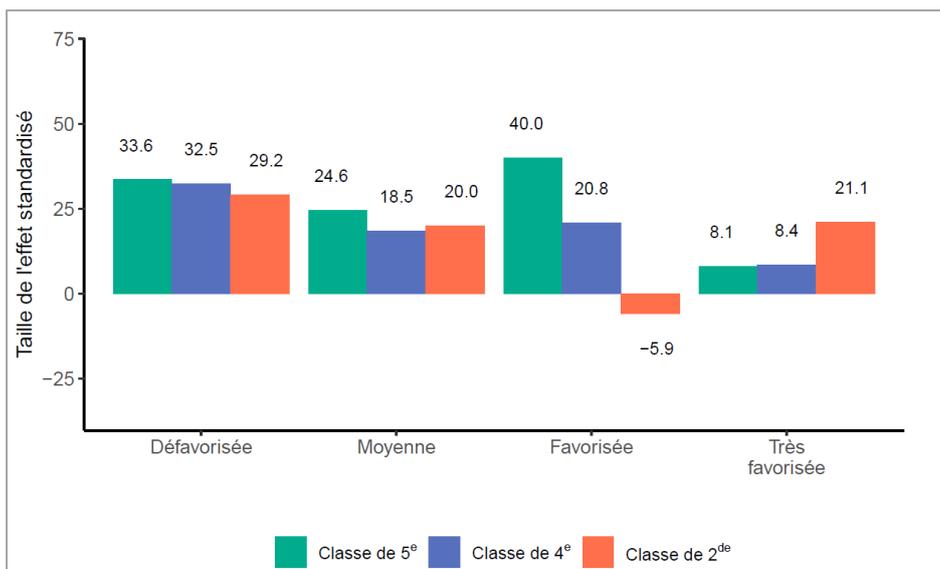
Note : Les coefficients sont calculés selon un modèle linéaire avec interactions. Le groupe de référence est la catégorie socio-professionnelle « Défavorisée ». Nous calculons les coefficients pour les autres groupes en additionnant le coefficient sur le traitement et le coefficient sur l'interaction entre le traitement et le sous-groupe correspondant.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1, T2 et T3.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

En compréhension orale en fin de 5^e, nous identifions un effet des EIM de 33,6 % d'un écart-type pour le score des élèves d'origine socio-économique défavorisée, comparable à celui mesuré pour ceux appartenant à la catégorie « Favorisée » (**figure 20, tableau 10**). L'effet est en revanche inférieur de 25 pp d'écart-type pour les élèves d'origine socio-économique très favorisée. Nous trouvons un effet différentiel de même ampleur en fin de 4^e en comparant à nouveau le groupe d'élèves de la catégorie « Défavorisée » avec celui des élèves de la catégorie « Très favorisée ». Il n'y a pas de différence statistiquement significative dans l'analyse d'hétérogénéité de l'effet des EIM mesuré à l'entrée de la classe de 2^{de} lorsque l'on compare l'effet moyen pour les élèves de la catégorie « Défavorisée » avec celui mesuré pour les élèves des catégories « Moyenne » et « Très favorisée ». Par contre, on note un effet inférieur pour les élèves d'origine sociale favorisée (-35 pp d'écart-type par rapport à la catégorie de référence).

FIGURE 20 • Effets moyens de la dotation en équipements individuels mobiles sur la compréhension orale des élèves selon leur origine socio-économique



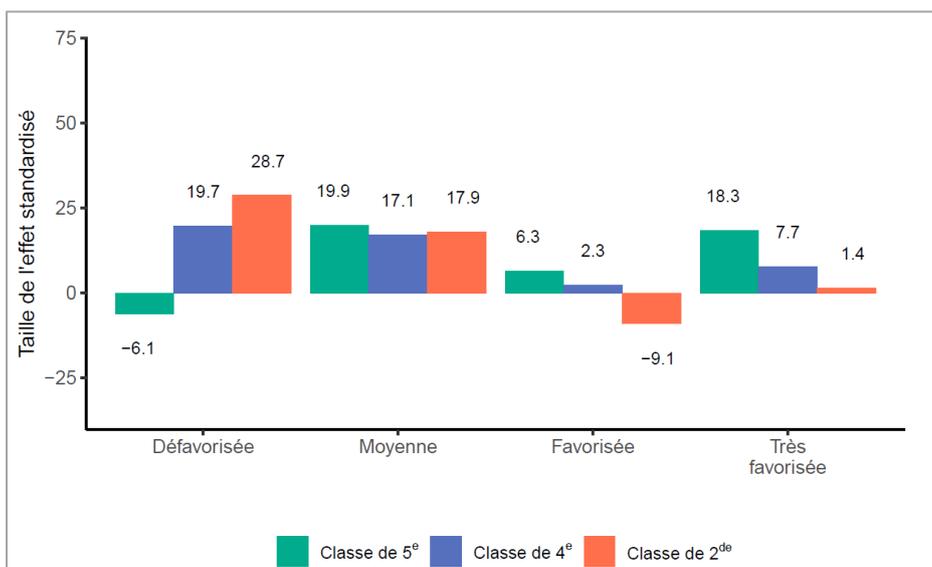
Note : Les coefficients sont calculés selon un modèle linéaire avec interactions. Le groupe de référence est la catégorie socio-professionnelle « Désfavorisée ». Nous calculons les coefficients pour les autres groupes en additionnant le coefficient sur le traitement et le coefficient sur l'interaction entre le traitement et le sous-groupe correspondant.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1, T2 et T3.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

En fin de 5^e, l'effet des EIM sur les scores de mathématiques est plus fort pour les élèves d'origine socio-économique moyenne et très favorisée (+25 pp d'écart-type par rapport au groupe de référence ; **figure 21, tableau 11**). En fin de 4^e, il n'y a pas d'effet différencié des EIM selon l'origine sociale des élèves. À l'entrée en 2^{de}, l'effet des tablettes individuelles est positif pour les élèves de catégorie « Désfavorisée » (28,7 % d'écart-type), tandis qu'il est nul, voire négatif pour les élèves des catégories « Favorisée » et « Très favorisée » (respectivement, -38 pp et -27 pp). L'effet sur les élèves d'origine socio-économique moyenne à l'entrée en 2^{de} n'est pas statistiquement différent de celui observé pour les élèves issus d'un milieu social défavorisé.

FIGURE 21 • Effets moyens de la dotation en équipements individuels mobiles sur le score de mathématiques des élèves selon leur origine socio-économique



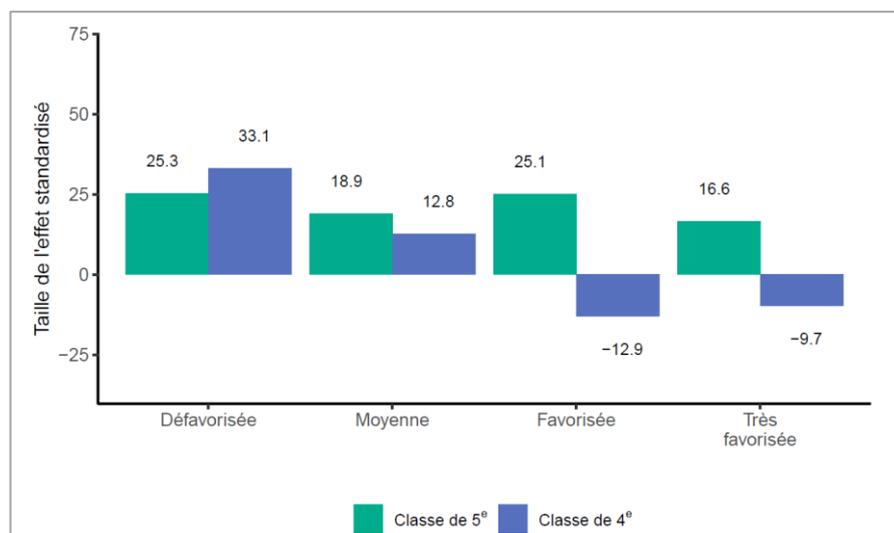
Note : Les coefficients sont calculés selon un modèle linéaire avec interactions. Le groupe de référence est la catégorie socio-professionnelle « Désfavorisée ». Nous calculons les coefficients pour les autres groupes en additionnant le coefficient sur le traitement et le coefficient sur l'interaction entre le traitement et le sous-groupe correspondant.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1, T2 et T3.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

Enfin, l'effet des EIM sur les compétences numériques mesurées en fin de 5^e ne varie pas en fonction du milieu social des élèves. En classe de 4^e, les effets sont en revanche plus importants à la fin de l'année scolaire pour le groupe d'origine socio-économique défavorisée (33,1 % d'écart-type) par rapport à l'ensemble des autres groupes d'élèves considérés (figure 22, tableau 12). Faute de données disponibles, l'analyse d'hétérogénéité ne peut pas être conduite à l'entrée en 2^{de}.

FIGURE 22 • Effets moyens de la dotation en équipements individuels mobiles sur les compétences numériques des élèves selon leur origine socio-économique



Note : Les coefficients sont calculés selon un modèle linéaire avec interactions. Le groupe de référence est la catégorie socio-professionnelle « Défavorisée ». Nous calculons les coefficients pour les autres groupes en additionnant le coefficient sur le traitement et le coefficient sur l'interaction entre le traitement et le sous-groupe correspondant.

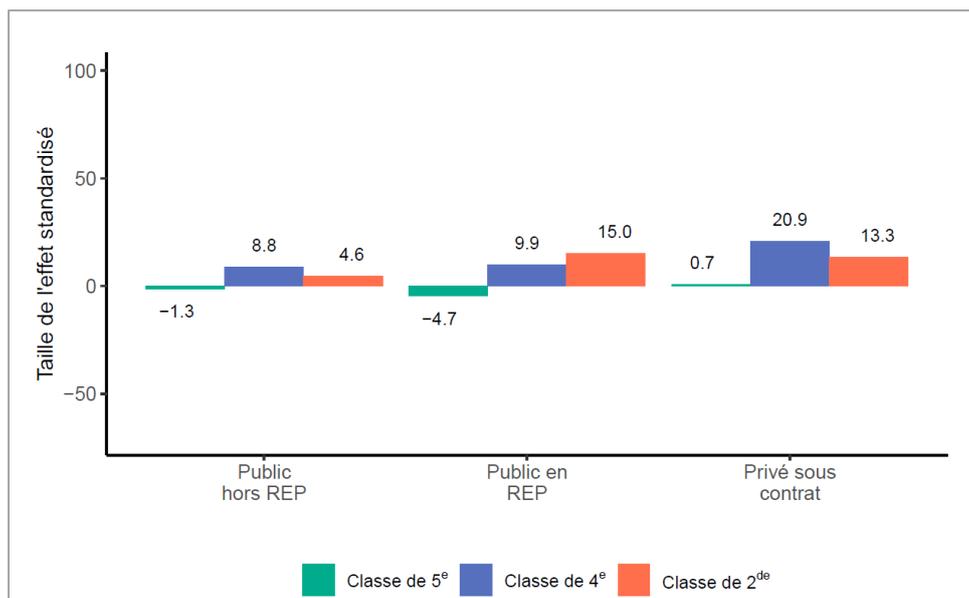
Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

Nous avons également examiné l'hétérogénéité des effets selon le type de collège (public hors réseaux d'éducation prioritaire (hors REP), public dans un réseau d'EP (REP) ou privé sous contrat) ; le groupe de référence étant constitué des collèges privés. En moyenne, les collèges publics en réseau d'éducation prioritaire ont une part plus importante d'élèves défavorisés, tandis que les collèges privés sous contrat ont une part plus importante d'élèves favorisés. L'analyse d'hétérogénéité détaillée ci-dessous met en exergue des effets de la distribution des EIM plus forts en compréhension orale et en mathématiques en fin de 5^e pour les élèves scolarisés dans l'éducation prioritaire. Ces derniers bénéficient également davantage des effets de la politique sur leurs compétences numériques lors des deux temps de mesure. Globalement, ces résultats se distinguent de ceux tirés de l'analyse de l'hétérogénéité en fonction de l'origine socio-économique des élèves où les effets plus forts sur les élèves des milieux populaires étaient plutôt observés à partir de la fin de 4^e.

En compréhension écrite, on ne trouve pas d'effet différencié de la distribution d'EIM selon le type de collège (figure 23, tableau 28).

FIGURE 23 • Effets moyens de la dotation en équipements individuels mobiles sur la compréhension écrite des élèves selon le type de collège



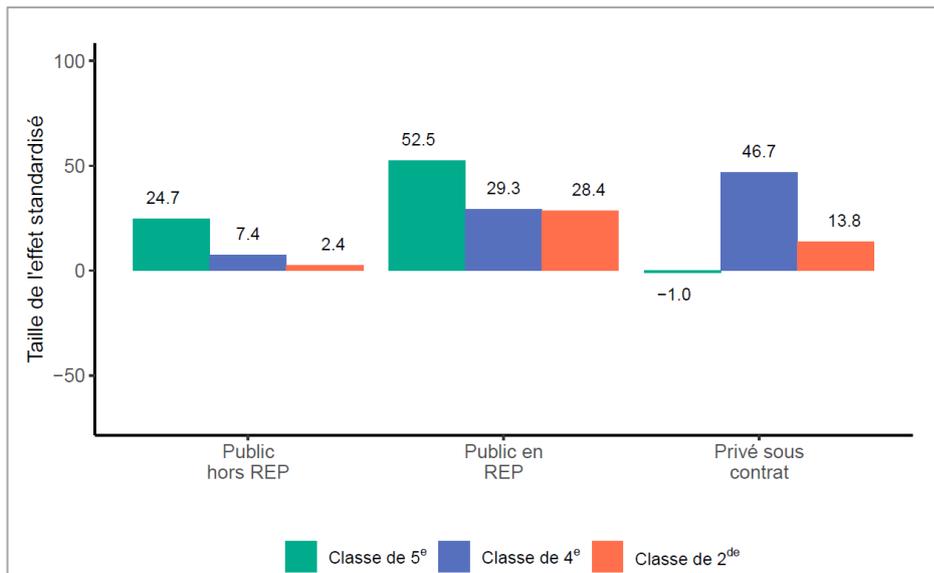
Note : Les coefficients sont calculés selon un modèle linéaire avec interactions. Le groupe de référence est constitué des collèges privés. Nous calculons les coefficients pour les autres groupes en additionnant le coefficient sur le traitement et le coefficient sur l'interaction entre le traitement et le sous-groupe correspondant.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1, T2 et T3.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

L'analyse des effets sur les compétences des collégiens en compréhension orale (**figure 24, tableau 29**) suggère que les élèves scolarisés dans les collèges relevant de l'éducation prioritaire sont ceux qui bénéficient le plus de la politique d'équipement en EIM en fin de 5^e (+53 pp d'écart-type par rapport au groupe de référence, soit un effet de la politique de 52,5 % d'un écart-type). En fin de 4^e et à l'entrée en seconde, les effets de la politique mesurés sur le groupe d'élèves scolarisés en EP ne se distinguent pas de ceux observés pour les élèves scolarisés dans le secteur privé. Les élèves scolarisés dans le public hors EP bénéficient plus de la politique que ceux scolarisés dans le privé en fin de 5^e (+26 pp par rapport au groupe de référence), mais la situation s'inverse en fin de 4^e (-39 pp). On ne relève aucun effet différencié à l'entrée en seconde.

FIGURE 24 • Effets moyens de la dotation en équipements individuels mobiles sur la compréhension orale des élèves selon le type de collègue



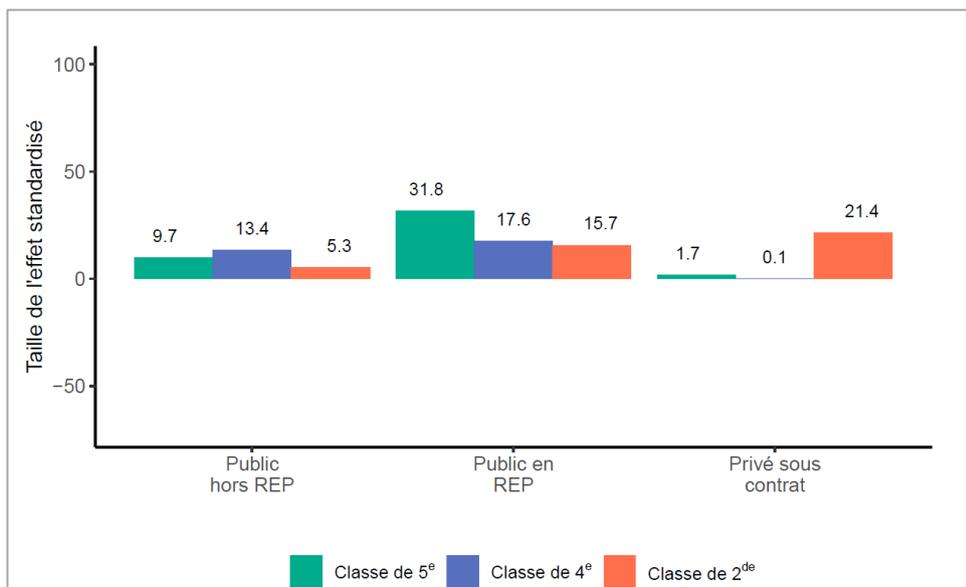
Note : Les coefficients sont calculés selon un modèle linéaire avec interactions. Le groupe de référence est constitué des collèges privés. Nous calculons les coefficients pour les autres groupes en additionnant le coefficient sur le traitement et le coefficient sur l'interaction entre le traitement et le sous-groupe correspondant.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1, T2 et T3.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

Les résultats présentés dans la **figure 25** et le **tableau 30** mettent en évidence un effet positif des EIM sur les scores en mathématiques en 5^e pour les élèves scolarisés dans l'éducation prioritaire (+30 pp d'écart-type par rapport au groupe de référence), alors que cet effet n'est pas statistiquement significatif pour les élèves des autres types de collèges. Nous n'observons pas d'effet différencié de la politique en fin de 4^e, ni à l'entrée en 2^{de}.

FIGURE 25 • Effets moyens de la dotation en équipements individuels mobiles sur le score de mathématiques des élèves selon le type de collègue



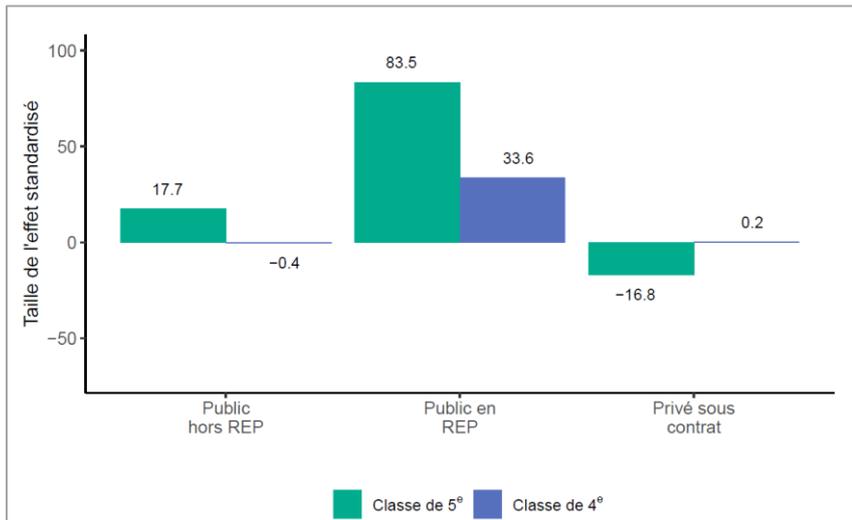
Note : Les coefficients sont calculés selon un modèle linéaire avec interactions. Le groupe de référence est constitué des collèges privés. Nous calculons les coefficients pour les autres groupes en additionnant le coefficient sur le traitement et le coefficient sur l'interaction entre le traitement et le sous-groupe correspondant.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1, T2 et T3.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

Enfin, les effets positifs observés en moyenne sur les compétences numériques en fin de 5^e (**figure 13**) sont fortement tirés par les élèves scolarisés dans le secteur public et en particulier les élèves relevant de l'éducation prioritaire (**figure 26, tableau 31**) : on relève un surcroît d'effet de l'ordre de 35 pp d'écart-type par rapport au groupe de référence pour les élèves scolarisés dans le public hors REP et de 100 pp pour ceux relevant de l'éducation prioritaire. Pour ces derniers seulement, l'effet positif des EIM sur les compétences numériques se maintient en fin de 4^e (33,6 % d'écart-type, soit un surcroît d'effet de 33 pp par rapport au groupe de référence).

FIGURE 26 • Effets moyens de la dotation en équipements individuels mobiles sur les compétences numériques des élèves selon le type de collègue



Note : Les coefficients sont calculés selon un modèle linéaire avec interactions. Le groupe de référence est constitué des collèges privés. Nous calculons les coefficients pour les autres groupes en additionnant le coefficient sur le traitement et le coefficient sur l'interaction entre le traitement et le sous-groupe correspondant.

Champ : Élèves de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

Nous ne trouvons pas d'effet différencié des tablettes individuelles sur les compétences sociocognitives des élèves en fonction de l'origine socio-économique des élèves ou le type de collègue fréquenté. De même, les effets des équipements partagés ne varient pas selon les catégories susmentionnées, que ce soit sur les compétences disciplinaires, numériques ou sociocognitives. Enfin, nous avons également analysé une potentielle hétérogénéité des effets des EIM et des CM sur les performances des élèves en fonction de leur sexe et n'avons identifié aucune tendance forte. D'autres caractéristiques pertinentes, telles que les résultats scolaires antérieurs des élèves, n'ont pas pu être étudiées car ces données ne sont pas disponibles.

➤ Effets sur les conditions d'apprentissage et d'enseignement décrites par les enseignants et chefs d'établissement

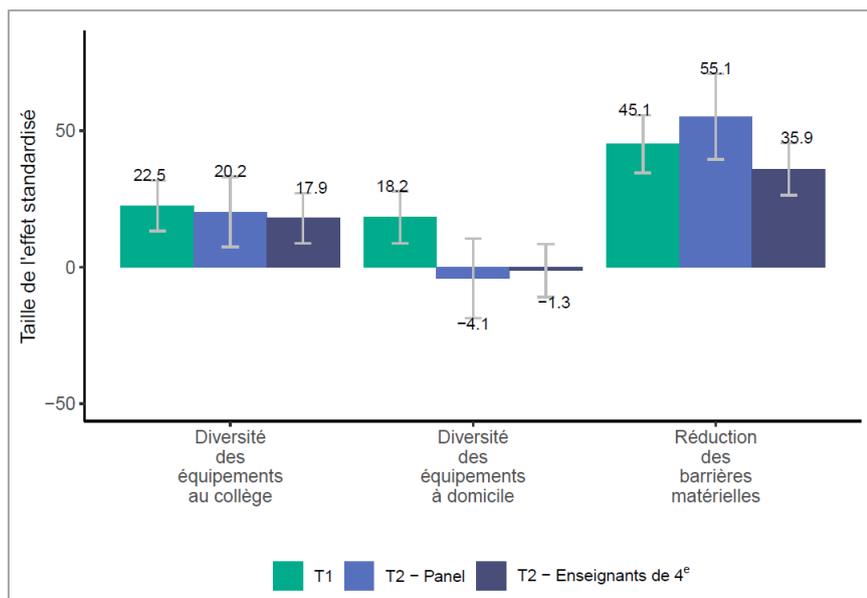
Dans cette partie, nous étudions les mécanismes potentiels de l'impact de l'utilisation du numérique (et du type d'équipement) en examinant l'impact de la disponibilité des EIM ou CM sur les conditions d'enseignement et d'apprentissage décrites par les enseignants et les chefs d'établissement. Nous complétons ainsi le point de vue des élèves s'agissant de l'utilisation du numérique en classe (cf. **partie 6**). Au cours du premier temps de mesure (T1) réalisé au printemps 2018, la DEPP a interrogé les enseignants prenant en charge les élèves de 5^e de l'échantillon. Au T2 mené au printemps suivant, elle a administré l'enquête aux enseignants ayant répondu à l'enquête au T1 (légende « T2 – Panel » sur les **figures 27 à 36**) et aux enseignants de l'échantillon d'élèves passés en classe de 4^e (légende « T2 – Enseignants de 4^e »). Ces deux groupes ne s'excluent pas mutuellement, car certains enseignants ont été interrogés lors du T1 et enseignent également aux élèves de 4^e de l'échantillon lors du T2. Par conséquent, la comparaison entre les coefficients associés aux différents ensembles d'enseignants apporte des informations différentes : l'évolution des pratiques du premier échantillon (lorsque l'on compare les groupes « T1 » et « T2 – Panel ») et la différence entre les pratiques des enseignants de 5^e et 4^e (lorsque l'on compare les groupes « T1 » et « T2 – Enseignants de 4^e »).

Indicateurs de résultat relatifs aux enseignants

Tous les effets reportés dans cette partie sont standardisés (**encadré 3**). Aussi, il est difficile de les interpréter en valeur absolue, mais la standardisation permet de comparer les indicateurs de résultat un à un et entre les différents groupes de l'évaluation : ils mettent en évidence l'impact ou non des EIM et des CM relativement au groupe de comparaison non doté et nous pouvons également étudier l'écart éventuel d'impact entre les EIM et les CM ou entre différents indicateurs de résultat puisque les tailles d'effet sont comparables d'une figure à l'autre.

Les **figures 27 et 28** décrivent l'effet de la politique d'équipement (respectivement, dotations en EIM et dotations en CM) sur l'accès aux équipements numériques déclaré par les enseignants au T1 et au T2. Sans surprise, au regard de la nature de la politique évaluée, les enseignants exerçant dans des collèges bénéficiaires de la politique d'équipement (qu'il s'agisse de dotations en EIM ou en CM) rapportent une augmentation de la diversité des matériels numériques (ordinateurs, tablettes, connexion Internet, vidéo-projecteurs, tableaux numériques interactifs, etc.) disponibles au collège (l'effet s'élevant à 22,5 % d'écart-type du score du groupe de comparaison pour les enseignants des collèges dotés en EIM et à 36,2 % pour ceux des collèges dotés en classes mobiles) et une réduction des barrières matérielles à l'usage du numérique dans leur enseignement (l'effet sur ce dernier indicateur est plus important pour le groupe « EIM » : 45,1 % d'écart-type du score du groupe de comparaison contre 17,5 % pour le groupe « CM »). En ce qui concerne la diversité des équipements à domicile (par exemple, ordinateur, connexion Internet, tablette, liseuse ou smartphone), l'effet de la politique d'équipement est positif au T1 (18,2 % d'écart-type du score du groupe de comparaison pour le groupe « EIM » et 14,2 % pour le groupe « CM ») et nul au T2 quelle que soit la dotation du collège. L'effet positif au T1 pourrait par exemple s'expliquer par une mise à disposition d'équipement pour les enseignants à leur domicile par les établissements bénéficiaires de la politique ou des efforts personnels d'équipement des enseignants afin d'avoir accès à leur domicile à des outils numériques similaires à ceux disponibles au collège. La disparition de l'effet au T2 suggère qu'au printemps 2019 les enseignants ayant répondu à l'enquête de la DEPP ont accès à la même diversité d'équipements à leur domicile quel que soit le groupe d'évaluation auquel leur collège appartient. Si les enseignants du « T2 – Panel » sont comparables à ceux du T1, nous pouvons penser que les enseignants des collèges non dotés ont fait des efforts pour s'équiper à leur domicile entre les deux temps de mesure, leur permettant de combler l'écart observé au T1. On ne peut toutefois pas exclure que cette disparition de l'effet puisse être partiellement liée à l'attrition observée entre les deux enquêtes (baisse du taux de participation de 18 pp, cf. **tableau 5**).

FIGURE 27 • Effets moyens de la dotation d'équipements individuels mobiles sur les équipements numériques disponibles

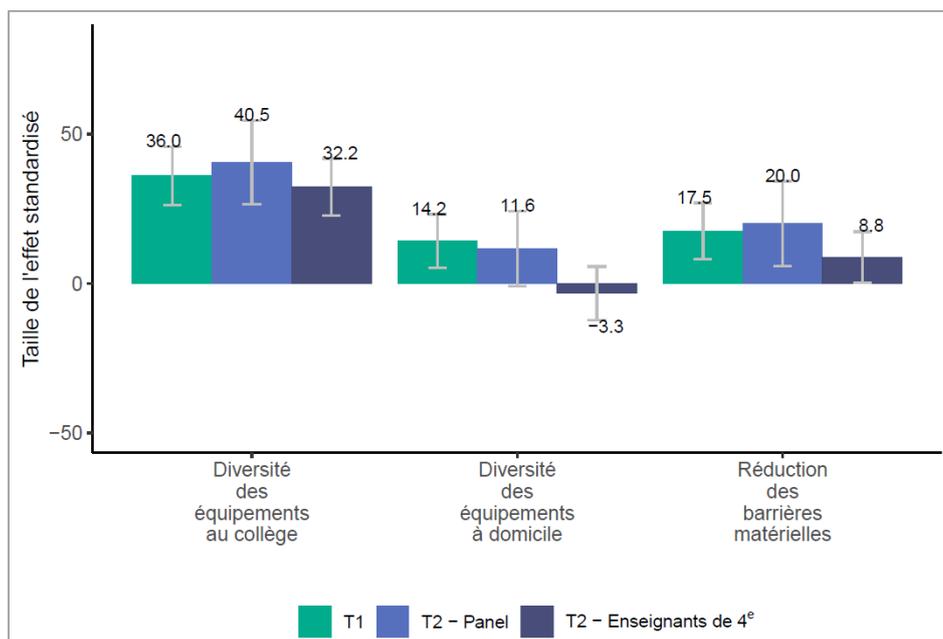


Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

FIGURE 28 • Effets moyens de la dotation de classes mobiles sur les équipements numériques disponibles



Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

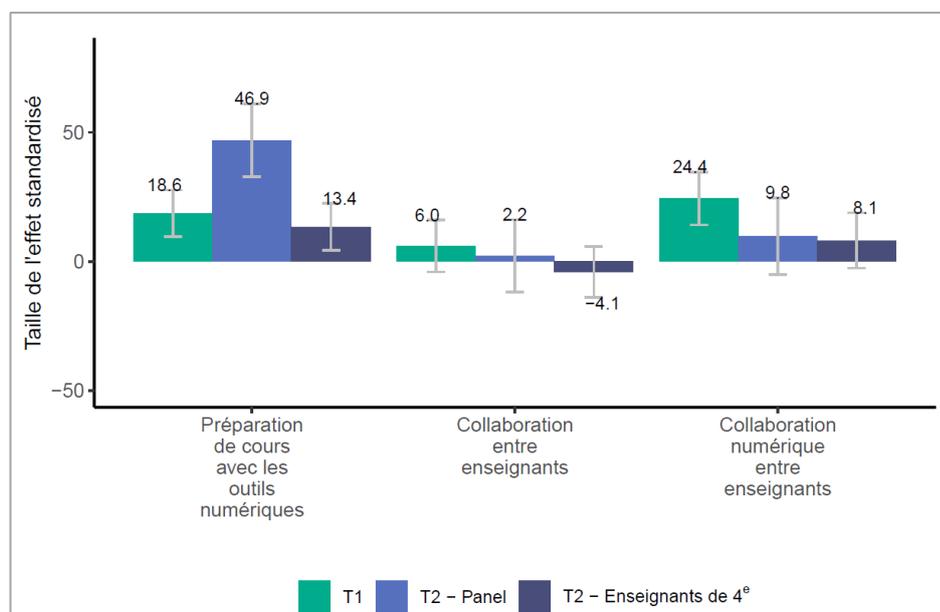
Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

Les données collectées sur les pratiques professionnelles des enseignants nous permettent notamment d'étudier si la politique d'équipement a eu un effet sur la conception de leurs enseignements (notamment au moyen d'outils numériques et de ressources en ligne) et leurs pratiques collaboratives avec d'autres enseignants (impliquant ou non le numérique). La **figure 29** montre que les dotations en EIM ont un effet positif sur le recours des enseignants aux outils et ressources numériques pour préparer leurs séances : 18,6 % d'écart-type du score du groupe de comparaison au T1 pour les enseignants de 5^e et 13,4 % au T2 pour ceux de 4^e. On observe également un renforcement de cette pratique entre le T1 et le T2 pour les enseignants du panel (46,9 % d'écart-

type du score du groupe de comparaison pour ce dernier ensemble d'enseignants). On n'identifie pas d'effet sur les pratiques collaboratives entre enseignants en général, mais au T1 on relève un effet positif de la politique sur le score de collaboration numérique entre enseignants (24,4 % d'écart-type du score du groupe de comparaison). D'après la **figure 30**, les dotations en CM n'ont pas d'impact sur les pratiques enseignantes relatives à la collaboration. On relève uniquement un effet de 13,8 % d'un écart-type du score du groupe de comparaison pour le score de préparation des cours *via* les outils numériques s'agissant des enseignants du panel observés au T2.

FIGURE 29 • Effets moyens de la dotation d'équipements individuels mobiles sur les pratiques professionnelles

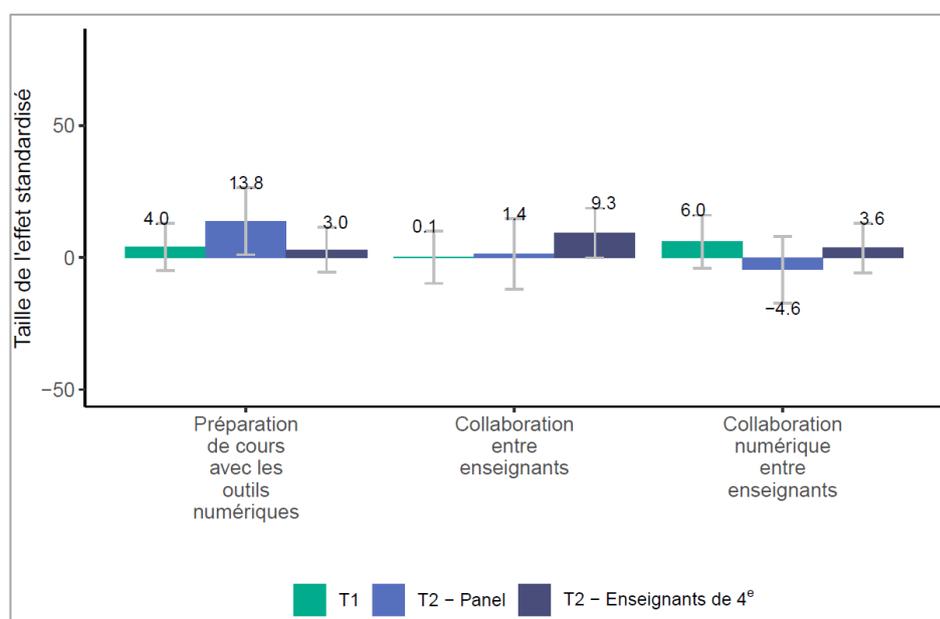


Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

FIGURE 30 • Effets moyens de la dotation de classes mobiles sur les pratiques professionnelles



Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

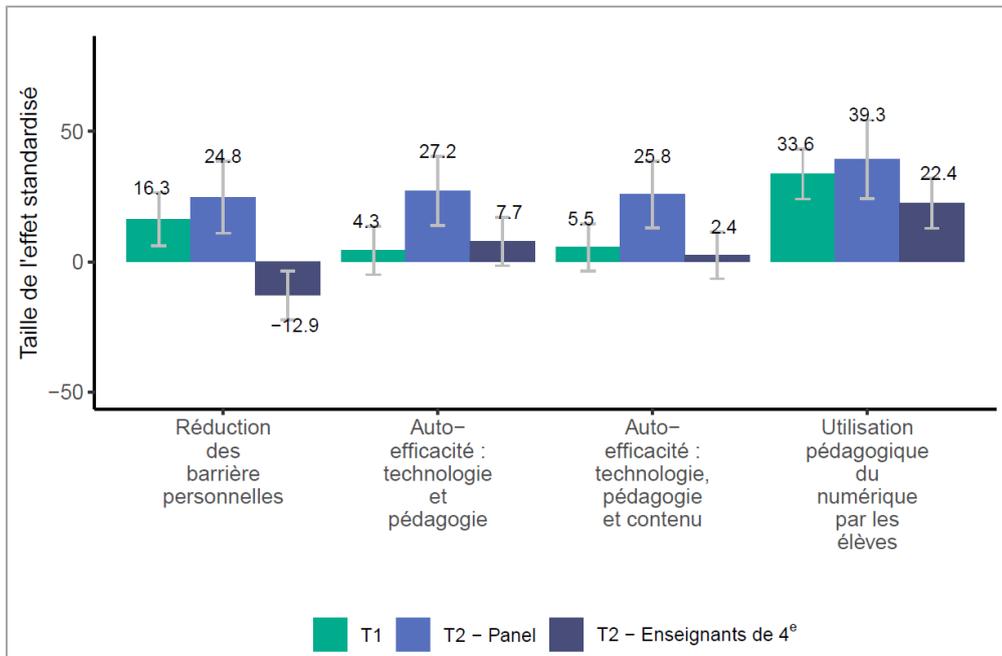
Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

La **figure 31** présente l'impact des dotations en EIM sur les pratiques pédagogiques : on constate un effet positif de la politique sur l'utilisation pédagogique du numérique par les élèves au collège au T1 comme au T2. Il convient de noter que l'effet est plus fort pour les enseignants du panel au T2 pour

lesquels on relève aussi au T2 une réduction des barrières personnelles à l'utilisation du numérique dans l'enseignement et un sentiment d'efficacité personnelle plus fort lié à la mobilisation de la technologie numérique dans sa pratique. La **figure 32** indique que les dotations en CM n'ont quant à elles pas d'impact sur l'utilisation pédagogique du numérique par les élèves au collège. Cet effet différencié des deux types de dotations sur l'intégration du numérique dans les pratiques d'enseignement est cohérent avec le résultat des analyses bâties à partir des données collectées auprès des élèves de 4^e, qui, pour mémoire, montrait déjà que les élèves des collèges dotés en EIM utilisaient davantage le numérique en classe que ceux des collèges dotés en CM (**figures 15 et 16**).

FIGURE 31 • Effets moyens de la dotation d'équipements individuels mobiles sur les pratiques pédagogiques

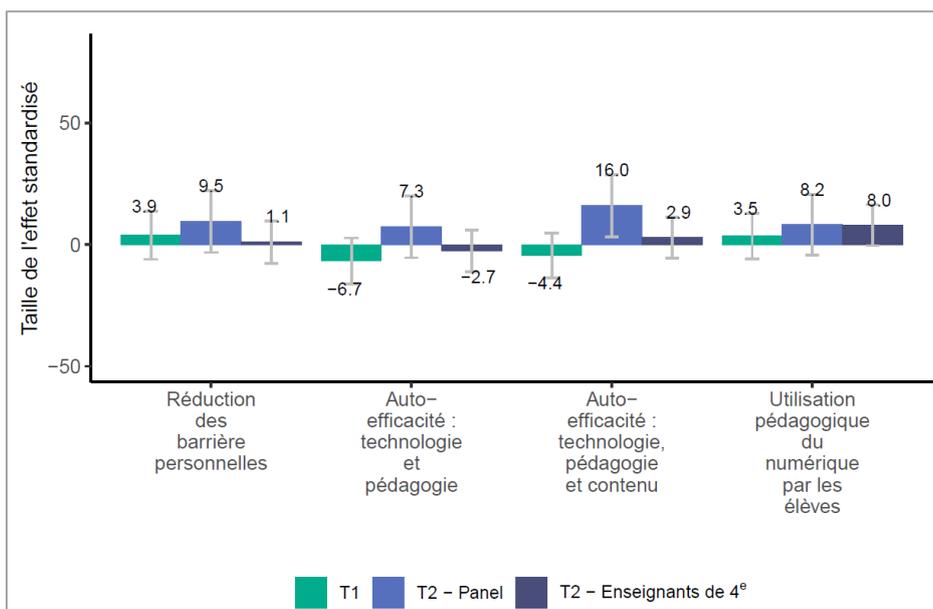


Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

FIGURE 32 • Effets moyens de la dotation de classes mobiles sur les pratiques pédagogiques



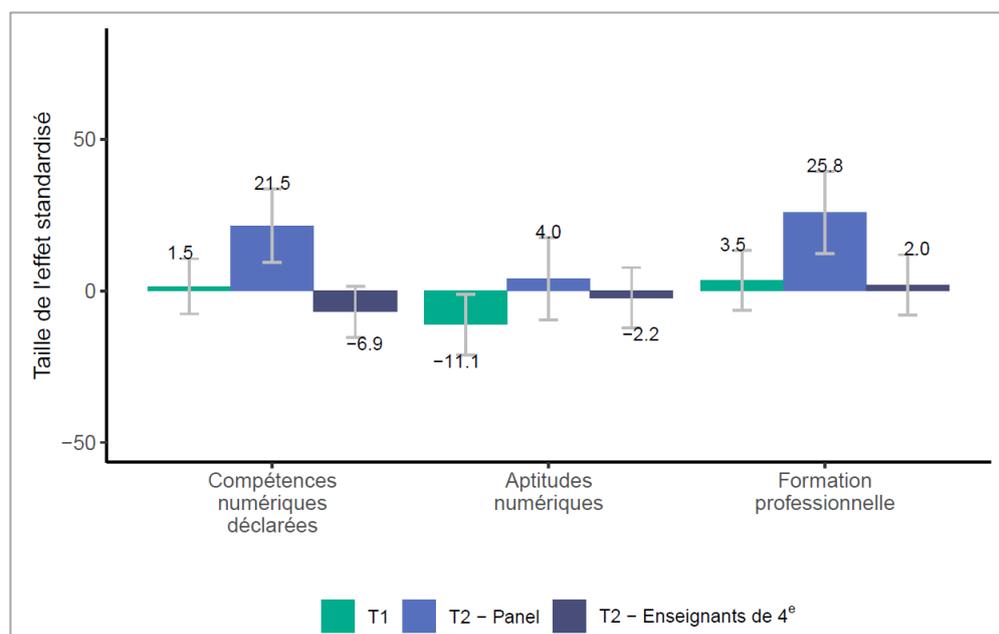
Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

La **figure 31** montre que les dotations en EIM agissaient comme un levier pour abaisser les barrières personnelles à l'utilisation du numérique dans l'enseignement pour les enseignants de 5^e et ceux du panel au T2. L'effet négatif observé pour les enseignants de 4^e au T2 pourrait s'expliquer par l'âge des élèves, perçu peut-être comme moins propice à l'inclusion du numérique dans la pratique de classe. Un ensemble de questions cherchait à identifier l'effet des dotations sur les compétences numériques des enseignants (auto-déclarées et mesurées par un test) et leur accès à des formations au numérique. Pour les enseignants du panel au T2, on relève un effet positif de la politique d'équipement en EIM sur les compétences numériques auto-rapportées (mais pas sur celles testées) et sur la participation à des activités de formation continue en lien avec le numérique (respectivement, 21,5 % d'écart-type du score du groupe de comparaison et 25,8 %, **figure 33**). La **figure 34** ne met en évidence aucun effet des dotations en CM sur ces indicateurs de résultat.

FIGURE 33 • Effets moyens de la dotation d'équipements individuels mobiles sur les compétences numériques des enseignants

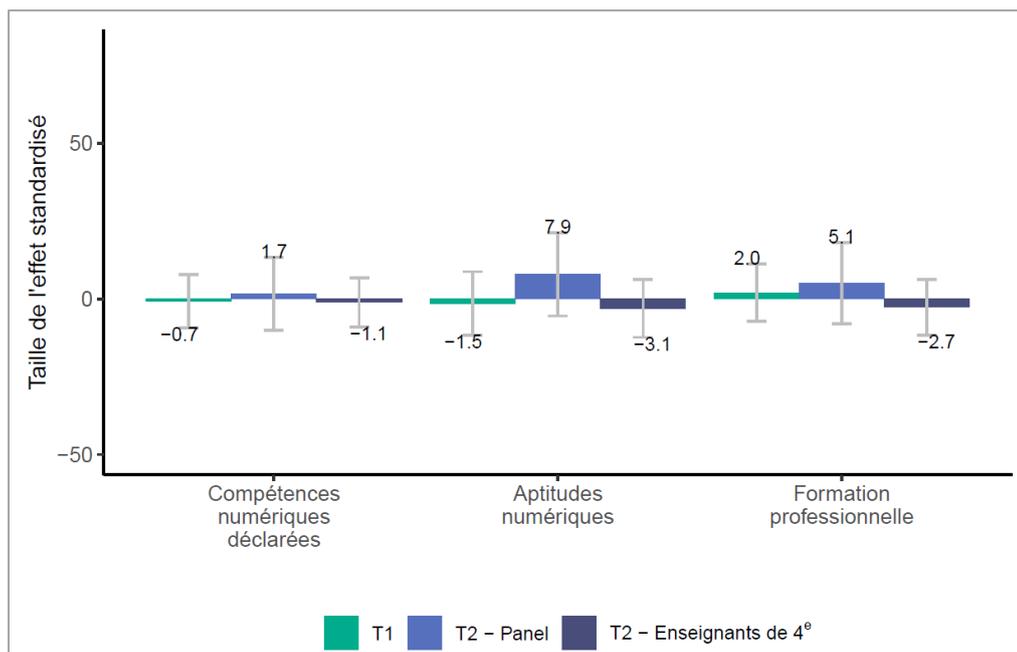


Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

FIGURE 34 • Effets moyens de la dotation de classes mobiles sur les compétences numériques des enseignants



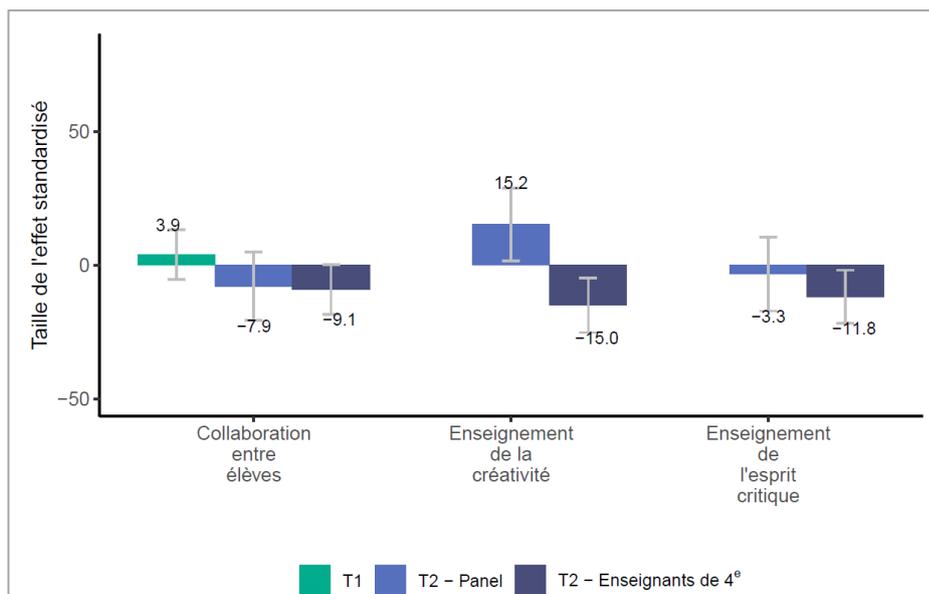
Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs

L'enquête adressée aux enseignants permet également de mettre en regard l'effet de la politique évaluée (ou l'absence d'effet) observé sur les compétences sociocognitives des élèves et l'effet observé sur l'enseignement de ces compétences (collaboration, créativité et esprit critique). Qu'il s'agisse des EIM ou des CM, on ne note pas d'effet, voire des effets négatifs sur les scores relatifs à l'enseignement des compétences sociocognitives (figures 35 et 36). Le seul effet positif concerne l'enseignement de la créativité par les enseignants des collèges dotés en EIM pour le sous-ensemble « T2 – Panel » (15,2 % d'un écart-type du score du groupe de comparaison). Notons par ailleurs, que l'effet des EIM est négatif sur le score d'enseignement de la créativité et de l'esprit critique pour les enseignants de 4^e au T2 (respectivement, -15,0 % d'un écart-type du score du groupe de comparaison et -11,8 %).

FIGURE 35 • Effets moyens de la dotation d'équipements individuels mobiles sur l'enseignement des compétences sociocognitives

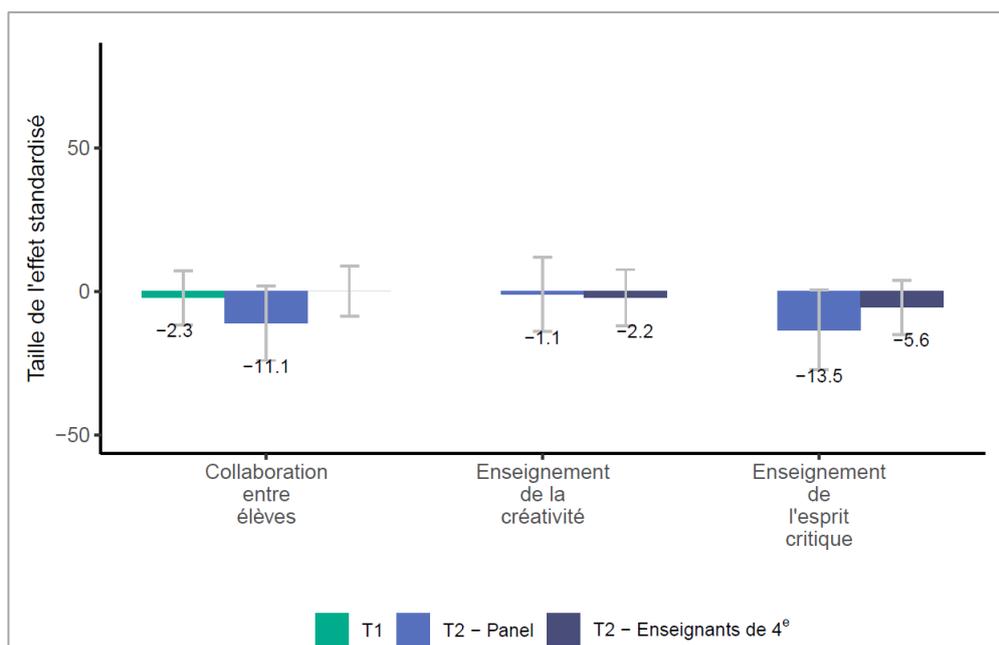


Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

FIGURE 36 • Effets moyens de la dotation de classes mobiles sur l'enseignement des compétences sociocognitives



Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Enseignants de l'échantillon ELAINE au T1 et T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

En conclusion, si l'impact de la politique d'équipement (et plus spécifiquement les dotations en EIM) sur les compétences numériques des enseignants semble relativement faible et plutôt différé (les seuls bénéficiaires semblant être les enseignants du panel au T2 via une durée d'exposition plus longue et peut-être aussi un surcroît de formation), de manière générale les enseignants exerçant dans les collèges dotés en équipement semblent s'approprier davantage les outils numériques pour préparer leurs cours. L'utilisation pédagogique du numérique est plutôt favorisée par les dotations en EIM, ce qui peut contribuer à expliquer le différentiel d'impact observé sur les apprentissages des élèves entre EIM et CM. L'absence d'effet des dotations sur les compétences sociocognitives des

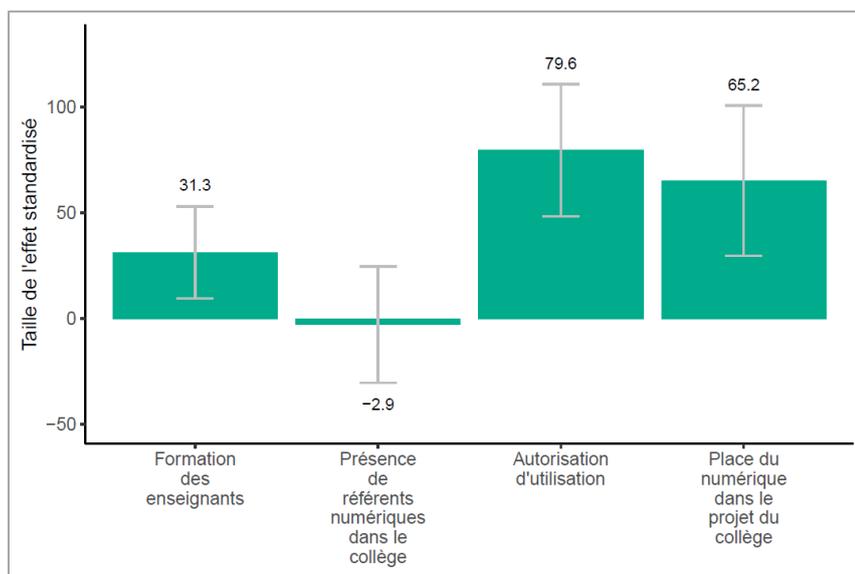
élèves est au moins pour partie à mettre en relation avec le résultat indiquant que les dotations n'ont pas fait évoluer les pratiques d'enseignement des compétences sociocognitives testées chez les élèves.

Indicateurs de résultat relatifs aux chefs d'établissement

Les chefs d'établissement ont été interrogés lorsque les élèves étaient en 4^e (voir **partie 3** « Données et échantillons » pour une description de l'enquête). Nous utilisons leurs réponses pour comprendre les interactions potentielles entre la politique d'équipement et leurs pratiques au sein des collèges¹⁹.

D'après les **figures 37 et 38**, les dotations en EIM et en CM ont un effet positif sur l'offre de formation au numérique pour les enseignants (de l'ordre d'un peu plus de 30 % d'un écart-type du score du groupe de comparaison). Seules les dotations en EIM ont aussi un effet positif sur d'autres dimensions importantes du contexte d'établissement pour l'intégration des technologies numériques dans l'environnement scolaire, comme l'autorisation d'utiliser des équipements numériques dans l'établissement (79,6 % d'un écart-type)²⁰, la place du numérique dans le projet d'établissement (65,2 % d'un écart-type) ou la formation numérique du chef d'établissement (38,7 % d'un écart-type, **figure 39**).

FIGURE 37 • Effets moyens de la dotation d'équipements individuels mobiles sur le contexte d'établissement



Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

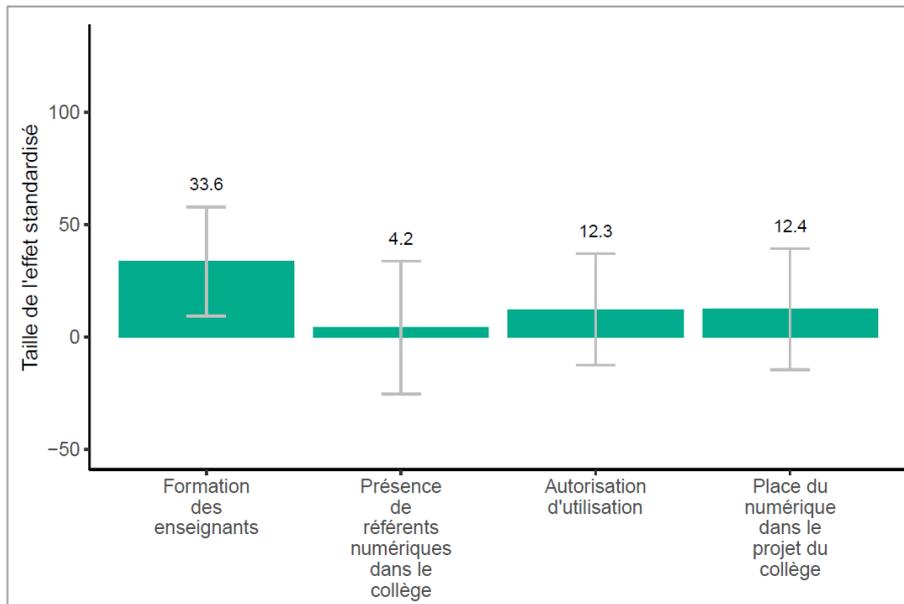
Champ : Chefs d'établissement de l'échantillon ELAINE au T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

¹⁹ Les résultats suivants sont calculés à l'aide de poids non ajustés calculés par *entropy balancing*. Les poids ne sont pas ajustés en raison de la taille de l'échantillon.

²⁰ Degré d'autorisation pour l'utilisation pédagogique des ordinateurs et tablettes, avec et sans connexion Internet, au sein du collège.

FIGURE 38 • Effets moyens de la dotation de classes mobiles sur le contexte d'établissement



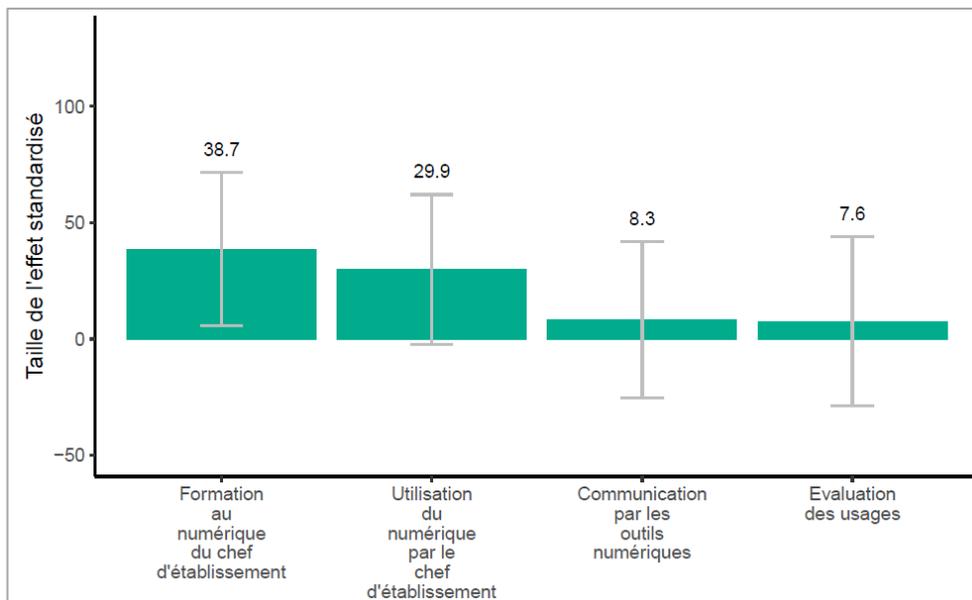
Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Chefs d'établissement de l'échantillon ELAINE au T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

Il n'y a pas d'effet sur la présence de personnel dédié à la question du numérique dans l'établissement (figures 37 et 38) ou sur l'évaluation des usages numériques (figures 39 et 40), la présence d'un référent numérique étant largement répandue dans les collèges de l'échantillon, alors que la pratique d'évaluation des usages du numérique dans l'établissement y est plutôt rare. On constate en revanche que les effets des dotations sur les usages numériques des chefs d'établissement, notamment en matière de communication, sont plus importants en présence de CM (figure 40).

FIGURE 39 • Effets moyens de la dotation d'équipements individuels mobiles sur le pilotage du numérique

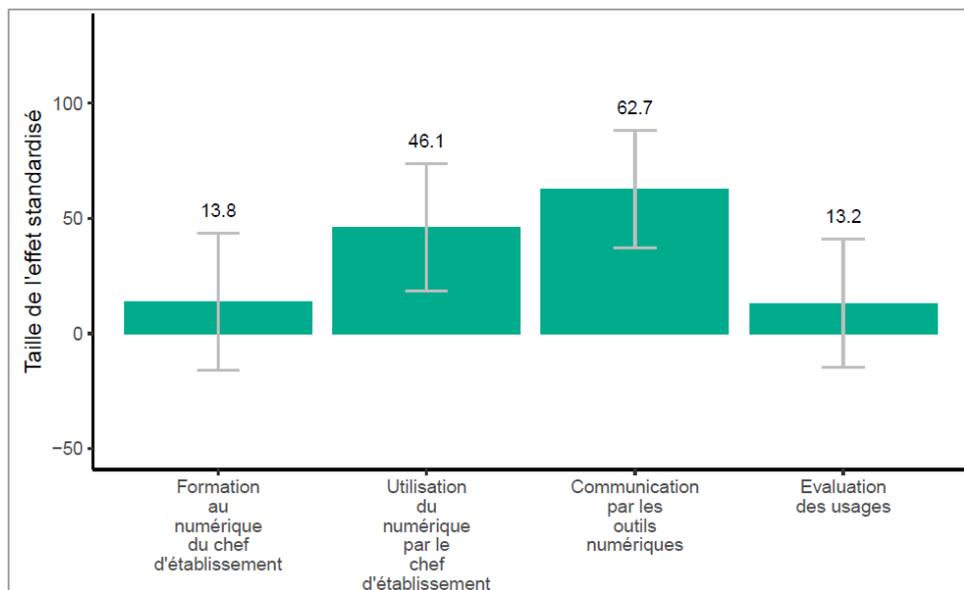


Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Chefs d'établissement de l'échantillon ELAINE au T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

FIGURE 40 • Effets moyens de la dotation de classes mobiles sur le pilotage du numérique



Note : Le segment gris représente un intervalle de confiance à 90 %.

Champ : Chefs d'établissement de l'échantillon ELAINE au T2.

Sources : DEPP et calcul des auteurs.

↳ Conclusion

Les impacts estimés de la dotation de tablettes sur les résultats des élèves au cycle 4 sont globalement positifs. Cependant, nous identifions des effets différenciés selon le type d'équipement (tablettes individuelles vs classes mobiles) : alors que les tablettes individuelles ont des effets positifs importants sur les résultats scolaires des collégiens (allant de 9 à 25 % d'un écart-type), les effets des classes mobiles sont plus faibles, voire non statistiquement significatifs. Les effets des tablettes individuelles sur les compétences disciplinaires (français et mathématiques) et numériques varient selon l'origine socio-économique des élèves, avec un impact globalement plus fort pour ceux issus de milieux plus défavorisés à partir du deuxième temps de mesure (en fin de 4^e). En ce qui concerne les compétences sociocognitives, les équipements individuels et partagés n'ont qu'un impact faible, voire nul. La différence en termes d'impact des équipements individuels par rapport aux équipements partagés pourrait s'expliquer par le faible impact des classes mobiles à la fois sur l'utilisation des TIC par les élèves en classe et sur les pratiques professionnelles des enseignants.

Il reste deux prochaines étapes importantes dans ce travail d'évaluation. Tout d'abord, nous nous attacherons à explorer davantage les mécanismes potentiels afin de déterminer si les effets estimés sur les élèves varient en fonction des pratiques enseignantes. Ensuite, les données collectées par la DEPP dans le cadre de cette évaluation d'impact seront utilisées pour étudier les apprentissages au cours de la période de fermeture des collèges pendant la crise du COVID au printemps 2020 et les effets potentiellement différenciés de cette période d'enseignement et d'apprentissage à distance sur les résultats des élèves, selon la disponibilité ou non d'équipements numériques.

↳ Annexe 1 – Présentation de la méthode de l'entropy balancing

L'entropy balancing est une procédure de prétraitement des données qui produit des échantillons équilibrés avant même de mettre en œuvre les techniques d'estimation causale, y compris les méthodes d'appariement. L'entropy balancing consiste à repondérer les observations du groupe de contrôle. Les poids scalaires sont calculés de telle sorte qu'après la repondération, les premiers moments (moyenne, variance, asymétrie, etc.) des distributions des covariables dans le groupe de contrôle soient les mêmes (du moins, aussi proches que possible) que ceux des distributions des covariables dans le groupe de traitement. Les poids calculés à l'aide de l'entropy balancing peuvent être utilisés pour d'autres méthodes expérimentales ou quasi-expérimentales, telles que les essais randomisés contrôlés, la méthode des doubles différences ou celle de la régression par discontinuité. Notons $Y(1)$ la variable de résultat (ici, le score à un test standardisé) lorsqu'un élève étudie dans un établissement scolaire disposant d'équipements numériques, et $Y(0)$ la même variable de résultat lorsqu'il étudie dans un établissement scolaire n'en disposant pas. Notons ensuite D la variable binaire qui indique si l'élève a accès à un équipement numérique au collège : $D = 1$ le cas échéant, $D = 0$ sinon. L'objectif est d'estimer l'effet moyen du traitement (c'est-à-dire avoir accès à un équipement numérique au collège) sur le score pour ceux qui en bénéficient (c'est-à-dire pour ceux qui sont traités, correspondant ici aux élèves des collèges dotés d'équipements numériques mobiles). Cet effet, noté ATT (pour *Average Treatment effect for the Treated*) est formellement défini par l'espérance conditionnelle suivante :

$$ATT = E[Y(1)|D = 1] - E[Y(0)|D = 1]$$

L'espérance conditionnelle $E[Y(0)|D = 1]$ n'est pas identifiable puisque nous n'observons pas quels auraient été les résultats des élèves s'ils n'avaient pas eu accès à un équipement numérique au collège. Cette espérance conditionnelle est appelée le contrefactuel. Le principe de base est d'estimer ce contrefactuel en utilisant le score moyen des élèves du groupe de contrôle qui ont des caractéristiques très similaires (sexe, statut socio-économique, caractéristiques de l'établissement, etc.). Cette estimation est donnée par la formule suivante :

$$E[Y(0)|\hat{D} = 1] = \frac{\sum_{i|D=0} Y_i(0)w_i}{\sum_{i|D=0} w_i}$$

où w_i est le poids appliqué à l'élève i du groupe de contrôle ($i|D = 0$) et $Y_i(0)$ est le score de l'élève i du groupe de contrôle.

Les poids sont calculés en minimisant la fonction $h(w)$ définie comme suit :

$$\min_{w_i} H(w) = \sum_{i|D=0} h(w_i)$$

sous les contraintes d'équilibrage et de normalisation suivantes :

$$\sum_{i|D=0} w_i C_{ri}(X_i) = m_r$$

avec $r \in 1, \dots, R$

$$\sum_{i|D=0} w_i = 1$$

et

$$w_i \geq 0$$

pour tout i tel que $D = 0$.

Dans les équations ci-dessus, $h(\cdot)$ est une fonction de perte et $C_{ri}(X_i) = m_r$ représente un ensemble de contraintes d'équilibrage R qui sont imposées aux moments des distributions des covariables des élèves du groupe de contrôle, repondérées comme suit :

1. La fonction de perte $h(\cdot)$ est la divergence de Kullback-Leibler définie par $h(wi) = wi \log\left(\frac{wi}{qi}\right)$, où wi est le poids estimé pour l'élève i dans le groupe de contrôle et qi est un poids de base, choisi ici comme étant égal à $qi = \frac{1}{n_0}$, n_0 étant le nombre d'élèves dans le groupe de contrôle. La fonction de perte $h(\cdot)$ mesure la distance entre la distribution des poids de contrôle estimés, définie par le vecteur $W = [w1, \dots, wn0]$, et la distribution des poids de base, spécifiée par le vecteur $Q = [q1, \dots, qn0]$, avec $qi \geq 0$ pour tout i tel que $D = 0$ et $P \sum i |D = 0 qi^{-1}$. Cette fonction de perte est non négative et décroît lorsque W se rapproche de Q . Elle est égale à 1 lorsque $W = Q$.
2. Les contraintes d'équilibrage données sont choisies pour égaliser les moments des distributions des covariables dans les deux groupes, de traitement et de contrôle. Par exemple, le terme m_r peut correspondre au r -ième moment de la covariable X_j qui caractérise les élèves. En pratique, ces moments sont spécifiés pour les élèves du groupe de contrôle de telle sorte que $c_{ri}(X_{ij}) = X_{ij}^r$ ou que $c_{ri}(X_{ij}) = (X_{ij} - \mu_j)^r$ où μ_j est la moyenne de la covariable X_j .
3. Les équations (5) et (6) sont des contraintes de normalisation. La condition (5) signifie que la somme des poids doit être égale à 1. La contrainte (6) implique que chaque poids doit être positif ou nul. Les poids ne peuvent pas être négatifs : si c'était le cas, la fonction de perte $h(\cdot)$, qui est une métrique de distance, ne serait pas définie.

L'*entropy balancing* peut être considéré comme une extension de la procédure de pondération basée sur le score de propension, qui est souvent estimé par un modèle logit dans la première étape d'une approche par appariement. Cependant, l'appariement avec le score de propension exige que le score estimé dans la première étape satisfasse a posteriori la condition d'équilibrage. Or, ce n'est pas toujours le cas : il est alors nécessaire de spécifier et d'estimer un nouveau score de propension, et ce jusqu'à ce qu'il vérifie la propriété d'équilibrage. Cette procédure d'ajustement ne converge pas nécessairement, ce qui constitue l'une des difficultés majeures de la mise en œuvre de la technique statistique de l'appariement. L'*entropy balancing* ne présente pas cet inconvénient, car le calcul des poids se fait ici avant toute inférence causale, en mettant en œuvre une procédure permettant d'égaliser les moments (le plus souvent, la moyenne, la variance, et éventuellement le coefficient d'asymétrie) des distributions des covariables dans les groupes de traitement et de contrôle. L'approche d'appariement par le score de propension ne garantit pas cette égalisation des premiers moments des distributions des covariables dont les valeurs sont observées dans l'échantillon.

↳ Annexe 2 – L’estimateur de pondération par l’inverse de probabilité (*Inverse Probability Weighting Estimator – IPWE*)

La pondération par l’inverse de probabilité est une technique statistique permettant de calculer des statistiques standardisées pour une pseudo-population différente de celle dans laquelle les données ont été recueillies.

L’estimateur de pondération par l’inverse de probabilité (IPWE) peut être utilisé pour identifier l’impact causal lorsque l’analyste ne peut pas mener une expérience contrôlée mais dispose de données observées à modéliser. Comme on suppose que le traitement n’est pas attribué de manière aléatoire, l’objectif est d’estimer le résultat contrefactuel ou potentiel si tous les sujets de la population étaient affectés au groupe de traitement.

Supposons que les données observées $\{(X_i, T_i, Y_i)\}_{i=1}^n$ soient tirées de façon indépendante et identique à partir d’une distribution inconnue P , où $X \in \mathbb{R}^p$ sont des covariables, $T \in \{0, 1\}$ est l’affectation soit au groupe de contrôle ($t = 0$) soit au groupe de traitement ($t = 1$), $Y \in \mathbb{R}$ est la variable de résultat.

L’objectif est d’estimer le résultat potentiel $Y^*(t)$, qui serait observé si l’individu était affecté au groupe t , puis de comparer le résultat moyen si tous les individus de la population étaient affectés à un groupe donné : $\mu_t = \mathbb{E}Y^*(t)$. Nous voulons estimer μ_t en utilisant les données observées $\{(X_i, T_i, Y_i)\}_{i=1}^n$.

Les hypothèses requises pour appliquer l’IPWE sont les suivantes :

1. Cohérence : $Y = Y^*(T)$
2. Pas de facteurs de confusion non mesurés : $Y^*(0), Y^*(1) \perp\!\!\!\perp T|X$, ce qui signifie que l’affectation du traitement est basée seulement sur les covariables et indépendante des résultats potentiels.
3. Positivité : $P(T = t|X = x)$ pour tout t et x .

La formule de l’IPWE est :

$$\hat{\mu}_{t,n}^{IPWE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \frac{1(T_i = t)}{\hat{P}_n(t_i|x_i)}$$

où $\hat{P}_n(t_i|x_i) = \frac{\hat{P}(T_i=t_i, X_i=x_i)}{\hat{P}(X_i=x_i)}$. Avec la moyenne calculée de chaque groupe, un test de student ou un test ANOVA peut être utilisé pour juger de la différence entre les moyennes des groupes et déterminer la significativité statistique de l’effet du traitement.

L’IPWE peut être instable si les propensions estimées sont faibles. Si la probabilité d’affectation à l’un des deux groupes est faible, le modèle de régression logistique peut devenir instable autour des queues de distribution, ce qui rend l’IPWE également moins stable.

➤ Annexe 3 – Effets hétérogènes selon l’origine socio-économique de l’élève

TABLEAU 9 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de compréhension écrite des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.2248 **	0.1056	0.0333
Traitement x Moyenne	Cinquième	0.2525 *	0.1344	0.0603
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.3786 **	0.1549	0.0145
Traitement x Très favorisée	Cinquième	0.1794	0.1397	0.1989
Traitement	Quatrième	0.2169 **	0.0846	0.0103
Traitement x Moyenne	Quatrième	-0.0239	0.1079	0.8245
Traitement x Favorisée	Quatrième	-0.2372 *	0.1283	0.0645
Traitement x Très favorisée	Quatrième	-0.2175 *	0.1111	0.0502
Traitement	Seconde	0.1906 **	0.0946	0.0440
Traitement x Moyenne	Seconde	0.0437	0.1177	0.7105
Traitement x Favorisée	Seconde	-0.3293 **	0.1338	0.0138
Traitement x Très favorisée	Seconde	-0.1576	0.1161	0.1745

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 10 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de compréhension orale des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	0.336 ***	0.0806	0.0000
Traitement x Moyenne	Cinquième	-0.0904	0.1020	0.3753
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.0643	0.1175	0.5845
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.2546 **	0.1066	0.0170
Traitement	Quatrième	0.3247 ***	0.0876	0.0002
Traitement x Moyenne	Quatrième	-0.1398	0.1118	0.2111
Traitement x Favorisée	Quatrième	-0.1163	0.1328	0.3810
Traitement x Très favorisée	Quatrième	-0.2408 **	0.1152	0.0366
Traitement	Seconde	0.2918 ***	0.0975	0.0028
Traitement x Moyenne	Seconde	-0.0917	0.1210	0.4487
Traitement x Favorisée	Seconde	-0.3505 **	0.1383	0.0112
Traitement x Très favorisée	Seconde	-0.0809	0.1193	0.4980

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 11 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de mathématiques des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.0614	0.0964	0.5242
Traitement x Moyenne	Cinquième	0.2604 **	0.1191	0.0287
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.1246	0.1368	0.3624
Traitement x Très favorisée	Cinquième	0.2446 **	0.1246	0.0496
Traitement	Quatrième	0.1973 **	0.0863	0.0222
Traitement x Moyenne	Quatrième	-0.026	0.1098	0.8131
Traitement x Favorisée	Quatrième	-0.1744	0.1296	0.1785
Traitement x Très favorisée	Quatrième	-0.1201	0.1128	0.2871
Traitement	Seconde	0.2873 ***	0.0919	0.0018
Traitement x Moyenne	Seconde	-0.1081	0.1142	0.3437
Traitement x Favorisée	Seconde	-0.3783 ***	0.1305	0.0037
Traitement x Très favorisée	Seconde	-0.2736 **	0.1131	0.0156

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 12 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de compétences numériques des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	0.2529 **	0.1003	0.0116
Traitement x Moyenne	Cinquième	-0.0635	0.1234	0.6072
Traitement x Favorisée	Cinquième	-0.0018	0.1427	0.9897
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.0869	0.1296	0.5026
Traitement	Quatrième	0.3315 ***	0.0871	0.0001
Traitement x Moyenne	Quatrième	-0.2037 *	0.1108	0.0659
Traitement x Favorisée	Quatrième	-0.4603 ***	0.1306	0.0004
Traitement x Très favorisée	Quatrième	-0.4285 ***	0.1139	0.0002

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 13 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de collaboration des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.0179	0.1314	0.8915
Traitement x Moyenne	Cinquième	0.0371	0.1621	0.8190
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.3705 **	0.1817	0.0414
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.0069	0.1677	0.9671
Traitement	Quatrième	-0.2631 ***	0.0939	0.0051
Traitement x Moyenne	Quatrième	0.3532 ***	0.1191	0.0030
Traitement x Favorisée	Quatrième	0.1682	0.1401	0.2300
Traitement x Très favorisée	Quatrième	0.2115 *	0.1217	0.0824

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABEAU 14 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores d'auto-efficacité créative des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.1941	0.1360	0.1535
Traitement x Moyenne	Cinquième	0.1859	0.1675	0.2671
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.325 *	0.1890	0.0855
Traitement x Très favorisée	Cinquième	0.1462	0.1756	0.4051
Traitement	Quatrième	0.2122 *	0.1135	0.0615
Traitement x Moyenne	Quatrième	-0.2107	0.1434	0.1418
Traitement x Favorisée	Quatrième	-0.0256	0.1707	0.8806
Traitement x Très favorisée	Quatrième	-0.3604 **	0.1459	0.0135

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABEAU 15 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de créativité artistique des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	0.1372	0.1378	0.3196
Traitement x Moyenne	Cinquième	-0.2486	0.1709	0.1456
Traitement x Favorisée	Cinquième	-0.1932	0.1932	0.3173
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.2576	0.1778	0.1473
Traitement	Quatrième	-0.1849 *	0.1091	0.0902
Traitement x Moyenne	Quatrième	0.11	0.1374	0.4234
Traitement x Favorisée	Quatrième	0.5217 ***	0.1587	0.0010
Traitement x Très favorisée	Quatrième	0.13	0.1411	0.3569

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABEAU 16 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de créativité collaborative des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.0355	0.1361	0.7943
Traitement x Moyenne	Cinquième	-0.0013	0.1687	0.9940
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.1825	0.1907	0.3387
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.1724	0.1755	0.3261
Traitement	Quatrième	-0.1396	0.1110	0.2085
Traitement x Moyenne	Quatrième	-0.0561	0.1398	0.6882
Traitement x Favorisée	Quatrième	0.2044	0.1615	0.2057
Traitement x Très favorisée	Quatrième	0.1998	0.1436	0.1641

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 17 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores d'identité créative des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.1162	0.1360	0.3928
Traitement x Moyenne	Cinquième	0.1851	0.1675	0.2692
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.2679	0.1890	0.1565
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.1586	0.1756	0.3664
Traitement	Quatrième	0.1682	0.1166	0.1492
Traitement x Moyenne	Quatrième	-0.1360	0.1474	0.3560
Traitement x Favorisée	Quatrième	-0.1307	0.1754	0.4563
Traitement x Très favorisée	Quatrième	-0.1534	0.1499	0.3061

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 18 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de compréhension écrite des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	0.0251	0.0925	0.7863
Traitement x Moyenne	Cinquième	-0.0726	0.1182	0.5390
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.0611	0.1372	0.6563
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.0946	0.1213	0.4354
Traitement	Quatrième	0.0722	0.0809	0.3724
Traitement x Moyenne	Quatrième	0.0041	0.1025	0.9679
Traitement x Favorisée	Quatrième	-0.0145	0.1195	0.9035
Traitement x Très favorisée	Quatrième	-0.202 *	0.1076	0.0605
Traitement	Seconde	0.177 *	0.0935	0.0582
Traitement x Moyenne	Seconde	-0.0093	0.1153	0.9355
Traitement x Favorisée	Seconde	-0.1579	0.1311	0.2283
Traitement x Très favorisée	Seconde	-0.2273 **	0.1146	0.0474

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABEAU 19 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de compréhension orale des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	0.0548	0.0790	0.4876
Traitement x Moyenne	Cinquième	-0.1208	0.1008	0.2309
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.0245	0.1170	0.8343
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.2734 ***	0.1027	0.0077
Traitement	Quatrième	-0.0151	0.0875	0.8630
Traitement x Moyenne	Quatrième	0.0991	0.1108	0.3713
Traitement x Favorisée	Quatrième	0.0408	0.1293	0.7522
Traitement x Très favorisée	Quatrième	0.0891	0.1165	0.4443
Traitement	Seconde	0.0889	0.0971	0.3601
Traitement x Moyenne	Seconde	-0.0179	0.1199	0.8811
Traitement x Favorisée	Seconde	-0.1487	0.1360	0.2743
Traitement x Très favorisée	Seconde	-0.0967	0.1192	0.4171

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABEAU 20 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de mathématiques des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.0142	0.0891	0.8730
Traitement x Moyenne	Cinquième	-0.1418	0.1118	0.2047
Traitement x Favorisée	Cinquième	-0.042	0.1279	0.7423
Traitement x Très favorisée	Cinquième	0.1226	0.1138	0.2811
Traitement	Quatrième	0.185 **	0.0836	0.0270
Traitement x Moyenne	Quatrième	-0.128	0.1068	0.2306
Traitement x Favorisée	Quatrième	-0.1595	0.1251	0.2025
Traitement x Très favorisée	Quatrième	-0.029	0.1125	0.7965
Traitement	Seconde	0.1319	0.0907	0.1457
Traitement x Moyenne	Seconde	0.0284	0.1120	0.8002
Traitement x Favorisée	Seconde	-0.0661	0.1276	0.6044
Traitement x Très favorisée	Seconde	-0.1721	0.1118	0.1235

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 21 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de compétences numériques des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	0.0784	0.0912	0.3896
Traitement x Moyenne	Cinquième	-0.1955 *	0.1149	0.0889
Traitement x Favorisée	Cinquième	-0.2607 **	0.1314	0.0472
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.0374	0.1171	0.7491
Traitement	Quatrième	0.1965 **	0.0857	0.0218
Traitement x Moyenne	Quatrième	-0.0884	0.1094	0.4194
Traitement x Favorisée	Quatrième	-0.2674 **	0.1285	0.0374
Traitement x Très favorisée	Quatrième	-0.1112	0.1153	0.3346

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 22 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de collaboration des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.0879	0.1133	0.4377
Traitement x Moyenne	Cinquième	0.0182	0.1458	0.9006
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.1446	0.1627	0.3742
Traitement x Très favorisée	Cinquième	0.0579	0.1459	0.6918
Traitement	Quatrième	-0.2064 **	0.0880	0.0190
Traitement x Moyenne	Quatrième	0.2069 *	0.1133	0.0679
Traitement x Favorisée	Quatrième	0.3241 **	0.1324	0.0144
Traitement x Très favorisée	Quatrième	0.2595 **	0.1188	0.0289

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 23 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores d'auto-efficacité créative des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.1041	0.1151	0.3661
Traitement x Moyenne	Cinquième	-0.0041	0.1474	0.9779
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.0406	0.1649	0.8053
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.0795	0.1476	0.5902
Traitement	Quatrième	0.1197	0.1089	0.2717
Traitement x Moyenne	Quatrième	-0.2545 *	0.1388	0.0666
Traitement x Favorisée	Quatrième	0.0123	0.1613	0.9393
Traitement x Très favorisée	Quatrième	-0.1357	0.1426	0.3413

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABEAU 24 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de créativité artistique des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	0.0267	0.1185	0.8220
Traitement x Moyenne	Cinquième	-0.1261	0.1508	0.4029
Traitement x Favorisée	Cinquième	-0.0452	0.1670	0.7868
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.0527	0.1520	0.7288
Traitement	Quatrième	-0.2181 **	0.1022	0.0328
Traitement x Moyenne	Quatrième	0.193	0.1301	0.1378
Traitement x Favorisée	Quatrième	0.4265 ***	0.1489	0.0042
Traitement x Très favorisée	Quatrième	0.1936	0.1350	0.1516

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABEAU 25 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de créativité collaborative des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.1067	0.1182	0.3664
Traitement x Moyenne	Cinquième	-0.0397	0.1505	0.7919
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.1867	0.1666	0.2625
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.0582	0.1516	0.7009
Traitement	Quatrième	-0.3368 ***	0.1011	0.0009
Traitement x Moyenne	Quatrième	0.2548 **	0.1287	0.0478
Traitement x Favorisée	Quatrième	0.4203 ***	0.1474	0.0043
Traitement x Très favorisée	Quatrième	0.4362 ***	0.1337	0.0011

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABEAU 26 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores d'identité créative des élèves selon leur origine socio-économique

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.2304 **	0.1150	0.0452
Traitement x Moyenne	Cinquième	0.0787	0.1473	0.5934
Traitement x Favorisée	Cinquième	0.2729 *	0.1648	0.0977
Traitement x Très favorisée	Cinquième	-0.0479	0.1475	0.7455
Traitement	Quatrième	0.0532	0.1084	0.6234
Traitement x Moyenne	Quatrième	-0.2509 *	0.1381	0.0692
Traitement x Favorisée	Quatrième	-0.1886	0.1605	0.2401
Traitement x Très favorisée	Quatrième	0.0291	0.1419	0.8373

Groupe de référence : défavorisée

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

↳ Annexe 4 – Effets hétérogènes selon le type d'établissement scolaire

TABLEAU 27 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de compréhension écrite des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	0.0067	0.1218	0.9563
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.0199	0.1483	0.8933
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.054	0.1815	0.7658
Traitement	Quatrième	0.2089 *	0.1100	0.0575
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.121	0.1312	0.3563
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.1103	0.1450	0.4468
Traitement	Seconde	0.1334	0.0970	0.1690
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Seconde	-0.0877	0.1155	0.4477
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Seconde	0.0168	0.1357	0.9015

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 28 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de compréhension orale des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.0105	0.0974	0.9143
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.2578 **	0.1161	0.0264
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.535 ***	0.1398	0.0001
Traitement	Quatrième	0.4667 ***	0.1122	0.0000
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.3932 ***	0.1343	0.0034
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.174	0.1490	0.2427
Traitement	Seconde	0.1383	0.1015	0.1729
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Seconde	-0.1147	0.1186	0.3334
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Seconde	0.1457	0.1400	0.2977

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 29 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de mathématiques des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	0.0166	0.1172	0.8872
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.0807	0.1400	0.5643
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.301 *	0.1617	0.0626
Traitement	Quatrième	0.0014	0.1132	0.9902
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	0.1324	0.1345	0.3248
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	0.1749	0.1518	0.2494
Traitement	Seconde	0.2145 **	0.0936	0.0220
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Seconde	-0.1614	0.1118	0.1486
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Seconde	-0.058	0.1307	0.6575

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 30 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de compétences numériques des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.1682	0.1193	0.1587
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.3447 **	0.1420	0.0152
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	1.0035 ***	0.1684	0.0000
Traitement	Quatrième	0.0016	0.1143	0.9889
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.0056	0.1368	0.9673
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	0.3346 **	0.1521	0.0278

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 31 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de collaboration des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.1070	0.1430	0.4542
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.2014	0.1718	0.2411
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.1730	0.2232	0.4384
Traitement	Quatrième	0.0309	0.1238	0.8028
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.1227	0.1496	0.4122
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.1350	0.1614	0.4030

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 32 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores d'auto-efficacité créative des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.1251	0.1486	0.3997
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.2011	0.1813	0.2673
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.1928	0.2273	0.3965
Traitement	Quatrième	0.4596 ***	0.1368	0.0008
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.6092 ***	0.1693	0.0003
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.2944	0.1894	0.1201

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 33 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de créativité artistique des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.0944	0.1537	0.5392
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.034	0.1832	0.8530
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.0718	0.2372	0.7621
Traitement	Quatrième	0.3057 **	0.1372	0.0258
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.3301 **	0.1675	0.0487
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.5861 ***	0.1874	0.0018

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 34 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores de créativité collaborative des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	0.0943	0.1519	0.5348
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.1558	0.1811	0.3895
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.2942	0.2344	0.2096
Traitement	Quatrième	0.0707	0.1393	0.6121
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.1894	0.1701	0.2657
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.1704	0.1904	0.3708

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 35 • Effets moyens des équipements individuels mobiles sur les scores d'identité créative des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.1704	0.1495	0.2545
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.238	0.1824	0.1920
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.1538	0.2288	0.5013
Traitement	Quatrième	0.3981 ***	0.1410	0.0048
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.5357 ***	0.1745	0.0021
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.2163	0.1952	0.2679

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 36 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de compréhension écrite des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.0384	0.1046	0.7134
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.0095	0.1187	0.9360
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.0963	0.1461	0.5096
Traitement	Quatrième	0.1475	0.1022	0.1488
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.1783	0.1139	0.1176
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.0914	0.1476	0.5360
Traitement	Seconde	0.1424	0.0907	0.1163
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Seconde	-0.1684	0.1041	0.1057
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Seconde	0.1507	0.1358	0.2672

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 37 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de compréhension orale des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.4243 ***	0.0879	0.0000
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.3609 ***	0.1008	0.0003
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.7274 ***	0.1246	0.0000
Traitement	Quatrième	0.5257 ***	0.1104	0.0000
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.5271 ***	0.1231	0.0000
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.7248 ***	0.1588	0.0000
Traitement	Seconde	0.1229	0.0962	0.2013
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Seconde	-0.1995 *	0.1086	0.0661
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Seconde	0.1155	0.1417	0.4148

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 38 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de mathématiques des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	0.1673 *	0.0939	0.0747
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.294 ***	0.1072	0.0061
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.0734	0.1484	0.6209
Traitement	Quatrième	0.7392 ***	0.1091	0.0000
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.9004 ***	0.1226	0.0000
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.059	0.1477	0.6893
Traitement	Seconde	0.3753 ***	0.0879	0.0000
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Seconde	-0.3818 ***	0.1010	0.0002
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Seconde	-0.2619 **	0.1314	0.0462

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 39 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de compétences numériques des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.0596	0.0975	0.5412
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.1106	0.1111	0.3195
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.5774 ***	0.1527	0.0002
Traitement	Quatrième	0.768 ***	0.1128	0.0000
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.9929 ***	0.1266	0.0000
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	0.0022	0.1523	0.9883

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 40 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de collaboration des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.1836	0.1241	0.1390
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.156	0.1418	0.2711
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.1727	0.1768	0.3284
Traitement	Quatrième	0.1986 *	0.1173	0.0904
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.2179 *	0.1319	0.0986
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.2896 *	0.1614	0.0729

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 41 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores d'auto-efficacité créative des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.1095	0.1262	0.3855
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.0248	0.1444	0.8637
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.1839	0.1794	0.3053
Traitement	Quatrième	0.2556 *	0.1372	0.0626
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.3397 **	0.1553	0.0287
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.1239	0.1902	0.5148

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 42 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de créativité artistique des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.0649	0.1303	0.6186
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.0266	0.1480	0.8573
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	0.0805	0.1833	0.6606
Traitement	Quatrième	0.0738	0.1325	0.5777
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.0820	0.1490	0.5821
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.2494	0.1791	0.1638

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 43 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores de créativité collaborative des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.0061	0.1301	0.9625
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.0829	0.1478	0.5747
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.1790	0.1830	0.3282
Traitement	Quatrième	-0.0106	0.1310	0.9358
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.0033	0.1473	0.9819
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.1620	0.1770	0.3601

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

TABLEAU 44 • Effets moyens des classes mobiles sur les scores d'identité créative des élèves selon le type d'établissement scolaire

Covariable	Classe	Coefficients	SD	pvalue
Traitement	Cinquième	-0.0779	0.1261	0.5368
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.1171	0.1443	0.4171
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Cinquième	-0.1262	0.1793	0.4813
Traitement	Quatrième	0.0578	0.1358	0.6704
Traitement x Public hors zone d'éducation prioritaire	Quatrième	-0.1677	0.1537	0.2753
Traitement x Public en zone d'éducation prioritaire	Quatrième	0.0362	0.1882	0.8476

Groupe de référence : privé

Significativité statistique : *** si $p \leq 0.01$, ** si $0.01 < p \leq 0.05$ et

* si $0.05 < p \leq 0.1$

➤ Annexe 5 – Description des indicateurs synthétiques construits à partir des données de l'enquête administrée aux enseignants

TABLEAU 45 • Description des indicateurs synthétiques construits à partir des données de l'enquête administrée aux enseignants

Indicateurs	Description	Si augmentation
Maitrise numérique autodéclarée	Maitrise numérique autodéclarée des enseignants, reposant sur des informations objectives (rôle éventuel de référent numérique et formation initiale liée aux TIC) et des informations subjectives (aisance et connaissance) – concerne uniquement les aspects techniques.	Maitrise plus élevée
Formation continue	Formation continue sur le numérique en relation avec l'enseignement. Il n'y a pas de limite de temps pour cette formation, ce dont il faut tenir compte pour l'interprétation de cet indicateur. Les informations collectées pour construire cet indicateur concernent le type de formation (académique, MOOC, etc.) et le contenu traité (utilisation du numérique, utilisation pédagogique du numérique, outils, etc.)	Nombre plus élevé de formations suivies et de contenus différents abordés en formation
Diversité des équipements à domicile	Équipement numérique des enseignants à domicile. Les questions portent sur les différents types d'équipements dont dispose l'enseignant à son domicile (sans en préciser le nombre ou l'origine, ni s'ils sont partagés avec d'autres membres du foyer).	Grande diversité d'équipements numériques à domicile
Diversité des équipements dans l'établissement scolaire	Diversité des équipements numériques auxquels l'enseignant a accès dans l'établissement scolaire. Les questions portent sur les différents types d'équipements auxquels l'enseignant a accès dans l'établissement sans en préciser le nombre.	Grande diversité d'équipements numériques dans l'établissement scolaire
Outils numériques pour la préparation des enseignements	Fréquence d'utilisation des outils numériques pour la préparation des cours et la création de séquences pédagogiques, par la recherche d'informations en ligne, l'utilisation de ressources numériques, etc. Les élèves ne sont pas toujours amenés à utiliser eux-mêmes les outils numériques lors des séquences.	Fréquence plus élevée
Usage des outils numériques par les élèves	Fréquence d'utilisation des outils numériques par les élèves, en classe de manière autonome ou de manière encadrée, et en dehors de la classe, à la demande de l'enseignant.	Fréquence élevée
Réduction des barrières matérielles	Les obstacles matériels rencontrés par l'enseignant pour l'utilisation du numérique dans son enseignement. Ces obstacles sont liés au manque d'outils, à leur obsolescence ou encore à des problèmes de maintenance.	Faible niveau des barrières
Réduction des barrières personnelles	Les obstacles personnels rencontrés par l'enseignant pour l'utilisation du numérique dans son enseignement. Ces obstacles sont liés à un faible niveau de compétence et à des croyances personnelles négatives concernant le numérique en classe.	Faible niveau des barrières

Efficacité personnelle – connaissance de la technologie et de la pédagogie (TPACK)	Efficacité personnelle de l'enseignant quant à sa maîtrise des outils technologiques afin d'améliorer ses pratiques pédagogiques, notamment en ce qui concerne sa capacité à choisir des outils numériques adaptés aux différentes situations d'enseignement.	Plus grand sentiment d'efficacité personnelle
Efficacité personnelle – connaissance de la technologie, de la pédagogie et du contenu (TPACK)	Efficacité personnelle de l'enseignant pour utiliser les outils technologiques afin d'améliorer à la fois le contenu enseigné et les méthodes utilisées pour l'enseigner. En particulier, la capacité de l'enseignant à choisir et à utiliser des outils numériques pour illustrer le contenu du cours et optimiser l'enseignement.	Plus grand sentiment d'efficacité personnelle
Collaboration entre les enseignants	Fréquence des pratiques collaboratives entre enseignants, non liées au numérique. Ces pratiques collaboratives sont à visée pédagogique et concernent le partage de ressources, l'échange de pratiques pédagogiques, la conception de séances pédagogiques, la conception d'outils communs, etc.	Fréquence plus élevée et plus grande diversité
Diversité dans les activités de collaboration des élèves	La fréquence du travail en groupe chez les élèves est liée à différents types d'activités ayant des objectifs différents, qui ne sont pas liés à la technologie numérique.	Fréquence plus élevée et plus grande diversité
Diversité des échanges collectifs des élèves	Fréquence de mise en œuvre des activités de groupe non numériques, selon différentes modalités de collaboration : travail collectif, interdépendance des informations, interdépendance des rôles.	Fréquence plus élevée et plus grande diversité de modalités
Collaboration entre les élèves	Cet indicateur combine les questions utilisées pour construire les deux indicateurs précédents.	Fréquence plus élevée et plus grande diversité
Collaboration numérique entre les enseignants	Pratiques collaboratives entre enseignants impliquant l'utilisation d'outils numériques. Elles couvrent différents types d'activités pouvant être réalisées collectivement par l'équipe éducative, comme l'évaluation des élèves, la préparation de formations, etc.	Fréquence plus élevée et plus grande diversité de pratiques
Créativité personnelle	Basé sur des items traduits du questionnaire « Short Scale of Creative Self » (Karwowski, Lebeda, Wisniewska et Gralowski, 2013) et se concentrant sur la définition de l'enseignant en tant que personne créative.	Fréquence plus élevée des pratiques créatives
Stratégie pour devenir créatif	Basé également la traduction d'un questionnaire « Use of Creative Cognition Scale » (Rogaten & Moneta, 2013), qui porte sur l'utilisation de techniques et de stratégies pour être créatif.	Fréquence plus élevée des pratiques créatives
Traits de créativité	Basé également la traduction d'une échelle « le Self Report of Creative Traits » (Runco, 2017), qui mesure la personnalité créative des individus à travers des descripteurs de personnalité.	Sens plus élevé de la créativité personnelle
Disposition à l'esprit critique	Met en évidence les tendances caractéristiques des individus faisant preuve d'esprit critique dans le cadre de leurs pratiques professionnelles.	Disposition plus élevée

Pratique de l'esprit critique	Rapporte la fréquence de certains comportements associés à l'esprit critique	Fréquence plus élevée de pratiques
Compétences numériques	Mesure objective qui couvre les domaines suivants : communication, gestion de l'espace de travail, identité numérique, matériel et réseaux.	Compétences plus élevées

➤ Annexe 6 – Description des indicateurs synthétiques construits à partir des données de l'enquête administrée aux chefs d'établissement

TABLEAU 46 • Description des indicateurs synthétiques construits à partir des données de l'enquête administrée aux chefs d'établissement

Indicateurs	Description	Si augmentation
Formation numérique des chefs d'établissement	Cet indicateur concerne la formation numérique des chefs d'établissement au cours des deux dernières années. Cette formation peut porter sur des compétences techniques, pédagogiques ou administratives. Il prend en compte le cadre de la formation suivie (institutionnel ou personnel).	Plus grand nombre de types de formation et de contenus
Usages numériques des chefs d'établissement	Cet indicateur porte sur l'utilisation par les chefs d'établissements de différents équipements, technologies et outils numériques au cours des 12 derniers mois dans leur travail quotidien.	Utilisation plus fréquente d'un plus grand nombre d'équipements et de technologies numériques
Équipement numérique disponible	Cet indicateur indique le niveau d'équipement numérique disponible dans l'établissement. Il porte à la fois sur la diversité de ces équipements et leur quantité.	Plus grand nombre et diversité des équipements numériques
Communication <i>via</i> les outils numériques	Cet indicateur concerne les moyens de communication privilégiés par le chef d'établissement pour communiquer différents types d'informations (administratives, pédagogiques, etc.) aux enseignants, aux familles et aux élèves. On distingue ici la communication <i>via</i> les outils numériques et la communication <i>via</i> d'autres outils, ou l'absence de communication.	Utilisation plus fréquente des outils numériques pour communiquer
Présence d'un personnel dédié au numérique dans l'établissement scolaire	Cet indicateur porte principalement sur la présence d'un ou plusieurs référents ressources numériques et usages (RUPN). S'ils sont présents, les questions portent sur la matière qu'ils enseignent et les actions dont ils sont responsables.	Plus de RUPN et plus d'actions liées au RUPN
Place du numérique dans le projet d'établissement	Cet indicateur concerne les différents outils et actions de pilotage de l'établissement en lien avec le numérique, notamment le volet numérique du projet d'établissement (son élaboration, sa communication et son utilisation).	Plus grand nombre et plus grande diversité d'actions promouvant la place du numérique au collège
Autorisation d'utilisation des outils numériques	Cet indicateur mesure le degré d'autorisation de l'utilisation pédagogique des ordinateurs et des tablettes, avec et sans connexion Internet, au sein du collège. L'autorisation de l'utilisation pédagogique des smartphones est considérée séparément.	Plus grand degré d'autorisation pour l'utilisation pédagogique des équipements numériques
Achat d'équipements numérique	Cet indicateur fait référence aux projets d'achat d'équipements, d'outils et de ressources numériques, ainsi qu'aux personnes impliquées dans ces achats.	Plus grand nombre de projets d'achat et plus grand nombre de personnes impliquées

Formation au numérique des enseignants	Cet indicateur concerne la disponibilité de la formation au numérique pour les enseignants au niveau du collège et les objectifs de cette formation.	Plus de formations disponibles et plus grande diversité
Évaluation des usages numériques	Cet indicateur concerne le type d'évaluation des usages numériques par les enseignants et les élèves (quantifiée ou non) et les indicateurs utilisés pour ces évaluations.	Évaluation quantifiée avec un plus grand nombre d'indicateurs

➤ Annexe 7 – Monographies

Le résumé suivant décrit les principaux résultats de l'étude qualitative conduite par l'équipe de chercheurs de l'Agence Phare, chargée de réaliser un travail monographique en novembre-décembre 2020²¹.

Leur travail d'enquête (entretiens semi-directifs auprès des enseignants et équipes de direction, observations non participantes de temps d'enseignement mobilisant des outils numériques en classe de 4^e et *focus groups* auprès d'élèves de 4^e) a porté sur quatre collèges sélectionnés dans l'échantillon de l'étude quantitative et caractérisés par de fortes disparités en termes d'utilisation du numérique d'un établissement à l'autre.

L'établissement A, qui accueille principalement des élèves issus de milieux favorisés, se distingue par une forte dynamique d'usage du numérique au sein de l'équipe enseignante, favorisée par l'intégration d'un volet numérique dans le projet d'établissement. De plus, il y a une forte adhésion de l'équipe enseignante aux orientations de la direction et à la généralisation de l'accès des élèves aux tablettes individuelles.

L'établissement B, de petite taille et situé en REP, est, quant à lui, sujet à une intégration plus progressive du numérique, favorisée par des dotations continues en matériel numérique (plusieurs classes mobiles, VPI, salles multimédias et ordinateurs en classe) depuis ces dernières années. Cependant, le numérique n'étant pas inscrit dans le projet d'établissement, les chercheurs décrivent de fortes disparités d'usage du numérique parmi les enseignants.

L'établissement C, de taille moyenne avec une majorité d'élèves défavorisés, dispose également d'équipements numériques (10 équipements partagés, un ordinateur et un projecteur interactif (VPI) dans chaque classe, et deux salles informatiques). Cependant, l'usage de ces équipements est très partiel. Cela semble dû à la perception des enseignants selon laquelle les outils numériques nuiraient à la conduite de la classe. Selon l'équipe de direction, une autre explication tient au manque de ressources humaines dédiées à l'intégration des équipements numériques dans les usages pédagogiques, ainsi qu'à des obstacles techniques liés à la mauvaise qualité des équipements et à l'obsolescence des logiciels fournis.

Enfin, l'établissement D, de taille moyenne et à la population d'élèves plutôt favorisée, a connu un changement d'orientation pédagogique avec l'arrivée d'un nouveau chef d'établissement en 2019 qui a rapidement pris la décision d'inclure un volet numérique dans le projet d'établissement. Cependant, malgré la mise à disposition successive d'équipements numériques et d'un nouveau projet pédagogique sur les usages du numérique, les pratiques des enseignants en la matière évoluent peu.

Dans ces établissements, le Plan numérique 2015 ne semble pas avoir favorisé une dynamique collective autour du numérique. Le pilotage des personnels de direction semble avoir eu peu d'impact sur la place et les usages des équipements numériques dans les pratiques numériques des enseignants et des élèves. Il existe plusieurs limites à l'intégration du numérique dans les établissements scolaires. Par exemple, on constate un fort *turn-over* dans deux des quatre établissements étudiés, ce qui n'a finalement pas permis de pérenniser une éventuelle dynamique numérique. Les principaux des quatre établissements sélectionnés ont également regretté le manque de ressources humaines et techniques qui pourraient favoriser le développement de nouvelles pratiques pédagogiques numériques. Enfin, il semble plus facile pour l'établissement équipé de tablettes individuelles d'intégrer l'usage du numérique dans le projet d'établissement que les autres collèges de l'échantillon disposant de classes mobiles, ces derniers préférant privilégier les thématiques éducatives et citoyennes.

²¹ Le rapport complet est disponible en ligne : <https://agencephare.com/missions/college-numerique/>

Malgré ces différences, il existe un socle commun de pratiques pédagogiques numériques parmi les enseignants, qui leur permet principalement de communiquer avec les familles, d'assurer la gestion et le suivi de la classe, de suivre les progrès de leurs élèves, de concevoir et présenter leurs cours. En plus de ces pratiques communes, six profils d'enseignants sont définis par les chercheurs afin de catégoriser les enseignants en fonction de la fréquence de leur utilisation du numérique éducatif et de leur rapport à celui-ci : les « experts techniques », les « experts créatifs », les « opportunistes », les « partagés », les « sceptiques » et les « éloignés » (**tableau 48**).

Les profils décrits sont impactés par le degré de socialisation professionnelle et générationnelle des enseignants ainsi que par le type de dotation. Par exemple, les enseignants identifiés comme étant très créatifs avec le numérique se caractérisent par leur jeune âge et par une forte socialisation générationnelle aux outils numériques. Ils ont des usages fréquents des outils numériques dans leur vie personnelle et parviennent à les transposer dans leur enseignement. Tous les enseignants interrogés déclarent utiliser des ressources numériques pour concevoir leurs cours. Cette capacité à créer et adapter des contenus personnalisés a conduit à une augmentation des approches collaboratives pour partager des ressources sur des plateformes et des réseaux, avec des enseignants extérieurs à leur établissement.

TABLEAU 47 • Description des profils d'enseignants

		Niveau de compétences numériques	Conception de la place du numérique comme	Usage du numérique en classe
Les usagers intensifs	Les « experts techniques »	+++	Une fin en soi	Par l'enseignant et les élèves
	Les « experts créatifs »		Un moyen	
Les usagers occasionnels	Les « opportunistes »	+		Un frein
	Les « partagés »			
Les usagers ponctuels	Les « sceptiques »	+		
	Les « éloignés »	-		

Champ : Enseignants des quatre collèges de l'échantillon des monographies.
Source : Agence Phare

Les usages des élèves sont également caractérisés par un socle commun de pratiques numériques (par exemple, la recherche documentaire et la communication avec l'établissement ou les enseignants *via* leur environnement numérique de travail). L'étude montre également que les effets des équipements numériques mobiles sur les élèves varient sensiblement. Contrairement aux équipements partagés, les tablettes individuelles permettent de réduire le clivage entre les pratiques numériques extrascolaires (récréatives) et les pratiques scolaires. Lorsque le contexte scolaire est favorable, les tablettes individuelles contribuent à renforcer la dynamique de classe qui encourage la participation des élèves ou le travail en groupe. Une amélioration de l'autonomie et des compétences numériques des élèves est également observée lorsque les enseignants intègrent régulièrement les outils numériques dans leurs pratiques.

Enfin, l'équipe d'évaluation souligne le fait que les équipements numériques mobiles favorisent rarement la création de nouvelles dynamiques dans les établissements scolaires. Ces dotations, et plus particulièrement les tablettes individuelles, contribuent essentiellement à renforcer les pratiques préexistantes, notamment dans les établissements qui ont intégré le numérique dans leur projet d'établissement.

BIBLIOGRAPHIE

Agasisti, Tommaso, Maria Gil-Izquierdo, & Seong Won Han. 2020. « ICT Use at Home for School-Related Tasks: What Is the Effect on a Student's Achievement? Empirical Evidence from OECD PISA Data. » *Education Economics* 28 (6): 601–20.

Angrist, Joshua, & Victor Lavy. 2002. « New Evidence on Classroom Computers and Pupil Learning. » *The Economic Journal* 112 (482): 735–65.

Barrera-Osorio, Felipe, & Leigh L Linden. 2009. *The Use and Misuse of Computers in Education: Evidence from a Randomized Experiment in Colombia*. The World Bank.

Barrow, Lisa, Lisa Markman, & Cecilia Elena Rouse. 2009. « Technology's Edge: The Educational Benefits of Computer-Aided Instruction. » *American Economic Journal: Economic Policy* 1 (1): 52–74.

Beltran, Daniel, Kuntal Das, & Robert W Fairlie. 2006. « Do Home Computers Improve Educational Outcomes? Evidence from Matched Current Population Surveys and the National Longitudinal Survey of Youth 1997. » *IZA Discussion Paper No.* 1912.

Beuermann, Diether W, Julian Cristia, Santiago Cueto, Ofer Malamud, & Yyannu Cruz-Aguayo. 2015. « One Laptop Per Child at Home: Short-Term Impacts from a Randomized Experiment in Peru. » *American Economic Journal: Applied Economics* 7 (2): 53–80.

Carter, Susan Payne, Kyle Greenberg, & Michael S Walker. 2017. « The Impact of Computer Usage on Academic Performance: Evidence from a Randomized Trial at the United States Military Academy. » *Economics of Education Review* 56: 118–32.

Chauhan, Sumedha. 2017. « A Meta-Analysis of the Impact of Technology on Learning Effectiveness of Elementary Students. » *Computers & Education* 105: 14–30.

Cheung, Alan CK, & Robert E Slavin. 2013. « The Effectiveness of Educational Technology Applications for Enhancing Mathematics Achievement in k-12 Classrooms: A Meta-Analysis. » *Educational Research Review* 9: 88–113.

Comi, Simona Lorena, Gianluca Argentin, Marco Gui, Federica Origo, & Laura Pagani. 2017. « Is It the Way They Use It? Teachers, ICT and Student Achievement. » *Economics of Education Review* 56: 24–39.

Cristia, Julian, Pablo Ibarra, Santiago Cueto, Ana Santiago, & Eugenio Severin. 2017. « Technology and Child Development: Evidence from the One Laptop Per Child Program. » *American Economic Journal: Applied Economics* 9 (3): 295–320.

De Melo, Gioia, Alina Machado, & Alfonso Miranda. 2014. « The Impact of a One Laptop Per Child Program on Learning: Evidence from Uruguay. » *IZA Discussion Paper No.* 8489.

De Witte, Kristof, & Nicky Rogge. 2014. « Does ICT Matter for Effectiveness and Efficiency in Mathematics Education? » *Computers & Education* 75: 173–84.

Faber, Benjamin, Rosa Sanchis-Guarner, & Felix Weinhardt. 2015. « ICT and Education: Evidence from Student Home Addresses. » National Bureau of Economic Research.

- Fairlie, Robert W. 2005. « The Effects of Home Computers on School Enrollment. » *Economics of Education Review* 24 (5): 533–47.
- Fairlie, Robert W, & Peter Riley Bahr. 2018. « The Effects of Computers and Acquired Skills on Earnings, Employment and College Enrollment: Evidence from a Field Experiment and California UI Earnings Records. » *Economics of Education Review* 63: 51–63.
- Fairlie, Robert W, & Ariel Kalil. 2017. « The Effects of Computers on Children’s Social Development and School Participation: Evidence from a Randomized Control Experiment. » *Economics of Education Review* 57: 10–19.
- Fairlie, Robert W, & Rebecca A London. 2012. « The Effects of Home Computers on Educational Outcomes: Evidence from a Field Experiment with Community College Students. » *The Economic Journal* 122 (561): 727–53.
- Fairlie, Robert W, & Jonathan Robinson. 2013. « Experimental Evidence on the Effects of Home Computers on Academic Achievement Among Schoolchildren. » *American Economic Journal: Applied Economics* 5 (3): 211–40.
- Falck, Oliver, Constantin Mang, & Ludger Woessmann. 2018. « Virtually No Effect? Different Uses of Classroom Computers and Their Effect on Student Achievement. » *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 80 (1): 1–38.
- Fernandez-Gutierrez, Marcos, Gregorio Gimenez, & Jorge Calero. 2020. « Is the Use of ICT in Education Leading to Higher Student Outcomes? Analysis from the Spanish Autonomous Communities. » *Computers & Education* 157: 103969.
- Fiorini, Mario. 2010. « The Effect of Home Computer Use on Children’s Cognitive and Non-Cognitive Skills. » *Economics of Education Review* 29 (1): 55–72.
- Hainmueller, Jens. 2012. « Entropy Balancing for Causal Effects: A Multivariate Reweighting Method to Produce Balanced Samples in Observational Studies. » *Political Analysis* 20 (1): 25–46.
- Hainmueller, Jens, & Yiqing Xu. 2013. « Ebalance: A Stata Package for Entropy Balancing. » *Journal of Statistical Software* 54 (7).
- Hull, Marie, & Katherine Duch. 2017. « One-to-One Technology and Student Outcomes. » *IZA Discussion Paper No. 10886*.
- Karwowski, Maciej, Izabela Lebuda, Ewa Wisniewska, & Jacek Gralewski. 2013. « Big Five Personality Traits as the Predictors of Creative Self-Efficacy and Creative Personal Identity: Does Gender Matter? » *The Journal of Creative Behavior* 47 (3): 215–32.
- Lai, Fang, Renfu Luo, Linxiu Zhang, Xinzhe Huang, & Scott Rozelle. 2015. « Does Computer- Assisted Learning Improve Learning Outcomes? Evidence from a Randomized Experiment in Migrant Schools in Beijing. » *Economics of Education Review* 47: 34–48.
- Malamud, Ofer, Santiago Cueto, Julian Cristia, & Diether W Beuermann. 2019. « Do Children Benefit from Internet Access? Experimental Evidence from Peru. » *Journal of Development Economics* 138: 41–56.
- Malamud, Ofer, & Cristian Pop-Eleches. 2011. « Home Computer Use and the Development of Human Capital. » *The Quarterly Journal of Economics* 126 (2): 987–1027.

Meza-Cordero, Jaime A. 2017. « Learn to Play and Play to Learn: Evaluation of the One Laptop Per Child Program in Costa Rica. » *Journal of International Development* 29 (1): 3–31.

Mishra, Punya, & Matthew J Koehler. 2006. « Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. » *Teachers College Record* 108 (6): 1017–54.

Mora, Toni, Josep Oriol Escardibul, & Giorgio Di Pietro. 2018. « Computer and Students Achievement: An Analysis of the One Laptop Per Child Program in Catalonia. » *International Journal of Educational Research* 92: 145–57.

Muralidharan, Karthik, Abhijeet Singh, & Alejandro J Ganimian. 2019. “Disrupting Education? Experimental Evidence on Technology-Aided Instruction in India » *American Economic Review* 109 (4): 1426–60.

Naik, Gopal, Chetan Chitre, Manaswini Bhalla, & Jothisna Rajan. 2020. « Impact of Use of Technology on Student Learning Outcomes: Evidence from a Large-Scale Experiment in India. » *World Development* 127: 104736.

OECD. 2015. *Students, Computers and Learning: Making the Connection*, PISA, OECD Editions, Paris.

Rogaten, Jekaterina, & Giovanni B Moneta. 2015. « Development and Validation of the Short Use of Creative Cognition Scale in Studying. » *Educational Psychology* 35 (3): 294–314.

Runco, Mark A, Selcuk Acar, & Nur Cayirdag. 2017. « A Closer Look at the Creativity Gap and Why Students Are Less Creative at School Than Outside of School. » *Thinking Skills and Creativity* 24: 242–49.

Schmitt, John, & Jonathan Wadsworth. 2006. « Is There an Impact of Household Computer Ownership on Children’s Educational Attainment in Britain? » *Economics of Education Review* 25 (6): 659–73.

Publications et archives

Retrouvez toutes les publications et archives de la DEPP sur

archives-statistiques-depp.education.gouv.fr

Jeux de données en open data

Retrouvez tous les jeux de données de la DEPP en open data sur

data.education.gouv.fr