

Les performances des élèves de terminale S en physique

Évolution sur vingt ans

■ En mai 2015, 4 000 élèves de terminale S ont participé aux épreuves de physique de l'étude TIMSS Advanced, ainsi que des élèves ciblés dans huit autres pays comme suivant un enseignement avancé de physique à la fin du secondaire. Ces élèves représentent 21,5 % d'une classe d'âge en France, c'est la population la plus importante en proportion (contre environ 5 % aux États-Unis ou en Russie). En physique, la France se situe dans le dernier groupe du classement, en baisse par rapport à 1995 mais avec des résultats très contrastés suivant le domaine cognitif considéré. Les élèves déclarant vouloir poursuivre leurs études dans le domaine de la physique, ou vouloir faire une CPGE scientifique affichent de meilleures performances et rejoignent les performances du groupe médian. Cette plus grande hétérogénéité de la filière, constituée d'élèves ayant une véritable vocation scientifique et d'élèves ayant moins d'appétence pour les mathématiques, ainsi que des programmes scolaires moins en phase avec les items de l'évaluation sont autant de facteurs à prendre en compte pour tenter d'expliquer ce classement.

Sophie Edouard, Marion Le Cam,
DEPP-B2

■ Depuis 1995, sous l'égide de l'IEA, l'évaluation internationale TIMSS Advanced (*Trends in International Mathematics and Science Study* ou Étude de l'évolution des acquis internationaux en mathématiques et en sciences) évalue les connaissances des élèves en mathématiques et en physique à la fin de leur scolarité dans l'enseignement secondaire. Les élèves ciblés par l'étude se destinent à une poursuite d'études supérieures et à des carrières scientifiques, technologiques, d'ingénieur ou de mathématiques (STEM). Ces élèves ont reçu la meilleure offre de formation scientifique dans leur pays avant d'entrer dans l'enseignement supérieur et correspondent aux prochaines générations de scientifiques et d'ingénieurs. Selon les pays, en fonction de la spécificité des filières visées, les élèves évalués en mathématiques et ceux évalués en physique ne sont pas nécessairement les mêmes. En France, depuis 1995, les élèves de terminale de la voie générale en série scientifique (terminale S) constituent la population cible de TIMSS Advanced, pour les mathématiques et pour la physique. En 2015, l'étude portant sur la physique a concerné 9 pays : États-Unis, France,

Italie, Liban, Norvège, Portugal, Fédération de Russie, Slovénie, Suède. Un échantillon représentatif dans chaque pays a passé l'évaluation. En outre, des questionnaires de contexte permettent de croiser la performance en physique avec des informations relatives à l'origine sociale ou aux attitudes des élèves ainsi qu'à leur établissement scolaire et leurs enseignants.

Pour la France, les résultats sont à mettre au regard de la population d'élèves concernés

Contrairement aux enquêtes TIMSS 4 ou PISA, TIMSS Advanced n'évalue pas l'exhaustivité des élèves à un niveau d'études ou à un âge donné. Ainsi en regard des scores globaux, est calculé le taux de couverture qui varie de 3,9 % à 21,5 %, correspondant à la proportion des élèves suivant un enseignement avancé de physique à la fin du secondaire, par rapport à l'effectif total de la cohorte de même âge. La France a retenu l'ensemble des élèves de terminale S. Le taux de couverture de cette cohorte d'âge est de 21,5 %, ce qui

Directrice de la publication :

Fabienne Rosenwald

Secrétaire de rédaction :

Marc Saillard

Maquettiste :

Anthony Fruchart

Impression :

DEPP/DVE

e-ISSN 2431-7632

Département de la valorisation
et de l'édition

61-65, rue Dutot

75732 Paris Cedex 15

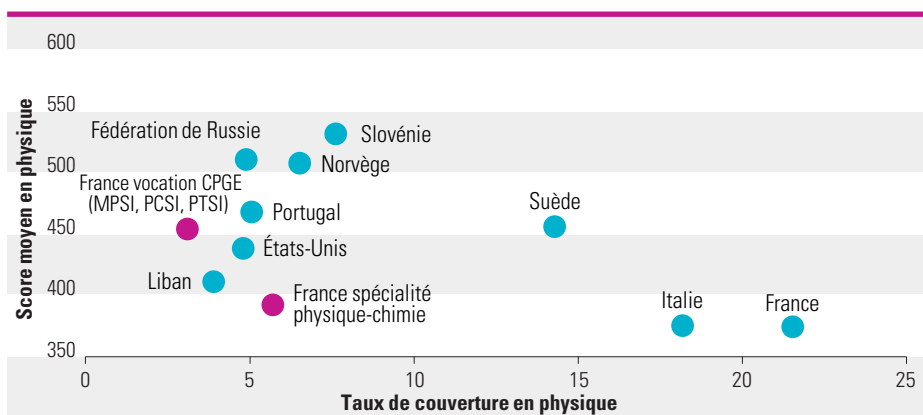
correspond au taux de couverture le plus important de l'étude TIMSS Advanced 2015 ; il est proche de celui de l'Italie (18,2 %). Ces deux pays ont fait le choix de démocratiser l'enseignement des sciences et d'offrir à un grand nombre d'élèves un enseignement de physique avancé. La position de la Suède avec un taux de couverture de 14,3 % illustre une position intermédiaire. À l'opposé, on trouve un groupe de six pays avec des taux de couverture compris entre 7,6 % et 3,9 % ayant fait le choix de réserver l'enseignement de physique à une élite plus restreinte.

Avec également des taux de couvertures faibles, trois sous-ensembles d'élèves français peuvent être distingués :

- ceux ayant choisi la spécialité Physique-chimie en terminale S (plus d'un quart des élèves de terminale S, soit un taux de couverture de 5,7 %) ;
- ceux ayant choisi la spécialité Mathématiques en terminale S (près d'un quart des élèves de terminale S, soit un taux de couverture de 4,9 %) ;
- et ceux souhaitant intégrer une CPGE scientifique (MPSI, PCSI, PTSI) l'année suivante (près d'un élève de terminale S sur sept, soit un taux de couverture de 3,1 %).

S'agissant des performances, notons tout d'abord que les scores globaux de TIMSS Advanced sont sujets à une incertitude statistique dépendant principalement de l'erreur de mesure liée aux échantillons utilisés. De ce fait, en bas du classement les scores globaux de la France (373) et de l'Italie (374) ne sont pas statistiquement différents, de même qu'en haut du classement les scores globaux de la Fédération de Russie (508) et de la Norvège (507) sont eux aussi statistiquement équivalents. On peut séparer les pays participants en trois groupes : en tête, un groupe constitué par la Slovénie, la Fédération de Russie et la Norvège ; puis un groupe médian avec le Portugal (467), la Suède (455), les élèves français souhaitant intégrer une CPGE (453), les États-Unis (437), le Liban (410), les élèves français ayant choisi la spécialité Mathématiques (412) et ceux ayant choisi la spécialité Physique-chimie (391) ; enfin un dernier groupe constitué par la France (373) et l'Italie (374) (FIGURE 1).

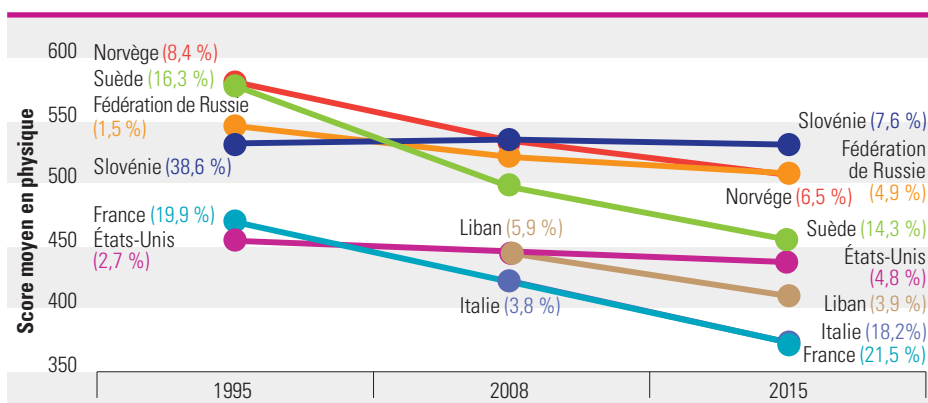
1 – Score moyen en physique selon le taux de couverture



Lecture : un taux de couverture (en pourcentage) par pays est calculé qui correspond à la proportion des élèves ciblés par l'étude par rapport à l'effectif total de la cohorte de même âge. En France en 2015, le taux de couverture de cette cohorte d'âge est de 21,5 %. Le score de ces élèves est de 373.

Sources : TIMSS Advanced 2015, IEA / MENESR-DEPP

2 – Différence de performance en physique depuis 1995



Lecture : un taux de couverture (en pourcentage) par pays est calculé, qui correspond à la proportion des élèves ciblés par l'étude par rapport à l'effectif total de la cohorte de même âge. En France en 2015, l'âge moyen des élèves en terminale S est de 18 ans, le taux de couverture de cette cohorte d'âge est de 21,5 % en 2015, contre 19,9 % en 1995. Le score de ces élèves est de 373 en 2015, contre 469 en 1995.

Sources : TIMSS Advanced 2015, IEA / MENESR-DEPP

1995-2015 : la plupart des pays en baisse

TIMSS Advanced a été réalisée trois fois en 20 ans : en 1995, en 2008 (sans la France) et en 2015, la comparabilité des scores nationaux entre les cycles étant assurée (FIGURE 2). Sur les 8 pays concernés par l'évolution temporelle sur 20 ans ou sur 7 ans, tous observent une baisse de leur score global sauf la Slovénie pour laquelle le score reste stable sur 20 ans, mais avec une forte diminution de son taux de couverture.

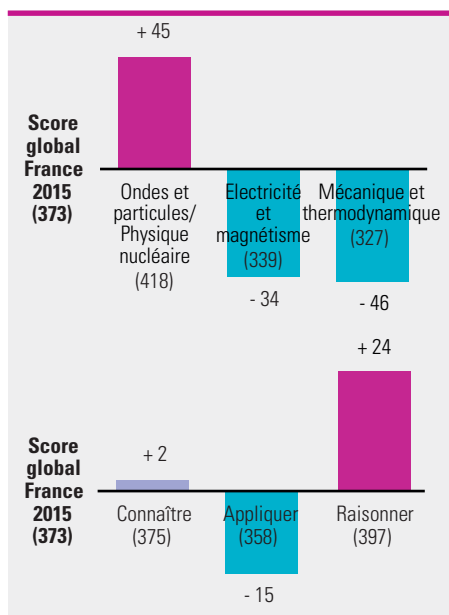
En se limitant à une comparaison des résultats de 1995 à 2015, la Suède est le pays qui accuse la plus forte baisse (- 123 points), mais la France (- 96 points), la Norvège (- 74 points) et la Fédération de Russie (- 38 points) accusent elles aussi une baisse significative du score en phy-

sique. Cette baisse n'est pas significative pour les États-Unis (-16 points). Notons qu'il n'est pas possible de distinguer les évolutions selon la spécialité ou les choix d'orientations car ces éléments ne sont pas disponibles dans l'enquête de 1995.

TIMSS Advanced n'est pas entièrement couverte par le programme français

Le cadre de TIMSS Advanced est conçu d'après le plus petit dénominateur commun des programmes des classes ciblées dans tous les pays concernés par l'étude. La France est le pays participant à l'étude pour lequel le programme national couvre le moins le programme défini pour l'évaluation TIMSS Advanced physique 2015. Ceci de manière générale, soit 15 sujets

3 – Profil de performance de la France selon les champs disciplinaires et les domaines cognitifs en physique (TIMSS Advanced 2015)



Lecture : en 2015, le score global de la France est de 373. Il est de 375 dans le domaine Connaître, de 358 dans le domaine Appliquer et de 397 dans le domaine Raisonner.

Sources : TIMSS Advanced 2015, IEA / MENESR-DEPP.

enseignés sur 22, mais surtout dans les deux domaines suivants : Mécanique et thermodynamique (5/9), et Électricité et magnétisme (3/6). La partie Ondes et particules, physique nucléaire est, quant à elle, bien couverte par les programmes français (7/7). À l'inverse, l'introduction à la mécanique relativiste, enseignée en classe de terminale S en France, n'est pas au programme de l'évaluation TIMSS Advanced. De manière assez logique, on retrouve (FIGURE 3) que les élèves français ont de meilleurs résultats lorsque le programme de l'évaluation est couvert par le programme national, c'est-à-dire pour la partie Ondes et particules, physique nucléaire avec un score moyen de 418 où la différence par rapport au score global est significativement importante (+ 45 points). On peut aussi noter la moins-value pour les parties Mécanique et thermodynamique (- 46 points) ainsi qu'en Électricité et magnétisme (- 34 points). En ce qui concerne la partie cognitive, les activités proposées aux élèves, sous forme de questionnaire à choix multiples ou de questions ouvertes, sont classées en trois domaines généraux : « connaître » (30 %), « appliquer » (40 %) et « raisonner » (30 %).

4 – Scores et intervalles interquartiles depuis 1995

| Pays | 2015 | | | 1995 | | |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | 1 ^{er} quartile | 3 ^e quartile | Intervalle inter-quartile | 1 ^{er} quartile | 3 ^e quartile | Intervalle inter-quartile |
| États-Unis | 357 | 522 | 165 | 384 | 459 | 75 |
| Fédération de Russie | 427 | 592 | 165 | 468 | 619 | 151 |
| France | 311 | 434 | 123 | 423 | 509 | 86 |
| Italie | 286 | 465 | 179 | | | |
| Liban | 348 | 476 | 128 | | | |
| Norvège | 443 | 577 | 134 | 517 | 646 | 129 |
| Portugal | 412 | 522 | 110 | | | |
| Slovénie | 468 | 596 | 128 | 457 | 598 | 141 |
| Suède | 380 | 537 | 157 | 511 | 634 | 123 |

Lecture : en 2015, en France, le quart des élèves les moins performants ne dépassaient pas le score de 311 (1^{er} quartile), tandis que le quart des élèves les plus performants dépassaient le score de 434 (3^e quartile). L'intervalle interquartile, qui est une mesure de dispersion des résultats, est donc de 123 (434 - 311) en 2015 en France.

Sources : TIMSS Advanced 2015, IEA - MENESR-DEPP.

Les élèves français sont meilleurs dans la compétence « raisonner » et ceci de manière significativement plus importante (+ 24 points) que pour les autres pays, surtout pour les deux pays ayant un score élevé comme la Fédération de Russie (- 15 points) et la Slovénie (- 17 points), mais on peut aussi noter une moins-value importante pour le Liban (- 35 points) sur cette compétence.

Cette plus-value sur le score pour la partie « raisonner » s'accompagne d'une moins-value sur la partie « appliquer » (- 15 points en France) à comparer avec la Norvège (- 23 points) et les États-Unis (- 17 points). Cette moins-value française sur le score global de la partie « appliquer » est très liée aux items qui sont couverts ou non par le programme français.

Une dispersion des scores limitée en France

En comparant l'écart de scores entre les élèves les plus performants et les élèves les moins performants pour les 9 pays participant à l'étude (FIGURE 4), on remarque que cet écart est limité en France, de même qu'au Liban et au Portugal que l'on peut classer dans un groupe de pays « égalitaire ». On peut surtout remarquer que cette dispersion des scores est beaucoup plus importante en Italie, qui a un score et une population comparables à celle de la France. Elle est aussi importante pour des pays comme la Suède, la Fédération de Russie et les États-Unis que l'on pourrait regrouper dans un groupe de pays « élitiste ».

Filles et garçons : un écart de performance important en France

En 20 ans, hormis les États-Unis et la Fédération de Russie où la tendance est inverse, la plupart des pays ont évolué vers plus de parité en termes d'effectifs des filles et des garçons dans la population évaluée. En France, en terminale S, le ratio est passé de 37 filles pour 63 garçons en 1995 à 47 filles pour 53 garçons en 2015. Les pays plus « élitistes » avec un taux de couverture moins important, comme le Liban ou la Fédération de Russie ne sont pas ceux ayant le déficit de filles le plus important : en effet, le pays avec le plus faible ratio filles-garçons est le Portugal, avec 25 filles pour 75 garçons. En moyenne, les garçons réussissent mieux l'évaluation de physique que les filles, sauf au Liban (FIGURE 5). Les États-Unis et la France sont les pays où la différence est la plus grande.

Des poursuites d'études dans les filières scientifiques moins fréquentes qu'il y a 20 ans

La comparaison sur 20 ans des inscriptions dans l'enseignement supérieur des titulaires du baccalauréat S montre que seulement 43 % d'entre eux choisissent une poursuite d'études scientifiques (hors Santé) à la rentrée 2015. C'était le cas pour 61 % d'entre eux il y a 20 ans¹. Le questionnaire de contexte,

1. LEMAIRE S., « Les bacheliers S : des poursuites d'études de plus en plus dispersées », Note d'Information, 12.10, MESR, août 2012.

5 – Performances des filles et des garçons en physique par pays (2015)

| Pays | Score des filles | Score des garçons | Différence en valeur absolue | Différence en % d'écart type |
|----------------------|------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|
| États-Unis | 409 | 455 | 46 | 39,0 |
| Fédération de Russie | 498 | 514 | 16 | 13,4 |
| France | 354 | 390 | 35 | 41,7 |
| Italie | 356 | 389 | 32 | 25,4 |
| Liban | 417 | 406 | 11 | 11,7 |
| Norvège | 489 | 515 | 26 | 26,0 |
| Portugal | 456 | 470 | 14 | 16,9 |
| Slovénie | 510 | 540 | 30 | 30,6 |
| Suède | 448 | 459 | 11 | 9,3 |

Lecture : en 2015, en France, le score des filles était de 354 contre 390 pour les garçons. Cette différence de 35 points correspond à 41,7 % de l'écart type des scores. Sources : TIMSS Advanced 2015, IEA / MENESR-DEPP.

7 – Répartition des performances des élèves de France selon la spécialité (2015)

| Spécialité | % de la population de l'échantillon | Score physique TIMSS Advanced | Écart type |
|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------|
| Mathématiques | 22,6 | 412 | 90 |
| Physique-chimie | 26,7 | 391 | 85 |
| Science de la vie et de la Terre | 38,0 | 339 | 80 |
| Informatique et sciences du numérique | 9,0 | 363 | 88 |

Lecture : en 2015, 22,6 % des élèves de l'échantillon (terminale S) ont choisi la spécialité « Mathématiques ». Leur score moyen est de 412. Sources : TIMSS Advanced 2015, IEA / MENESR-DEPP.

qui accompagnait le questionnaire cognitif, nous permet de mieux connaître cette population de terminale S déclarant vouloir poursuivre, entre autres choix, des études en physique (FIGURE 6). De manière assez attendue, nous retrouvons dans les 9 pays participant à l'étude, excepté la Norvège, un score moyen en physique plus élevé pour les étudiants déclarant souhaiter poursuivre leurs études dans le domaine de la physique. En France, le score est de 442 points pour ces élèves ; il est de 429 points pour une poursuite en mathématiques, 407 points pour une poursuite en chimie, 360 points pour une poursuite d'études en biologie ou médecine.

Les élèves visant une CPGE scientifique rejoignent le groupe médian

Nous avons aussi ajouté au questionnaire élèves des questions nationales sur le type de spécialité choisie, ainsi que sur le choix d'une orientation en CPGE scientifique (FIGURE 7). Les élèves ayant choisi une spécialité Mathématiques ont un score significativement plus élevé (412) que les élèves ayant choisi une spécialité Physique-chimie (391) et surtout que ceux ayant choisi une spécialité SVT (339). Mais la différence de score est encore plus importante entre ceux qui envisagent une MPSI, une PCSI, ou une PTSI (453) et ceux qui ne se destinent

6 – Proportion et performance des élèves se destinant à des études de physique par pays (2015)

| Élèves se destinant (entre autres choix) à des études de physique | | | |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------|
| Pays | % de la population cible | % de la cohorte d'âge | Score moyen |
| États-Unis | 23 | 1,1 | 496 |
| Fédération de Russie | 40 | 2,0 | 546 |
| France | 15 | 3,2 | 442 |
| Italie | 6 | 1,1 | 491 |
| Liban | 17 | 0,8 | 427 |
| Norvège | 41 | 2,6 | 550 |
| Portugal | 23 | 1,2 | 520 |
| Slovénie | 18 | 1,4 | 556 |
| Suède | 15 | 2,1 | 527 |

Lecture : en 2015, en France, 15 % des élèves de terminale S déclarent se destiner à des études de physique, ce qui correspond à 3,2 % de l'ensemble de la classe d'âge considérée. Ces élèves affichent un score moyen de 442.

Sources : TIMSS Advanced 2015, IEA - MENESR-DEPP.

pas à faire une CPGE scientifique (357). Un échantillon supplémentaire d'élèves de MPSI, de PCSI, ou de PTSI en fin de première année a par ailleurs été soumis au test TIMSS Advanced en 2015. Les résultats seront publiés ultérieurement. ■

en savoir plus

- LECOQ S., MURAT F., « Les connaissances en mathématiques et en physique des élèves de terminale scientifique », *Note d'Information*, 96.50, MENESR-DEP, 1996.
- Les rapports internationaux, en anglais, sur le site Internet de l'étude : <http://timss.bc.edu/>

www.education.gouv.fr/statistiques
depp.documentation@education.gouv.fr

MÉTHODOLOGIE

Échantillon

En France, l'enquête TIMSS Advanced porte sur un échantillon de 281 classes de terminale scientifique de 144 établissements, représentatif de la France métropolitaine. Dans chaque classe, la moitié des élèves participait à l'épreuve de mathématiques et l'autre moitié à l'épreuve de physique, soit au final 3 967 élèves ayant passé l'épreuve en mathématiques et 3 958 élèves ayant passé l'épreuve en physique.

Procédures de passation

Cette évaluation standardisée est de type « papier-crayon ». Elle est fondée sur la technique des « cahiers tournants », 6 cahiers différents en physique qui ménagent des parties communes. Chaque élève dispose de 90 minutes pour répondre au cahier qui lui est attribué aléatoirement. Ce procédé

permet de tester l'équivalent de 4,5 heures d'évaluation dans chaque discipline sans allonger le temps de passation individuel.

Construction des scores

L'étude utilise des modèles statistiques de réponse à l'item (MRI). Cette approche permet de distribuer les performances des élèves sur une même échelle même si, individuellement, ils ont répondu à des questions différentes. Lors du premier cycle de l'étude, la moyenne internationale a été fixée à 500 et l'écart type à 100. Pour permettre les comparaisons temporelles, les résultats des cycles suivants ont été distribués sur cette échelle.

Codages

Les épreuves ont été codées par un groupe d'enseignants formés à cette tâche, en suivant des consignes internationales strictes. Dans chaque pays, un lot de cahiers a subi un double codage permettant de vérifier le degré d'accord inter-correcteurs. ■