

Filles et informatique : qu'en est-il du concours Castor ?*

Françoise Tort¹, Béatrice Drot-Delange², Mattias Mano¹

francoise.tort@ens-cachan.fr, beatrice.drot-delange@univ-bpclermont.fr, mattias.mano@ens-cachan.fr

¹STEF - ENS Cachan et IFéENS Lyon,

²ACTé, Université Clermont Auvergne, Université Blaise Pascal

Résumé. On constate toujours en France, comme dans de nombreux pays, un déficit des jeunes filles dans les filières de formation scientifiques et techniques, et tout particulièrement en informatique. Afin de faire évoluer cette situation, il est nécessaire de faire connaître l'informatique le plus tôt possible aux filles, si possible en contexte scolaire, et en leur offrant une expérience positive de découverte et de réussite. Le concours Castor, conçu pour faire découvrir l'informatique aux jeunes, peut contribuer à cet objectif. Notre communication présente une analyse statistique des données recueillies lors des passations du concours Castor des trois dernières années (490 000 candidats cumulés) afin d'étudier ce que les réussites comparées des filles et des garçons révèlent et d'évaluer dans quelle mesure le concours peut atteindre son objectif de promotion de l'informatique auprès des jeunes filles.

Mots-clés: données massives, traces, littérature, stéréotype, genre

Introduction

Dans de nombreux pays, dont la France (Baron et al., 2015), l'informatique est restée longtemps absente de l'enseignement obligatoire, même si des évolutions récentes tendent à l'introduire dans les curricula. Par exemple, en France, un enseignement d'informatique sera introduit à partir de la rentrée 2016, au collège, en mathématique et en technologie. Au lycée, l'algorithmique est au programme de mathématique de la classe de seconde depuis 2010, et un enseignement optionnel est proposé en filière scientifique depuis 2011. Dès lors, les rapports au savoir informatique se construisent plutôt à la maison, et plutôt autour des usages numériques. A l'image de ce qui semble se réaliser en technologie (Roustan-Jalin et al., 2002), ces rapports au savoir risquent plus fortement d'être influencés par des stéréotypes de sexe. Dès lors, un certain nombre de travaux (Armoni et Gal-Ezer, 2014) insiste sur la nécessité de faire connaître l'informatique le plus tôt possible aux filles, en contexte scolaire, pour leur permettre d'envisager des poursuites d'études et des carrières dans ce domaine.

De nombreuses initiatives existent de par le monde hors temps scolaire, parfois ciblées uniquement sur les filles, pour pallier les carences du système éducatif en la matière (Bell et al., 2011 ; Hulsey et al., 2014 ; Mosatche et al., 2013 ; Webb et Rosson, 2011). Le concours Castor se distingue de ces initiatives en étant proposé sur le temps scolaire. Il peut participer à la promotion de l'informatique auprès des filles de deux manières. D'une part, en mettant en œuvre des conditions d'organisation qui garantissent que les filles aient les mêmes chances que les garçons d'y participer. D'autre part, en proposant des exercices que les filles réussissent aussi bien que les garçons, qui leur plaisent et leur permettent de construire une image de l'informatique et un rapport à l'informatique positifs.

Y parvient-il ? Une étude récente a comparé les résultats des garçons et des filles au concours castor lituaniens (Dagiene et al., 2015). Les auteures constatent qu'un écart se creuse entre les taux de réussite des filles et des garçons avec l'âge, et que sur 84 problèmes étudiés, seulement 4 problèmes présentent un taux de réussite des filles supérieur à celui des garçons de plus de 5 points, contre 14 problèmes pour lesquels c'est le taux de réussite des garçons qui dépasse de plus de 5 points celui des

* Cette recherche bénéficie du soutien financier de l'Agence Nationale de la Recherche, dans le cadre du projet TRANSLIT.

filles (et même de plus de 10 points pour 4 problèmes). Que signifient ces écarts ? Quels impacts peuvent-ils avoir sur l'image du concours construite par les jeunes gens et jeunes filles ? Nous avons souhaité étudier l'existence de tels écarts sur les données du concours français. Il est alors apparu nécessaire de vérifier si les populations d'élèves filles et garçons qui participent au concours étaient comparables.

Ainsi, afin d'évaluer dans quelle mesure le concours Castor peut atteindre cet objectif de promotion de l'informatique auprès des jeunes filles, nous répondrons à trois questions :

- Les filles ont-elles autant de chance que les garçons de participer au concours ?
- Comment les filles et les garçons réussissent le concours selon leurs niveaux de classe ? Selon qu'ils sont seuls ou à deux ?
- Y a-t-il des exercices pour lesquels les filles et les garçons ont des résultats significativement différents ?

Après avoir rappelé le contexte et les données collectées, nous présenterons les résultats obtenus.

Contexte et collecte des données

Le concours Castor a pour objectif de promouvoir la science informatique auprès des plus jeunes, dans un contexte où elle est peu, voire pas, présente dans les programmes scolaires. Créé en 2004 en Lituanie, il est organisé aujourd'hui dans plus de 20 pays. Organisé en France depuis 2011, il a touché plus de 530.000 élèves cumulés sur quatre ans. Pendant une semaine en novembre, des élèves de collèges et lycées, seuls ou en binômes, disposent de 45 minutes pour résoudre de petits problèmes proposés en ligne. Il s'agit de petits exercices interactifs, qui nécessitent de raisonner sur des objets utilisés en informatique ou de créer et mettre en œuvre des stratégies systématiques, relevant de l'algorithmique. Le concours est décliné sur 4 niveaux, de la classe de 6ème jusqu'à la terminale. Sa passation est organisée et encadrée par les équipes enseignantes, sur le temps scolaire.

Les exercices proposés sont conçus pour faire découvrir les concepts, méthodes et principes propres à la science informatique mais aussi de façon à être accessibles à des élèves qui n'ont pas de prérequis dans ce domaine (Tort et Dagiene, 2012). Les exercices ne sont pas conçus pour mesurer des savoirs ou des compétences acquis, ils ne correspondent à aucune forme canonique scolaire. Ils ont tous la forme de courts énoncés de problèmes à résoudre, comportant souvent des images ou des diagrammes, et des artefacts interactifs plus ou moins complexes. Beaucoup ont la forme de petits jeux interactifs. La manière de résoudre le problème n'est pas explicitée et doit être découverte et construite par le candidat.

Différentes informations sont mémorisées via la plate-forme de passation du concours dans une base de données. Elles sont recueillies lors des inscriptions faites par les enseignants, puis lors de la passation du concours par les élèves. Les données ont un format homogène depuis trois ans (2012 à 2014). Nous avons réalisé le retraitement et l'analyse des données à l'aide du logiciel R.

Pour cette étude, les informations extraites, pour les trois dernières années, sont :

- pour chaque équipe, son niveau de classe (sixième, cinquième, ..., terminale), le concours qu'elle a passé (6e-5e, 4e-3e, 2de, 1ère-Term), des informations sur son établissement scolaire (nom, code, académie, adresse), son groupe de passage (créé par l'enseignant), la taille de l'équipe (1 ou 2 participants), le sexe déclaré par chacun des participants (fille, garçon).
- pour chaque équipe et chaque question : la réponse choisie par l'équipe, et le score obtenu.
- pour chaque question : le concours dans lequel elle est proposée, et pour chaque concours les différents scores possibles (score de la bonne réponse, score d'une réponse estimée moins bonne et score d'une mauvaise réponse).

Nous n'étudions que les participants au concours sur le territoire français et les domaines et territoires d'outre-mer, soit 436 786 participants cumulés sur les 3 années. Cela exclut de l'étude les participants des établissements français à l'étranger, pour lesquels les conditions de passage et les situations socio-économiques sont difficilement comparables aux situations en France.

Chaque épreuve comporte de 17 à 18 questions. Les scores possibles sont variables selon les questions, leurs valeurs n'ont pas de signification particulière. Ils tiennent cependant compte de la difficulté de la question, estimée par les concepteurs. Certaines questions ont des scores négatifs pour les mauvaises réponses, d'autres ont des scores intermédiaires pour des réponses moins valorisées que la réponse attendue. En 2014, la proportion de questions avec des scores intermédiaires est plus forte que les années précédentes.

Résultats

Les filles ont-elles autant de chance que les garçons de participer au concours ?

Depuis sa création en 2011, le taux de filles parmi les participants au concours Castor français a toujours été supérieur à 47 %. En 2014, le taux moyen de filles participantes aux concours dans les différents pays organisateurs s'élève à plus de 40%. Ce taux élevé est dû au fait que le concours est organisé dans le cadre scolaire fondé sur la mixité, et que le plus souvent le concours est proposé comme une activité obligatoire (Tort et al. 2013). Toutefois, l'étude des taux de participation par niveau de classe fait apparaître des différences. Ce taux est calculé en rapportant les chiffres de participation aux concours aux effectifs de collégiens et lycéens nationaux (cf. tableau 1). Pour chaque niveau de classe, le taux de participation des collégiennes est très légèrement supérieur à celui des collégiens. En revanche, le taux de participation des lycéennes est plus faible que celui des lycéens, cet écart se creusant avec le niveau de classe (seconde, première et terminale). Ainsi, les collégiennes ont les mêmes chances de participer au concours Castor que les collégiens ; ce n'est pas le cas pour les lycéennes.

Tableau 1 : Taux de participation nationale par niveau et par sexe au Castor 2014
Source : calcul à partir des effectifs de l'éducation nationale MENR-DEPP - 2014

| niveau de classe | % des filles scolarisées ayant participé au concours | % des garçons scolarisés ayant participé au concours | % des jeunes scolarisés ayant participé au concours |
|------------------|--|--|---|
| 6ème | 6,17 | 6,15 | 6,16 |
| 5ème | 5,62 | 5,57 | 5,6 |
| 4ème | 4,57 | 4,44 | 4,5 |
| 3ème | 4,4 | 4,28 | 4,34 |
| 2nde | 2,99 | 3,56 | 3,26 |
| 1ère | 1,33 | 2,22 | 1,74 |
| Term. | 0,8 | 2,01 | 1,35 |

Comment expliquer le moindre accès des lycéennes au concours ? Le lycée se caractérise par une spécialisation des élèves par filière. Les enseignements sont contraints par cette spécialisation mais aussi par l'examen de fin de cycle que représente le baccalauréat. Les enseignants sélectionnent les activités offertes aux élèves selon ce double critère. La proposition de participer à un concours d'informatique sera donc plutôt faite dans les filières scientifiques et techniques, pour lesquelles même si l'informatique n'est pas au programme, ses modes de raisonnements et ses sujets sont proches des disciplines enseignées. Les données disponibles sur les inscriptions au concours Castor ne comportent pas la filière des élèves de lycée. Cependant, une enquête réalisée auprès des enseignants organisateurs du concours de 2012 avait montré que les enseignants de lycées disaient majoritairement avoir sélectionné certaines de leurs classes et que le critère le plus invoqué était la

spécialité scientifique (Tort et al, 2013). De plus, on pouvait estimer que près d'un quart des enseignants organisateurs en 2012 intervenaient dans la filière "Science et technique pour l'ingénieur". Or, les filières scientifiques et techniques sont caractérisées par un plus faible taux de filles que de garçons. On compte, en 2014, 45,5% de filles en terminale Scientifique (S) et 6,5% de filles en terminale Sciences et techniques de l'industrie et du développement durable (STI2D).

Notons que le taux de participation au concours des filles augmente très légèrement d'une année sur l'autre. Cela peut s'expliquer par une augmentation de la participation au concours des classes de seconde, non spécialisées, et d'autres filières plus féminisées comme la filière économique et social (SES), la filière littéraire (L) ou des filières technologiques tertiaires (comme STMG).

Les organisateurs du concours Castor ont raison de miser sur la mixité en milieu scolaire pour toucher le plus de filles possible. Cela fonctionne plutôt bien au collège où le principe d'un même enseignement obligatoire pour tous les élèves encourage les enseignants à offrir les mêmes activités à tous. Mais, cela fonctionne moins bien au lycée général, caractérisé par la spécialisation des domaines d'apprentissage des élèves. Le taux de féminisation des filières scientifique et technique est plus faible. L'informatique étant associée aux mathématiques et à la technologie, le concours a plus de succès dans ces filières et touche de ce fait moins les filles.

Comment les filles et les garçons réussissent le concours selon leurs niveaux de classe ?

La section précédente a montré que la population des participant(e)s des concours du niveau lycée est sans doute sélectionnée selon des critères variables que nous ne connaissons pas. Dès lors, il est difficile de pouvoir interpréter les observations faites sur le niveau lycée. C'est pourquoi, dans la suite, nous concentrons l'étude sur le niveau collège.

Nous avons choisi de mesurer la réussite au concours par le pourcentage de bonnes réponses par équipe, calculé par le nombre de questions bien répondues, rapporté au nombre de questions du concours (variable selon le niveau de concours). Nous obtenons ainsi un score de réussite entre 0 et 100 dont nous étudions la distribution, pour chaque année du concours (2012, 2013 et 2014), pour différentes sous-populations : garçons seuls, filles seules, garçons en binôme, filles en binôme, équipes mixtes.

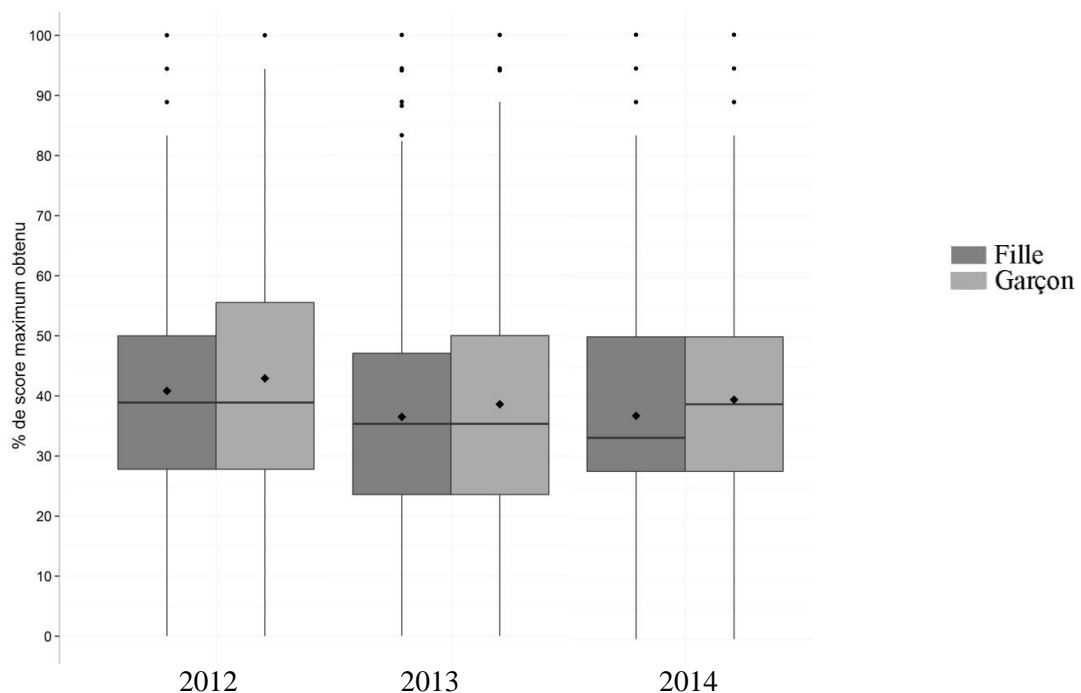


Figure 1. Dispersion des scores pour les filles seules et les garçons seuls aux concours Castor sur les niveaux collège en 2012, 2013 et 2014. Les points représentent les scores moyens.

La tendance générale, pour chaque année, est que tous les indicateurs de distribution des scores de réussite des garçons sont légèrement supérieurs à ceux des filles (figures 1 et 2). Les écarts sont tous statistiquement significatifs (test chi-2 : p-value < 0,05). L'écart est cependant faible. En 2014, par exemple, le score moyen des garçons est supérieur à celui des filles de 2,63 points. Exprimé en nombres d'exercices réussis sur 18 proposés, cela fait un écart de moins d'un exercice.

Les distributions des scores obtenus sur les différentes sous-populations montrent que les filles seules obtiennent des scores plus faibles que les garçons seuls (figure 1). On constate également que la dispersion (mesurée par l'écart interquartile) tend à s'homogénéiser : l'écart augmente pour les filles tandis qu'il diminue pour les garçons. De même, on constate que les filles, lorsqu'elles sont en binôme, obtiennent également des scores plus faibles que les garçons (figure 2). De manière générale, on constate que les équipes en binômes ont toujours de meilleurs scores que les équipes en solitaire, mais cela ne change pas radicalement les écarts entre filles et garçons. Si le fait d'être à deux ne permet pas aux filles de réduire l'écart avec les garçons en binôme, cela améliore sensiblement leurs performances par rapport aux filles seules. Les équipes mixtes obtiennent des scores intermédiaires par rapport aux équipes de filles ou de garçons.

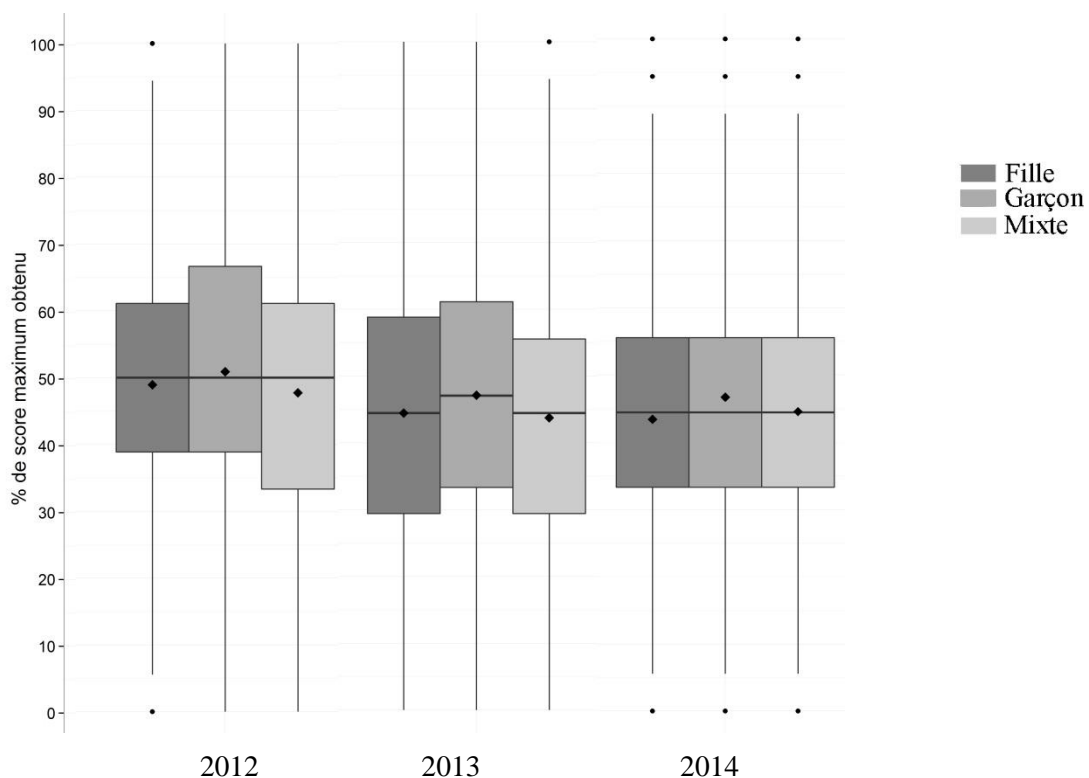


Figure 2. Dispersion des scores pour les équipes composées de 2 filles, de 2 garçons ou mixte aux concours Castor sur les niveaux collège en 2012, 2013 et 2014. Les points représentent les scores moyens.

Peut-on tenter des hypothèses explicatives ? Il pourrait être intéressant de regarder les résultats comparés des filles et des garçons à d'autres formes d'évaluation. Les tests PISA font apparaître des résultats différenciés entre filles et garçons selon les domaines de compétences évalués. En mathématiques, les filles obtiennent de moins bons résultats que les garçons. Or, on peut estimer que plus de la moitié des enseignants coordinateurs du concours Castor sont enseignants de mathématiques (Tort et al., 2013), le concours est donc sans doute associé à cette discipline pour la plupart des élèves y participant. Cependant, il n'est pas certain que le concours Castor et les tests PISA soient des situations comparables. Le concours Castor n'est probablement pas perçu comme ayant un enjeu fort en matière d'évaluation par les élèves y participant. Mais il est possible que la menace du stéréotype (Steele et Aronson, 1995) pèse sur les filles. La manière dont les enseignants présentent le concours peut en effet activer cette menace. Si la présentation insiste sur la dimension

informatique du concours, cette discipline est socialement jugée comme masculine (Collet, 2004). On peut alors penser que la menace du stéréotype est activée, diminuant de fait les performances des filles. De même, le fait de demander juste avant la passation du test à chaque élève d'indiquer son sexe peut activer de manière implicite le stéréotype selon lequel les performances dépendraient de cette donnée, autrement dit les garçons sont censés mieux réussir que les filles (pour une revue de littérature sur la théorie de la menace du stéréotype, voir Côté, 2013).

Ensuite, les exercices du concours ne sont pas canoniques. Ils sont différents de ceux habituellement travaillés à l'école, laissant plus de place à la prise de risque et fondés sur un principe ludique. Or, différents auteurs attribuent les bons résultats scolaires des filles par le fait qu'elles se forment mieux que les garçons aux canons scolaires (Baudelot et Establet, 2001). Il est donc possible que les exercices du concours les déstabilisent plus que les garçons.

Ces éléments de contexte du concours peuvent expliquer le déficit (faible) de réussite des filles par rapport aux garçons.

Y a-t-il des exercices pour lesquels les filles et les garçons ont des résultats différents ?

Nous étudions dans cette section si des différences apparaissent entre les filles et les garçons selon les exercices proposés. Si oui, ces exercices ont-ils des caractéristiques qui permettant de construire des hypothèses expliquant ces écarts de réussite ?

Afin d'identifier les exercices dont la réussite est la plus liée au sexe des participants des équipes, nous avons appliqué un modèle de régression logistique (Cibois, 2007) entre la réponse à une question et le sexe de l'équipe qui répond. Nous pouvons ainsi calculer un *odds ratio* donnant, pour une question et toutes choses égales par ailleurs, la probabilité qu'une équipe de garçons donne la bonne réponse, par rapport à une équipe de filles. Le calcul peut être réalisé en sens inverse, pour mesurer la probabilité qu'une équipe de filles donne la bonne réponse par rapport à une équipe de garçons. Par exemple, pour la question "Retenir un code" (figure 3), pour le concours des 6ème-5ème, parmi les équipes en solitaire, les filles obtiennent, toute chose égale par ailleurs, le score maximum [1/0,69 =] 1,44 fois (au seuil de significativité de 5%) plus souvent que les garçons.

Selon cette méthode, sur l'ensemble des exercices des concours de niveau collège sur les années 2012, 2013 et 2014, seulement six exercices sont apparus significativement mieux réussis par les filles, soit pour les équipes en solitaire, soit pour les binômes, soit pour les deux sous populations. A l'inverse, plus d'une vingtaine d'exercices sont significativement mieux réussis par les garçons.

Castor a un code secret à 4 chiffres. Plutôt que de retenir les chiffres, Castor préfère retenir un mot.

Il utilise la grille suivante, qui montre, pour chaque chiffre, quelles sont les lettres correspondantes.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T |
| U | V | W | X | Y | Z | | | | |

Par exemple, Castor a simplement besoin de se souvenir du mot **SURF** pour retrouver son code **9186**.

Pour **un seul des codes** ci-dessous, trouvez un mot français que Castor peut utiliser pour s'en souvenir.

6183 :

Figure 3. Un exercice mieux réussi par les filles, seules ou en binômes au collège "Retenir un code" - 2014

Existe-t-il des caractéristiques communes aux exercices de ces deux catégories, qui pourraient apporter des éléments d'explication des différences de performance des filles et des garçons? Caractériser les exercices du castor est une tâche difficile. En effet, ils présentent une grande diversité de formes (images, énoncé, habillage, interactivité), des savoirs et compétences en informatique nécessaires (voir les catégories de Dagiené et Futschek 2008), des types de raisonnement (trouver un algorithme, programmer, appliquer des règles de codage, croiser les données d'une table, etc). Beaucoup de critères de classification peuvent être utilisés, sans savoir *a priori* lesquels sont utiles. Afin d'avancer sur ce point, nous avons procédé en repérant des caractéristiques qui semblaient émerger des deux catégories d'exercices, puis avons effectué une classification systématique de tous les exercices selon ces caractéristiques, notamment en utilisant les champs lexicaux des énoncés.

Concernant les exercices les mieux réussis par les filles, il apparaît que 4 (sur 6) portent sur des manipulations de chaînes de caractères pour former ou transformer des mots : utiliser une correspondance entre chiffre et lettre pour former des mots valides ("retenir un code", 2014), choisir un mot dont l'agencement des lettres pourrait correspondre à un code donné en chiffres ("la boîte magique", 2012), vérifier des règles sur les caractères d'une chaîne ("mot de passe", 2013) ou encore transformer un mot en changeant l'ordre des lettres ("cryptage" 2012). Or, il n'existe qu'un autre exercice réalisant de telle manipulations ("machine à texte" 2012), pour lesquels les résultats ne sont pas apparus comme significativement liés aux sexes des participants. Les deux autres exercices mieux réussis par les filles proposent une situation qui pourrait relever d'un stéréotype féminin, l'un propose de choisir un vélo selon la mode en vigueur jouant sur des couleurs très bariolées ("vélo branché" 2012), l'autre consiste à choisir le prénom d'un chaton en utilisant les pétales d'une fleur et implique un sujet féminin ("Pétale de fleur" 2012). Il existe toutefois plusieurs autres exercices présentant cette caractéristique pour lesquels les taux de réussite n'ont pas été identifiés comme liés aux sexes des participants.

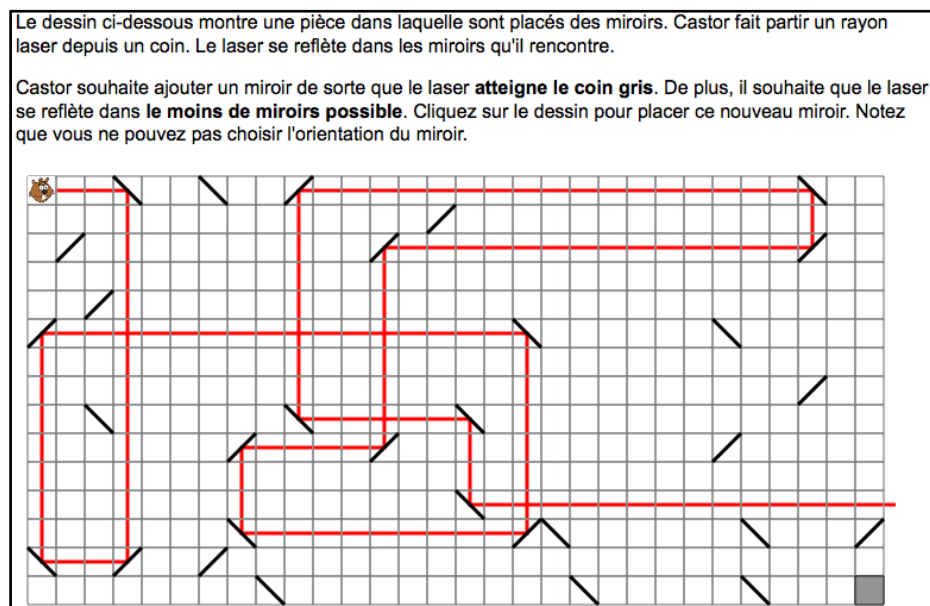


Figure 4. Un exercice mieux réussi par les garçons, seuls ou en binômes, en 2014 (odds ratio pour les équipes en solitaires de 6e-5e : 2,5)

Quant aux exercices mieux réussis par les garçons, tous les exercices de programmation faisant explicitement allusion à la programmation par le champ lexical utilisé y figurent ("dessin interactif" 2014, "deux billes" 2014, "robot peintre" 2013, "arroser la plante" 2013, "dessiner un dé" 2013, "course de grenouille" 2012). Parmi les autres, beaucoup ressemblent à certains jeux en

¹Les exercices sont consultables en ligne sur <http://castor-informatique.fr>, par année.

ligne ou sur tablette, soit qu'ils présentent une situation ressemblant à des jeux existants ("la chute" 2012), soit qu'ils sont conçus comme des jeux dans lesquels il faut mettre en place une stratégie pour gagner ("laser" 2014 – figure 4 -, "attrape le monstre" 2014, "le défi" 2014, etc.). Les termes du champ lexical du jeu y sont utilisés ("défi", "attrape", "stratégie gagnante").

Une étude comparative similaire à la nôtre, réalisée sur le concours lituanien (Dagiene et ali., 2015), montre qu'un exercice nécessitant d'opérer une rotation mentale a été significativement moins bien réussi par les filles que par les garçons. Se référant à des travaux montrant des différences liées au sexe dans la réalisation de telles activités, les auteurs avancent l'hypothèse que c'est une raison de ce résultat. Dans notre étude, un seul des exercices mieux réussis par les garçons nécessite de réaliser une rotation mentale ("paysage" 2012), mais c'est aussi le cas d'autres exercices qui n'ont pas été mis en évidence.

Discussion

Parmi les limites de l'étude, on peut noter que l'analyse présentée ici repose uniquement sur les traces des activités des élèves recueillies lors du concours, complétées de quelques données collectées juste avant la passation du test. Ceci limite bien sûr les conclusions que nous pouvons livrer de leur exploitation. D'autres études plus qualitatives sont en cours, qui consistent, hors temps du concours, à demander à des élèves de résoudre des exercices en présence d'un observateur.

De même, notre approche a privilégié l'entrée par les exercices et les différences de réussite filles-garçons par exercice. D'autres analyses seront menées par la suite qui mettront en avant le « parcours » de l'élève au sein du concours. Les exercices étant proposés en ordre aléatoire, il serait intéressant d'étudier de quelle manière cet ordre peut influencer ou non sur les performances d'un élève. Plusieurs hypothèses sont envisageables : activation de la menace du stéréotype, gestion du temps, etc. On approfondira également l'analyse des exercices : la réussite à tel exercice est-elle prédictive de la réussite à tel autre pour tel élève ? Bref de nombreuses pistes d'analyse des données restent à explorer.

Le concours Castor ne prétend pas évaluer des savoirs et compétences acquises dans ce domaine. Les exercices sont conçus "sans pré-requis". Toutefois, les jeunes gens et jeunes filles construisent des connaissances et des compétences par leurs utilisations scolaires et personnelles d'outils numériques, qui sont sans doute mobilisées par ces exercices interactifs.

Une enquête réalisée dans le cadre des études de PISA a montré, d'une part, que les garçons ont plus tendance que les filles à jouer aux jeux vidéo et à passer du temps sur ordinateur et sur Internet durant leur temps libre, et d'autre part qu'il existe un lien entre les usages de jeux vidéo et les performances au test PISA (OCDE, 2015). Plus précisément, les pourcentages de jeunes gens qui déclarent "avoir utilisé un ordinateur pour la première fois à l'âge de 6 ans ou avant" montrent, dans plusieurs pays européens, un écart significatif entre filles et garçons de plus d'une dizaine de points (Allemagne : 12,5 points, Belgique : 10,8 points, Suisse : 10,2 points, Italie : 8 points). En moyenne, sur tous les pays étudiés, les garçons déclarent de plus longues périodes d'utilisation d'Internet que les filles. Quant aux jeux vidéo, seulement 29% des garçons déclarent n'avoir jamais ou très rarement joué à des jeux collaboratifs en ligne contre 71% des filles. Ils sont 25% à déclarer n'avoir jamais ou très rarement joué à des jeux solitaires, contre 56% des filles. Ils sont, à l'inverse, en plus grande proportion que les filles à déclarer télécharger de la musique, des films, des jeux, ou téléverser des contenus pour les partager, ou encore participer à des réseaux sociaux. Le rapport de l'OCDE (op cit.) montre qu'il existe un lien entre les usages de jeux vidéo (seul ou à plusieurs) et les performances aux tests PISA. Les élèves qui déclarent "jouer à des jeux vidéo solitaires une fois par mois ou presque tous les jours" ont, en moyenne, de meilleures performances en mathématiques, lecture, science et résolution de problèmes que ceux qui déclarent "jouer tous les jours", mais aussi que ceux qui déclarent "ne jamais y jouer ou presque". De plus, les jeunes qui déclarent jouer à des jeux vidéo collaboratifs en ligne ont de moins bonnes performances que les autres dans tous ces domaines. Les garçons étant plus susceptibles que les filles de jouer à des jeux à plusieurs, l'écart de performance leur est défavorable (op. cité, p. 46). Il semble que les tests sur support numérique évaluent des

compétences spécifiques qui pourraient être développées par les jeunes gens jouant au jeu vidéo. Corrélation ou causalité ? Les analyses statistiques ne peuvent pas trancher. Toutefois, il a été montré par Feng et al. (2007) que certaines compétences, comme le raisonnement spatial, sont en lien direct avec la pratique des jeux vidéo. Les auteurs soutiennent que cette pratique permettrait d'annuler l'écart généralement constaté dans la littérature entre filles et garçons, dans leur capacité à traiter les rotations dans l'espace. Nos observations sur le concours Castor iraient dans ce sens : les jeunes filles sont peut-être moins performantes concernant les exercices interactifs, et notamment ceux relevant de la programmation, parce qu'elles ont moins de pratiques de jeu vidéo que les garçons. Elles sont peut-être moins sensibles au "ludisme" des exercices.

Les résultats observés sur les équipes en binômes pourraient être prolongés par une analyse plus fine des résultats par exercice. En effet, on pourrait rapprocher ce résultat de celui de Ginestier (2005) qui montrait que les filles en groupe de 2 surmontaient mieux les difficultés que seules.

Conclusion

Cette communication avait pour objectif d'évaluer dans quelle mesure le concours Castor permet d'introduire la science informatique auprès des filles en leur permettant de construire un rapport positif. L'étude présentée a exploité les données statistiques de passation recueillies pour les concours des trois dernières années, sur plus de 430 000 candidats.

Il apparaît que l'organisation du concours en milieu scolaire lui permet de bénéficier du principe de mixité pour toucher le plus de filles possibles. Toutefois cela fonctionne moins bien au lycée général, où le concours a plus de succès dans les filières scientifiques et techniques, connaissant un plus faible taux de féminisation.

Les équipes de garçons ont des scores généraux de réussite meilleurs que les équipes de filles, l'écart est très faible mais significatif. Ceci peut s'expliquer par des éléments de contextes plutôt défavorables aux filles : situation de compétition, exercices hors des canons scolaires, stéréotype associée à l'informatique et aux mathématiques. Il est notable que les filles en binôme réussissent mieux que les filles seules.

Toutefois, en comparant les résultats selon les exercices, il apparaît des différences significatives en faveur des filles sur des exercices de manipulation de chaîne de caractère et de mots, et en faveur des garçons sur des exercices de programmation et des exercices ressemblant à des jeux en ligne. Manifestations de littératie différenciée ? De plus, alors même que les exercices ne demandent pas de pré-requis en informatique, les élèves réussissent globalement bien les tâches proposées. Nous supposons donc qu'ils transfèrent certaines compétences acquises dans d'autres sphères et/ou d'autres disciplines à ces exercices. La pratique du jeu vidéo sous certaines conditions est une des possibilités.

Au-delà des limites "de surface" liées à l'habillage des exercices plus qu'à leurs contenus, nous pensons que les performances des jeunes filles pourraient être améliorées par la formation. La meilleure réponse à ces écarts repose sur un enseignement de l'informatique à l'école, obligatoire pour tous, et le plus tôt possible.

Bibliographie

- Armoni, M., & Gal-Ezer, J. (2014). High School Computer Science Education Paves the Way for Higher Education: The Israeli Case. *Computer Science Education*, 24, 10-122.
- Baron, G. L., Drot-Delange, B., Grandbastien, M., & Tort, F. (2015). L'enseignement de l'informatique dans l'enseignement secondaire en France : un retour de balancier ? In G-L. Baron, E. Bruillard, B. Drot-Delange (eds.), *Informatique en éducation : perspectives curriculaires et didactiques* (p. 83-101). Presses Universitaires Blaise Pascal.
- Baudelot, C., Establet, R. (2001). La scolarité des filles à l'échelle mondiale. In: T. Blöss, C. Attias-Donfut (eds.), *La dialectique des rapports hommes-femmes* (p. 103-124). Presses universitaires de France, Paris.
- Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., & Grimley, M. (2009). Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1), 20-29.
- Cibois, P. (2007). *Les méthodes d'analyse d'enquêtes*. Presses universitaires de France.

- Collet, I. (2004). La disparition des filles dans les études d'informatique : les conséquences d'un changement de représentation. *Carrefours de l'éducation*, 17(1), 42-56.
- Côté, S. (2013). La perception de similarité avec des modèles scientifiques féminins: effets sur les croyances et les performances des étudiantes en sciences dans un contexte de menace du stéréotype. Thèse de doctorat. Université Laval.
- Dagiene, V., & Futschek, G. (2008). Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks. In *Informatics Education-Supporting Computational Thinking*, p. 19-30. Springer Berlin Heidelberg.
- Dagiene, V., Stupuriene G., Pelikis E. (2015). Introducing computational thinking through a contest on informatics: problem-solving and gender issues, ISSEP 2015, à paraître.
- Feng, J., Spence, I., Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological science*. 18, 850-855.
- Ginestié, J. (2005). Filles ou garçons, seuls ou à deux. Quelle influence sur les activités de production en éducation technologique ? *Aster*, 41, 217-246.
- Hulsey, C., Pence, T. B., Hodges, L. F. (2014). Camp CyberGirls: Using a Virtual World to Introduce Computing Concepts to Middle School Girls. In *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (p. 331-336). New York, NY, USA: ACM.
- MEN - DEPP (2014). Filles et garçons sur le chemin de l'égalité.
- Mosatche, H. S., Matloff-Nieves, S., Kekelis, L., & Lawner, E. K. (2013). Effective STEM Programs for Adolescent Girls: Three Approaches and Many Lessons Learned. *Afterschool Matters*. 17, 17-25.
- OCDE (2015), L'égalité des sexes dans l'éducation : Aptitudes, comportement et confiance, PISA, Éditions OCDE. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264230644-fr>
- Roustan-Jalin, M., Ben Mim, H., & Dupin, J.-J. (2002). Technologie, sciences, filles, garçons : des questions pour la didactique ? *Didaskalia*, 21, 9-42.
- Steele, C. M., Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of personality and social psychology*, 69(5), 797-811.
- Tort F., Dagiene V. (2012) Concours Castor ; découvrir l'informatique autrement, dans L'éducation aux cultures de l'information, *E-Dossiers de l'audiovisuel*, in a sup. Publication en ligne : L'éducation aux cultures de l'information.
- Tort F., Kummer-Hannoun P. & Beauné A. (2013). Engagement et motivations des enseignants du secondaire pour la passation d'un concours d'informatique. In Drot-Delange, B., Baron, G-L. & Bruillard, E. *Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) en milieu éducatif*. Clermont-Ferrand, France.
- Webb, H. C., Rosson, M. B. (2011). Exploring Careers While Learning Alice 3D: A Summer Camp for Middle School Girls. In *Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (p. 377-382). New York, NY, USA: ACM.