

TFJM²

Tournoi Français des Jeunes Mathématiciennes et Mathématiciens

I. Présentation

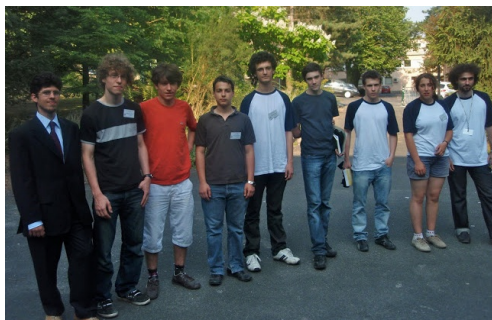
Un jeune concours élargit la palette en mathématiques

Le Tournoi français des jeunes mathématiciennes et mathématiciens (TFJM²) existe depuis 2011. Il est organisé par l'association Animath en collaboration avec l'École polytechnique. Il est l'étape française du tournoi international "International Tournament of Young Mathematicians" (ITYM), créé en 2009, qui fonctionne sur le même principe. Pour l'année 2016, le TFJM² sera dans sa sixième édition.

Ce tournoi est destiné aux élèves de lycée. À l'image de son modèle international (ITYM), il se distingue d'autres compétitions comme les Olympiades de mathématiques :

- en proposant des problèmes ouverts dont les énoncés sont connus à l'avance ;
- en étant organisé par équipes.

Guidés par des encadrantes et encadrants, les équipes composées de 4, 5 ou 6 élèves ont environ trois mois pour réfléchir aux problèmes exposés. Les problèmes proposés sont inhabituels pour la plupart des élèves, car ils n'admettent pas, à la connaissance du jury, de solution complète. Pour les équipes, il s'agit donc de comprendre le problème, de résoudre des cas particuliers, de repérer les difficultés... La liste des problèmes proposés recouvre les domaines de l'algèbre, l'analyse, la combinatoire, la géométrie et la théorie des nombres.



Équipe française à l'ITYM 2009 et les organisateurs Bernardo Da Costa (gauche) et David Zmiaikou (droite)

Les objectifs

Les principaux objectifs du tournoi sont, à court terme de :

- donner aux élèves une approche des mathématiques différente, se rapprochant d'un véritable travail de recherche ;
- stimuler l'intérêt pour les mathématiques et leurs applications ;
- développer la pensée scientifique des élèves, leurs talents de communication, et leur capacité à travailler en équipe ;
- permettre l'échange d'expérience entre enseignants et étudiants.

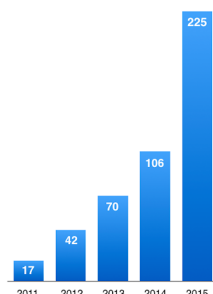
Les objectifs à plus long terme sont de :

- améliorer la perception générale des mathématiques par le grand public et notamment les jeunes scolarisés, par une meilleure compréhension de leur impact, de leur utilité et de leur vitalité ;
- augmenter globalement le flux d'étudiants effectuant des études longues dans un domaine scientifique, et en particulier en mathématiques, physique, mécanique, informatique, sciences de l'ingénieur ;
- atténuer les disparités sociales et géographiques ;
- inciter et aider les jeunes filles à surmonter la barrière des préjugés pour se lancer dans des études à forte composante mathématique.

Un peu d'histoire

C'est David Zmiaikou, jeune mathématicien biélorusse, qui est à l'origine du TFJM², ainsi que de sa version internationale, l'ITYM. Pendant ses années en tant que doctorant en mathématiques à l'université Paris-Sud, il a eu l'idée d'organiser un tournoi international à l'image des tournois de mathématiques en Biélorussie. Avec l'aide de Bernardo da Costa, également doctorant à la faculté d'Orsay, et avec le soutien de l'association Animath, le premier Tournoi International des Jeunes Mathématiciens a eu lieu en 2009 dans les installations de l'université avec la participation de six équipes provenant de quatre pays différents : Biélorussie, Bulgarie, France et Russie.

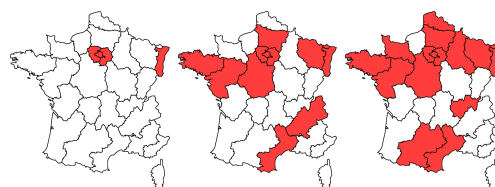
En 2011, deux ans après le succès du premier tournoi, ce même groupe plus un troisième doctorant, Igor Kortchemski, décident de créer la version française, en partie pour mieux préparer la ou les équipes françaises envoyées à l'ITYM. C'est ainsi que le TFJM² est né, accueillant pour sa première édition quatre équipes venues de Paris, Versailles et Strasbourg. Les deux tournois se sont bien développés depuis, avec des anciens participants des tournois aidant maintenant à leur organisation.



Nombre de participants au TFJM² par édition

Ainsi, le TFJM² accueillait déjà dix-huit équipes en 2014 et, pour l'édition 2015, il a fait un grand saut en organisant pour la première fois des tournois régionaux aux quatre coins de la France. Ces derniers ont accueilli en tout quarante équipes, dont douze ont gagné le droit de participer à une finale nationale qui a eu lieu à l'École polytechnique et à l'ENSTA Paristech.

Pour sa part, l'ITYM a accueilli en 2015 un total de onze équipes (dont deux françaises) provenant de huit pays différents : Allemagne, Roumanie, Géorgie et Brésil venant s'ajouter aux quatre premiers. C'est une équipe française qui a remporté la compétition pour la troisième année de suite, confirmant ainsi la qualité du TFJM².



Représentation géographique en 2011, 2013 et 2015

II. Le TFJM² 2016

Pour sa sixième édition, le TFJM² veut encore élargir sa palette de tournois régionaux. En effet, 6 tournois sont prévus en avril, partout en France :

- à Strasbourg le 2 et 3 avril ;
- à Paris, Lyon et Toulouse le 9 et 10 avril ;
- à Paris et à Rennes le 16 et 17 avril.

Ces tournois permettront aux meilleures équipes de se qualifier pour une finale nationale qui aura lieu du 14 au 16 mai 2016 à l'École polytechnique et à l'ENSTA Paristech. Elle est organisée par l'association Animath et soutenue par l'École polytechnique, l'ENSTA Paristech, la Fondation Mathématique Jacques Hadamard, le Laboratoire de mathématiques d'Orsay, le Centre de mathématiques Laurent Schwartz et l'Île-de-France via leur appel à projet Cap'Maths.



Les partenaires du TFJM² à niveau national

La liste de problèmes pour cette édition sera mise en ligne au courant du mois de décembre à l'adresse suivante : <http://www.tfjm.org/problemes>.

Pour chaque tournoi régional, un tirage au sort sera fait sur Internet le mardi précédant le tournoi. Celui-ci déterminera les groupes, les problèmes à présenter pour chaque équipe et l'ordre de passage des équipes dans leur groupe dans les deux tours du tournoi. À chaque tour, les élèves participants présenteront leurs solutions sous forme de débats avec quatre rôles : défenseur, opposant, rapporteur et observateur. Pour cela, ils auront accès aux solutions des problèmes qui seront présentés par les autres équipes une fois terminé le tirage au sort.

Pour la finale nationale, le tirage au sort déterminera seulement ce qui se passera au premier tour. Pour décider des problèmes présentés au deuxième tour, un nouveau tirage au sort aura lieu immédiatement après le premier tour. Les équipes auront alors moins de 24 heures pour préparer la défense du deuxième tour et pour étudier les solutions des autres équipes, lesquelles ne leur seront fournies qu'après ce tirage au sort. On ajoute ainsi une goutte d'adrénaline à la compétition.

Le jury de chaque tour, nommé par les organisateurs, sera composé d'au moins cinq membres et comprend des étudiants, des professeurs et des chercheurs en mathématiques.

Extraits du règlement 2016

Formation des équipes : Une équipe est composée de 4 à 6 lycéens, dont un capitaine. Elle est accompagnée d'un ou deux encadrants.

Problèmes : Les problèmes du tournoi sont sélectionnés par le Comité d'Organisation National du TFJM². La liste des problèmes est publiée sur le site web du tournoi pendant le mois de **décembre 2015**.

Les participants doivent résoudre les problèmes par eux-mêmes, en réfléchissant avec leurs coéquipiers et sous la supervision de leur(s) encadrant(s).

Rôle des encadrants : Tout au long du tournoi, les encadrants veillent au bon déroulement du travail de leur équipe. Pendant la préparation, leur rôle est de :

- s'assurer du travail régulier de l'équipe et de la bonne collaboration au sein du groupe, gérer la coordination ;
- répondre aux questions des élèves ;
- fournir aux élèves des connaissances mathématiques spécifiques lorsque ceux-ci en font la demande ;
- corriger d'éventuelles erreurs majeures et éviter que l'équipe s'enfonce dans une impasse ;
- relire les documents rédigés par les élèves et donner des conseils de forme.

Rôles : Chaque phase du tournoi se déroule sous forme d'un débat avec, en grandes lignes, thèse, antithèse et synthèse. Plus précisément, chaque équipe joue successivement les rôles suivants :

Le *défenseur* présente les idées et résultats principaux obtenus par son équipe.

L'*opposant* fournit une analyse critique du contenu et de la présentation *orale* du défenseur, y indiquant les erreurs ou imprécisions, *aussi bien que les points forts* et en demandant des approfondissements là où cela lui semble nécessaire. Il dispose pour cela d'une première partie de questions et ensuite présente son analyse.

Le *rapporteur* évalue le débat entre le défenseur et l'opposant, en indiquant les aspects positifs et négatifs de la prestation de chacun. Une tâche importante du rapporteur est de déceler un manquement de l'opposant : soit qu'il ait fait une erreur, soit qu'il n'ait pas relevé une erreur du défenseur.

L'*observateur* s'exprime s'il a une remarque utile à faire, par exemple lorsqu'un élément important n'a pas été évoqué. Il n'a pas vocation à participer au débat.

Déroulement d'un tournoi : Un tournoi comporte deux tours. À chaque tour, les équipes sont divisées en poules de 3 ou 4. Dans chaque poule, chaque équipe joue les 3 ou 4 rôles différents décrits ci-dessus, un groupe à 3 équipes ne comportant pas d'observateur.

Chaque phase dure environ une heure, et comprend les interventions du défenseur, de l'opposant et du rapporteur, avec éventuellement des interventions de l'observateur et/ou du jury.

Solutions : La solution écrite d'un problème présenté fait l'objet d'une note, indépendante de la prestation orale. De plus, pendant sa présentation, le défenseur ne peut présenter que :

- des parties de la solution écrite, par exemple des énoncés, des figures, diagrammes, etc. ;
- des esquisses de solution et démonstration, ainsi que des idées utilisées dans la solution écrite envoyée.

Notes de synthèse : Avant chaque tour, l'opposant, le rapporteur et l'observateur rendent au jury une note de synthèse sur la solution du défenseur indiquant entre autres les erreurs qu'ils ont pu trouver, ainsi qu'une appréciation globale de la solution. Ces rapports seront notés par le jury.

Jury : Le jury de chaque tour est nommé par les organisateurs. Dans chaque poule, le jury est constitué d'au moins 4 membres. Il est composé de professeurs, chercheurs et doctorants en mathématiques et d'anciens participants du tournoi. Il peut inclure des encadrants. Un encadrant ne peut pas être membre d'un jury dans la poule où concourt son équipe.





Cérémonie d'ouverture du TFJM² 2013

III. L'expérience TFJM²

Une rencontre avec la recherche

Le TFJM², à la différence des autres Olympiades de mathématiques, offre aux élèves une expérience qui n'a rien à envier à ce qu'un vrai chercheur en mathématique fait au quotidien. Ainsi, pour la première fois, les lycéens français peuvent avoir un avant-goût de ce qu'est la recherche en mathématique, leur permettant de faire un choix bien informé de leur future carrière dans le monde des mathématiques, soient-elles pures ou appliquées.

Le tournoi permet aussi les échanges entre élèves et chercheurs de premier niveau, lesquels participent de façon bénévole en tant que jurys. En outre, depuis 2013 les élèves assistent à des exposés donnés par des chercheurs dans les cérémonies d'ouverture et de clôture.

Quelques témoignages

Voici des propos recueillis lors différentes éditions du TFJM² :

Pierre Popineau (Équipe Tours-Descartes 2013)

“Quand on m'a proposé de faire partie de l'équipe cette année, j'ai sauté sur l'occasion : pouvoir chercher sur des problèmes ouverts, par moi-même, sur des sujets nouveaux, c'était exactement ce que je voulais faire. [...]

J'ai eu le plaisir de rencontrer d'autres lycéens qui partageaient le même intérêt que moi pour les mathématiques. Mais aussi, j'ai pu rencontrer plusieurs mathématiciens de profession, avec qui j'ai pu discuter et en apprendre un peu plus sur ce métier. J'ai également pu découvrir un autre domaine des mathématiques, qui s'apparente à la recherche et qui est assez éloigné de ce qu'on fait en cours. J'ai ainsi acquis beaucoup de connaissances.”

Basile Morando (Cercle mathématique de Strasbourg 2013)

“Sur le plan mathématique, cette expérience m'a apporté de nombreuses connaissances en lien avec le problème que je traitais (un problème de topologie), mais aussi sur de nombreux autres sujets, par l'intermédiaire des solutions des équipes adverses que nous devons relire. C'est indéniablement un plus dans mes études futures, tant au niveau des connaissances qu'au niveau de la rédaction et de la formulation d'un raisonnement scientifique.”

Cécile Gachet (Équipe Dijon-St.-Germain 2014)

“J'ai longtemps rêvé d'un tournoi mathématique stimulant, où les problèmes ouverts proposés valent la peine d'être cherchés pendant des mois. J'ai rêvé d'un tournoi mathématique constructif, où chacun échange avec les autres, un tournoi qui s'inscrit dans une démarche de recherche et de discussion avec un jury à la fois qualifié et bienveillant, et non de résolution de problèmes puis de correction de copies... J'ai rêvé d'un tournoi mathématique ouvert, où les différentes branches des mathématiques sont toutes représentées, un tournoi où les participants viennent de la France entière, voire du monde entier, sans autocensure, pour discuter librement de ce domaine passionnant qui leur tient tous à cœur. C'est alors que j'ai entendu parler du TFJM² et de son homologue international, l'ITYM.”



Rémy Nicolai (professeur, Lycée Hoche 2011)

“Enseignant en sup depuis de longues années je ne m’intéressais guère aux compétitions mathématiques que je trouvais artificielles et trop spécialisées. Celle-ci, par son mode de déroulement et le travail en équipe qu’elle induit, m’a fait complètement changer d’avis. Nous avons travaillé dans des conditions de confiance rares et avec un enthousiasme revigorant. Les organisateurs ne pensaient peut être pas aux classes de CPGE mais, de fait, les problèmes étaient riches et assez naturels pour que les étudiants puissent les explorer avec une grande autonomie et une vigueur que je leur envie. Nous en avons tous tiré un grand profit.”

Que deviennent les participants ?

Le premier TFFJM² a eu lieu en 2011. Sur les 15 participants qui étaient en terminale, 6 sont maintenant élèves à l’Ecole Normale Supérieure de Paris (Ulm) et 7 sont élèves à l’Ecole polytechnique, montrant ainsi l’influence que ce tournoi peut avoir sur la décision d’entreprendre des études scientifiques.



Voici ce que des participants plus récents ont à dire à ce sujet :

Pierre Popineau (Tours) “Après mes deux années de classe prépa, je vais essayer de rejoindre l’École Normale Supérieure (ce serait mon rêve), et ensuite, j’envisage de faire de la recherche dans le domaine mathématique.”

Cécile Gachet (Dijon) “Pour le moment, je suis en prépa ; pour la suite, j’espère intégrer une grande école où je puisse continuer à étudier les maths qui me plaisent, éventuellement dans l’optique d’en faire mon métier.”

Par ailleurs, beaucoup d’anciens participants restent impliqués dans le tournoi les années suivantes. Ainsi, lors de l’édition 2015, plus de 30 anciens compétiteurs sont revenus pour participer aux jurys, encadrer des équipes ou aider à l’organisation. Cette génération assure au tournoi un dynamisme certain et sert d’intermédiaire idéal entre les nouveaux participants et les chercheurs.

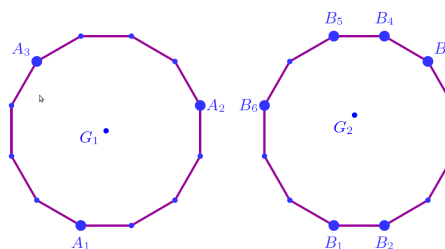
Les problèmes

Proposés par des chercheurs en mathématiques, ces problèmes ont la particularité de n’admettre que des solutions partielles à l’heure actuelle. Qu’il s’agisse de solutions de cas particuliers d’un problème général, soit d’une reformulation de la même question pour la rendre plus simple, la connaissance des chercheurs sur la solution de ces problèmes n’est certainement pas complète. Dès lors, une fois que les élèves ont atteint une connaissance du problème équivalente à celle des chercheurs, ils sont en train de faire de la recherche mathématique par eux-mêmes.

Voici un exemple tiré de l’édition 2012. Les connaissances du chercheur qui l’a proposé ne lui permettaient de répondre qu’aux trois premières questions.

Polygones stables

Soit $n \geq 3$ un entier, et soit P_n l’ensemble des sommets d’un polygone régulier à n sommets. Un sous-ensemble $A \subset P_n$ est dit *stable* si le centre de gravité des points appartenant à A coïncide avec le centre du polygone régulier.



Le sous-ensemble $A = \{A_1, A_2, A_3\}$ de P_{12} est stable, mais le sous-ensemble $B = \{B_1, \dots, B_6\}$ ne l’est pas.

Questions :

1. Lorsque n est premier, trouver le nombre de sous-ensembles stables $A \subset P_n$ et les décrire.
2. Même question lorsque n est le produit de deux nombres premiers différents.
3. Même question lorsque n est une puissance d’un nombre premier.
4. Étudier le problème pour un entier n quelconque.
5. Proposez et étudiez des directions de recherche additionnelles.

Le reste des problèmes, ainsi que les solutions présentées par les étudiants, se trouvent sur le site du tournoi : <http://www.tffjm.org>.

IV. Nos partenaires

Animath



Animath est l'association porteuse du projet. Elle s'est donné pour but de promouvoir l'activité mathématique auprès des jeunes. Ceci passe par des activités comme le TFJM², mais aussi par la création d'ateliers et de clubs dans les collèges et lycées, des activités de sensibilisation et d'éducation, etc.

École polytechnique & CMLS



L'École polytechnique est une école d'ingénieurs située sur le plateau de Saclay. S'appuyant sur ses laboratoires de recherche, dont notamment le Centre de mathématiques Laurent Schwartz, elle fournit un enseignement comprenant notamment une composante très importante en mathématiques fondamentales. Leur engagement avec le TFJM² est de plus en plus grand, puisqu'un volume horaire est maintenant dégagé dans les missions d'enseignement pour participer à l'organisation du tournoi et qu'un certain nombre de membres du laboratoire se propose spontanément pour participer au jury. Elle accueille, conjointement avec l'ENSTA Paristech, la finale nationale du tournoi au sein de ses locaux.



ENSTA Paristech



L'École Nationale Supérieure de Techniques Avancées ENSTA Paristech est une école d'ingénieurs située sur le plateau de Saclay. Une de ses spécificités est d'être l'une des rares écoles à s'appuyer sur la recherche, possédant notamment un laboratoire de recherche de mathématique, et donnant ainsi une composante mathématique forte à l'école.

FMJH



La Fondation Mathématique Jacques Hadamard est une structure récente, qui s'inscrit dans le cadre plus global de la construction de l'université Paris-Saclay. Elle a pour vocation de rassembler les mathématiciens du campus de Saclay. Elle soutient financièrement le projet.

Université Paris-Sud & LMO



C'est le Laboratoire de Mathématiques d'Orsay, par le biais de certains de ses doctorants, qui est à l'origine du projet. Aujourd'hui il soutient financièrement le projet et fournit depuis les débuts du tournoi des chercheurs et doctorants pour les différents jurys.