

TFJM²

TOURNOI FRANÇAIS DES JEUNES
MATHÉMATIENNES ET MATHÉMATIENS

Note à l'attention des encadrants

1 Introduction

Cette note est la réponse à un besoin exprimé par plusieurs organisateurs, encadrants et participants en général, de bien définir le rôle des encadrants au sein de leur équipe. Il nous a donc semblé important de rédiger un document à ce sujet.

En premier lieu, on rappelle le rôle de l'encadrant tel qu'il est établi dans le règlement. Ensuite, on apporte des réponses à une série de questions qui se sont posées au fil des années. Enfin, on présente l'avis de plusieurs personnes aux profils variés ayant déjà participé plusieurs fois au tournoi en tant qu'encadrants dans l'espoir qu'ils puissent vous éclairer dans la démarche à suivre.

Si vous avez encore des questions pour lesquelles ce document n'en fournit pas de réponse, n'hésitez pas à nous en parler par e-mail à l'adresse suivante : contact@tfjm.org. Ces questions pourront éventuellement être ajoutées à ce document par la suite.

2 Extrait du règlement (article 2.3)

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 ;
- élire les documents rédigés par les élèves et donner des conseils de forme.

Il est formellement interdit de fournir la solution à une question d'un problème ou toute indication directe. De même, le travail de rédaction est à la charge des élèves. L'encadrant doit se limiter à la relecture et au conseil.

Pendant le tournoi, les encadrants sont responsables des membres de leur équipe (présence lors des repas, ponctualité, . . .). Leur rôle est également celui d'un coach, ils assurent la motivation de leur équipe. Ils peuvent également être amenés à faire partie du jury dans une poule autre que celle de leur équipe.

3 Foire aux questions

3.1 Aspect scientifique de la rédaction

Question : Les élèves se trouvent face à un problème faisant appel à des notions qu'ils connaissent, mais dont on voit bien que la solution utilise des connaissances hors du programme de lycée. Que doit-on faire ? A-t-on le droit, et même est-il attendu, de donner des cours d'un niveau universitaire en rapport avec le problème aux élèves ?

En pratique, il faudrait laisser quelque temps aux élèves pour chercher avec leurs propres outils et attendre que la demande de plus de connaissances émane par leur propre initiative. Si par la suite on voit qu'ils commencent à se démotiver faute de trouver des résultats, c'est le moment d'intervenir. Dans ce cas, on pourra leur présenter un peu de théorie, en leur faisant remarquer que ces connaissances pourraient être utiles pour aller plus loin dans les questions. La profondeur du matériel à leur présenter est laissée au choix de l'encadrant, sachant que plus on enseigne, moindre est la proportion de ce qui sera bien compris. Il est donc souhaitable de ne pas aller trop loin, sauf si par la suite les élèves en font la demande.

Après tout, apprendre des nouvelles théories c'est bien l'un des intérêts du tournoi, mais assurément pas le plus important. Pour nous, c'est l'expérience de recherche qui est le plus important : se frotter pendant plusieurs jours au même problème, se frustrer, trouver des pistes qui redonnent de l'espoir, chercher ailleurs quand on ne sait pas trouver, parler à d'autres gens, essayer un autre problème pendant un certain temps, puis retourner au précédent, rédiger ses propres solutions, présenter ses raisonnements à d'autres gens, débattre, comprendre ses erreurs, etc.

Question : Le travail des élèves, doit-il être une réflexion et une recherche personnelle ou plutôt une synthèse plus ou moins réorganisée de tout ce qu'on peut trouver ailleurs, notamment sur internet ?

La recherche en mathématiques comprend ces deux composantes à parts égales. Il est bien de baser son travail sur les résultats des autres, mais il est encore mieux de faire l'effort de comprendre ces travaux dans le détail. De plus, s'agissant de problèmes dont certaines questions sont ouvertes, une bonne part de recherche personnelle sera inévitable pour avancer sur le problème. Au sujet d'internet, nous n'avons aucune objection à son usage et c'est précisément pour cette raison que, dans la conception des problèmes, nous veillons à ce qu'un minimum d'éléments de preuve soit facilement trouvable sur internet. L'encadrant doit donc essayer de convaincre ses élèves du fait qu'il vaut mieux réfléchir aux problèmes directement qu'y chercher des réponses. Par ailleurs, si jamais ce sont des outils plutôt que des solutions que le participant cherche sur internet, c'est le rôle de l'encadrant de lui fournir ces outils pour qu'il n'y perde plus son temps.

Question : Un élève trouve sur internet la solution d'une des questions. Cependant cette solution fait appel à des outils bien loin des bases de lycée. Que doit-on faire ?

La réaction naturelle devrait être de le dissuader d'essayer de lire un tel texte et de se concentrer sur le problème tout seul. Mais il faut admettre qu'un élève qui sait que la solution est là ne voudra pas entendre qu'il doit la trouver par lui-même avec des outils plus basiques. Dans ce cas, il vaut peut-être mieux lui apprendre un peu de la théorie sous-jacente dans la démonstration, de façon à ce qu'il puisse vraiment la comprendre et puis l'expliquer lors d'une éventuelle défense du problème. Il pourrait même arriver que l'élève, une fois qu'il a bien compris la propriété spécifique de l'outil général, réussisse à la transcrire en une preuve qui n'utilise que des notions élémentaires. Ça c'est un bon travail ! Or, tout ceci n'est une option que si la solution peut vraiment être comprise dans la période de 2 mois précédant le tournoi. Si dans la solution on fait appel à un théorème dont la preuve serait digne d'un mémoire de M2, on peut considérer cela comme ne pas du tout avoir compris la solution. Dans une telle situation, il vaudra mieux citer rapidement (tant à l'oral qu'à l'écrit) qu'un tel théorème de M. Machin ou une telle propriété d'un tel objet mathématique compliqué permet une résolution rapide du problème (éventuellement en ajoutant les idées clés qu'il faudrait en plus qui, elles, pourront être valorisées par le jury) mais qu'on n'est pas en état de la comprendre, puis passer à ce qu'il a pu faire avec ses outils (éventuellement en s'inspirant de la solution trouvée). Ainsi l'élève n'aura pas l'impression que sa recherche a été totalement inutile.

Question : Peut-on donner des résultats sans démonstration aux élèves pour les empêcher de se démotiver et/ou les amener sur la bonne voie ?

Non. Comme il est dit dans le règlement, il est interdit aux encadrants de donner des résultats aux élèves, même sans démonstration. La démotivation des élèves ne doit pas être une excuse pour faire le travail pour eux (voir le témoignage d'Emmanuel Lecouturier à ce sujet plus bas). La recherche est pleine de moments frustrants et c'est donc le rôle de l'encadrant de leur faire comprendre que cela est tout à fait normal. Dans une telle situation, nous recommandons de les inciter à se pencher d'abord sur des cas particuliers simples, ou à défaut sur d'autres questions du même problème, voire sur un autre problème.

Question : Que faire lorsque l'on remarque une erreur dans la solution des élèves ? Peut-on leur signaler directement ?

En aucun cas l'encadrant ne devrait directement pointer l'erreur des élèves mais plutôt essayer de les amener à s'en rendre compte par eux même pour rester dans l'esprit du tournoi. Vous pouvez notamment leur conseiller de vérifier leurs résultats sur plus d'exemples. Le jury fait souvent référence au cas $n=8$ qui est fréquemment une bonne source de contre-exemples. Vous pouvez aussi utiliser des simulations numériques, même si ce n'est pas du tout nécessaire.

3.2 Rédaction de la solution

Question : Les premières questions, souvent la présentation de cas particuliers sont elles nécessaires à traitées si l'on resout le cas général ? Chaque question doit-elle être illustrer d'un exemple ?

Bien qu'il soit tentant de seulement presenter le cas général pour gagner du temps lors de la rédaction et la présentation orale ceci n'est pas conseiller. En effet, il faut se rendre compte que les idées, exemples et solutions que vous présenterez dans votre document seront lus par des personnes qui auront peu de temps pour les découvrir et n'auront aucun a priori dessus. Il faut donc que ce soit aussi clair que possible, c'est pourquoi on recommande d'illustrer un maximum de question avec des exemples efficaces au moins sur la solution écrite. Il est cependant possible de commencer par demontrer le cas général avant de presenter les différents cas particuliers. La rédaction est alors plus efficace tout en permettant aux lecteurs de se familiariser avec les concepts du problème.

Question : Quel temps consacrer à la rédaction et la mise en forme des solutions ? Est-il necessaire d'apprendre à utiliser Latex pour le faire ?

Il faut se rendre compte qu'une grande partie si ce n'est la majorité du travail est consacrée à la rédaction qui ne doit pas être négligée. Au vu de la quantité de travail, il est préférable de le faire au fur et à mesure pendant toute la phase de recherche, plutôt que juste avant la date limite. Par ailleurs rédiger proprement ce que l'on a trouvé pendant la phase de recherche permet souvent de repérer des erreurs ou imprécisions. Il est donc d'autant plus préférable de commencer la rédaction le plus tôt possible. Sur cet aspect, les encadrants sont beaucoup plus libres que dans la phase de recherche pure et peuvent plus venir en aide aux élèves. Bien que LaTeX est idéal pour la rédaction de mathématiques, il n'est en aucun cas obligatoire et peut même être pénalisant pour certaines équipes moins avancées, surtout au niveau de la numérotation. Trop de fois un papier commence par "section 1 : introduction" puis "section 2 : Question 1". Ce genre de numérotation est souvent source de confusion et complique la tâche du jury et des autres équipes qui liront vos productions. À ce sujet, si cela s'avère pertinent, nous recommandons de mettre des titres explicites plutôt que juste : "Question 1 : a)". De tels titres permettent de mieux suivre le fil des idées et rendent le document plus agréable à lire. Finalement, n'hésitez pas à mettre de la couleur, souligner, encadrer ou mettre en gras les résultats, théorèmes ou lemmes pour rendre votre papier plus lisible.

3.3 Pendant le tournoi

Question : L'encadrant doit-il être présent lors du tournois ?

On rappelle qu'un encadrant doit être présent pendant le tournoi pour être responsable des élèves. Il n'est pas obligatoire que ce soit le même que celui qui a suivi les élèves pendant la phase de recherche, bien que ce soit vivement conseillé. Par ailleurs, comme les tournois se déroulent sur plusieurs jours, les encadrants sont aussi logés et nourris gratuitement par les organisateurs. Ils n'ont pas de frais d'inscription à payer.

Question : Lors du tournoi, à quel point doit-on s'impliquer dans la préparation de l'oral ?

Pour ce qui est du contenu de la présentation, c'est à l'élève de prendre l'initiative. En particulier, c'est lui qui décide des éléments qui seront présentés au tableau ou projetés. L'encadrant pourra par la suite lui faire comprendre, éventuellement par des oraux blancs successifs, quels points sont plus ou moins importants et donc à enlever ou, inversement, à expliquer plus en détail. Il est aussi important que l'encadrant aide l'élève à prendre du recul vis à vis de sa présentation, en particulier pour qu'il prenne conscience qu'il y a plusieurs façons de présenter les résultats (et pas seulement celle qui suit l'ordre des questions). Pour ce qui est de la forme, l'encadrant pourra les aider dans la préparation de la présentation (préparation des slides), en essayant pourtant de réduire cette aide au minimum. Il pourra aussi corriger des éventuelles fautes de frappe qui pourraient s'introduire dans la présentation. On fera attention par contre au fait que les corrections (majeures) du contenu mathématique sont interdites, d'autant plus qu'il est bien établi dans le règlement que la présentation doit porter sur ce qui a été soumis comme solution écrite, sans ajouts.

Question : Peut-on mentionner aux élèves (notamment à l'Opposant) les éventuelles fautes qu'on aurait trouvées sur la solution écrite de l'équipe qui défend ?

Non, c'est aux élèves de trouver ces erreurs, de même qu'à l'oral. En revanche, l'encadrant pourra toujours entraîner l'Opposant de son équipe en jouant lui-même le rôle du Défenseur de l'autre équipe.

Question : A-t-on le droit d'intervenir sur les notes de synthèse ?

Non. De même que dans la question précédente, c'est aux élèves de trouver les éventuelles fautes ou manques d'explication. La forme de ces notes étant très fixée par les modèles existants, l'encadrant doit se limiter à corriger des éventuelles fautes de frappe.

Question : L'encadrant assiste t'il aux passages de leur équipe ?

Extrait du règlement (article 3.6) : Lors des passages, les encadrants y assistent (sauf s'il font partie d'un autre jury) mais ne peuvent en aucun cas communiquer avec leurs équipes. Ils assistent aux débats depuis une place dans la salle éloignée de leur équipe.

4 Avis extérieurs

Olivier Goisque (professeur de lycée, encadrant de l'équipe Tours-Descartes depuis 2011) : Il me semble, en tant qu'enseignant, qu'il est préférable d'inciter les élèves à chercher des idées et à explorer des pistes par eux-mêmes. On parle de problèmes "ouverts", parfois "sans solution connue". Laissons nos élèves avoir des idées par eux-mêmes, les explorer, les exprimer, en tirer ou non des conclusions et des réponses. . .

Je pense que l'encadrant peut parfois évoquer ou partager une idée qu'il a sur un des sujets, mais il doit le faire de façon informelle, sans l'écrire, juste pour orienter la réflexion des élèves si c'est nécessaire. Il doit se persuader que ce n'est pas lui qui est en compétition et toujours avoir le souci de faire découvrir à ses élèves le plaisir de chercher. Or, il n'y a aucun plaisir à copier-coller sur internet ni à recopier la démonstration d'un autre.

Joon Kwon (chercheur, ancien encadrant et organisateur du tournoi) : Moi je n'aime pas fournir de grosses notions aux élèves, parce qu'il y a un risque qu'ils parlent de choses sans les maîtriser. Je préfère qu'ils produisent des solutions moins impressionnantes, mais qu'ils maîtrisent, et qu'ils se sont bien appropriées. Et je pense qu'ils prennent alors plus de plaisir.

Concernant la rédaction, je ne les aidais pas pour l'usage de \LaTeX parce que je pense que c'est très facile, surtout avec des logiciels comme LyX (ce que je leur recommandais pour gagner du temps). En revanche pour les figures, oui, car c'est plus d'ur, et c'est plus intéressant qu'ils passent leur temps à chercher et rédiger des maths que d'apprendre TikZ.

Par ailleurs, je ne vois pas comment poser des "limitations" au rôle d'encadrant, parce que ce genre de règle sera forcément sujet à interprétation, et invérifiable en pratique. Je pense donc qu'en fin de compte le seul critère solide c'est : est-ce que oui ou non l'élève qui présente maîtrise ce dont il parle ?

Emmanuel Lecouturier (doctorant, ancien participant et encadrant du tournoi) : Personnellement, j'ai essayé de les aider à avancer sur les problèmes, sans hésiter parfois à donner des éléments de solution, surtout sur des problèmes où mes connaissances mathématiques me permettaient d'avancer et qu'il ne me semblait pas possible d'éviter le recours à telle ou telle théorie. J'ai aussi vérifié ce que les élèves trouvaient et j'ai aidé à la rédaction, bien entendu.

A posteriori, je pense que c'était plutôt négatif. Après les élèves étaient assez passifs et s'habituait à ce qu'on réfléchisse à leur place. Le pire c'était l'édition 2013 du TFJM² où mes (rares) élèves ne faisaient rien du tout. Je pense donc qu'il faut essentiellement se limiter à vérifier les raisonnements, aider à rédiger, et éventuellement dire d'étudier telle ou telle chose qui pourrait être liée au problème.

Charlotte Auperin, Fabrice Destruhaut, David Sauzet et David Zan- canaro (professeurs de lycée, encadrants des équipes JeanDuSud (Cas- telnaudary) et Les Irréductibles (Carcassonne)) :

Pour des professeurs du secondaire "classiques" tels que nous, la recherche effectuée par des lycéens consiste avant tout à prendre un papier et un stylo pour prendre en main le problème, comprendre les questions qui se posent, les enjeux, etc, quitte à ne traiter le problème qu'avec des connaissances de

lycée (ou des raisonnements accessibles niveau lycée) et donc à ne pas pouvoir tout démontrer rigoureusement. L'encadrant serait donc là pour encourager les élèves dans leur démarche d'investigation, pour conforter leurs idées, même si elles n'aboutissent au final qu'à des conjectures ainsi que pour les guider ponctuellement en les remettant parfois dans le droit chemin ou en leur donnant quelques techniques de raisonnement.

De plus, nous sommes moins motivés par l'idée de former des élèves à grande vitesse sur un niveau post-bac que par la perspective de les voir chercher avec leurs moyens des problèmes certes complexes mais accessibles.

Tatiana Beliaeva (chercheuse, encadrante de l'équipe Strasbourg depuis 2012) : Je vois mon rôle d'encadrant un peu comme celui de directeur de thèse : je lis les problèmes, j'y réfléchis un peu sans forcément vouloir répondre à toutes les questions, puis je laisse les élèves travailler. Je leur apporte les connaissances nécessaires mais, contrairement à un directeur de thèse, je ne les envoie pas lire des articles. Je relis aussi les solutions et j'indique les erreurs mathématiques et linguistiques.

À mon avis, la partie qui est peut-être la plus importante de l'encadrement, c'est l'aide à la rédaction. Souvent nos élèves ont des bonnes idées et ils trouvent des solutions, mais ils ne savent absolument pas rédiger leurs raisonnements. Les premiers jets n'ont souvent ni queue ni tête, surtout pour ceux qui n'ont jamais participé au tournoi. Il faut les entraîner à faciliter la lecture de leurs textes, qu'ils soient capables de voir leur propre travail d'un point de vue externe.

En pratique, je relis tout ce qu'ils écrivent pour corriger les expressions, pour les aider à structurer le texte, pour indiquer des points à développer dans la rédaction, etc. Ça ne veut pas dire, bien entendu, que je réécris le texte à leur place. Ce travail est à leur charge.

Vincent Jugé (doctorant, ancien participant et encadrant du tournoi) :

Durant la préparation du TFFJM² :

- je demandais souvent aux élèves où ils en étaient, ce qu'ils avaient trouvé, et s'ils pouvaient nous convaincre, moi et les autres membres de l'équipe, de ce qu'ils racontaient ;
- j'ai relu les solutions écrites des élèves quelques jours avant la deadline, et ai corrigé moi-même quelques erreurs mineures (orthographe, coquilles, y compris une ou deux coquilles de calcul qui ne changeaient rien au raisonnement).

Lors de la compétition elle-même :

- j'ai discuté avec les Défenseurs pour aboutir à un plan cohérent pour la présentation ;
- j'ai demandé aux élèves de me dire ce qu'ils avaient trouvé, étant assez intraitable sur la facilité avec laquelle ils pouvaient me convaincre (y compris sur les passages que je savais corrects) ;
- je supervisais la rédaction des rapports et la création de la présentation ;
- j'ai organisé des oraux blancs, tant pour le Défenseur que pour l'Opposant et le Rapporteur (dans ces 2 cas j'incarnais le Défenseur adverse), n'hésitant pas à accentuer ou à introduire artificiellement certaines erreurs pour pousser les élèves à être réactifs.

Bernardo Da Costa (chercheur, fondateur du TFJM² et encadrant d'équipes pour l'ITYM) : Mon approche a toujours été de donner de la théorie une fois que les étudiants avaient fait assez de progrès, ou alors quand un élève demandait des références sur un sujet assez précis. Ensuite, pour les solutions écrites, j'ai relu avec un peu d'attention, puis j'ai aidé à préparer les diverses étapes. Pour la finale, j'ai fait travailler un des élèves sur sa présentation en lui faisant répéter deux fois. Au milieu j'ai repris ses slides et improvisé une toute autre présentation des mêmes résultats, pour lui faire voir qu'il ne devait pas juste lire ses slides, mais les utiliser comme support. Bien entendu, il a fait sa version à lui, puisque c'est celle qu'il comprenait, et pas la mienne, qui ne lui était pas naturelle à expliquer. Évidemment, c'était la bonne chose à faire.

Avec l'expérience, j'ai compris qu'il faut mettre beaucoup d'effort pour préparer les prestations orales, surtout pour les Défenseurs. J'ai donc obligé les élèves "libres" (qui ne rédigeaient pas de rapport) à aider à préparer la défense en tentant de se mettre dans la position de l'Opposant pour faire des questions. En outre, j'ai aussi encouragé les Opposants à préparer, non seulement les questions, mais aussi les réponses que le Défenseur ferait, pour être plus à l'aise lors du débat. Mais ce qu'il faut surtout à ce moment là, c'est un peu de motivation (ou BEAUCOUP de motivation) et une oreille attentive pour écouter ce que les élèves veulent dire, peser et orienter un peu.

Lorsque j'encadrais pour la première fois, David Zmiaikou (fondateur de l'ITYM) m'a dit "*L'encadrant peut tout faire, sauf donner la réponse*". Je sais qu'il est très difficile de savoir si "donner l'indice qui tue tout" est équivalent à donner la réponse ou pas. Pour moi, c'est le cas. Mais comme David l'a aussi dit, "*Si quelqu'un dit un truc qu'il n'a pas compris, ça se verra*".

Enfin, je pense que l'encadrant devrait aussi servir comme un repère de "ce qui doit être fait", pour garder le bon esprit de la compétition.