

Les olympiades de physique

Un plaisir et un enrichissement pour professeurs et élèves

par **Dominique SACÉPÉ**

Professeur retraitée

Lycée Jules Haag - 25000 Besançon

Dominique.Sacepe@free.fr

Jacqueline TINNÈS et Maryse FISCHER

Membres du Comité national des olympiades de physique

olympiades.physique@in2p3.fr

site : olympiades-physique.in2p3.fr

Dès la création des Olympiades de physique en 1992, Dominique SACÉPÉ, alors professeur au lycée Jules Haag à Besançon a participé à ce concours puis a renouvelé plusieurs fois son expérience. Le comité des olympiades lui donne la parole et la remercie très vivement pour ses réponses critiques et argumentées.

DÉMARRER UN GROUPE OLYMPIADES DE PHYSIQUE

Comité : Comment naît habituellement un groupe d'olympiades ?

D. Sacépé : En ce qui me concerne, dans tous les cas, les élèves ont répondu à une sollicitation de ma part. Il ne s'agissait pas forcément d'élèves « doués en physique », en revanche participer aux olympiades de physique représentait pour eux un challenge et pouvait leur donner l'occasion d'être reconnus.

Comité : As-tu eu des élèves qui ont spontanément proposé un sujet ? Pour quelles raisons ont-ils fait ce choix ?

D.S. : Dans la majorité des cas c'est le professeur qui a proposé un ou deux sujets au choix. Parmi les groupes qu'il m'a été donné de rencontrer, il y a eu une seule exception : cette année là nous étions deux enseignants du même lycée à présenter chacun un groupe, et le groupe encadré par Bernard PORTEHAULT avait choisi un sujet d'aérodynamique sous l'impulsion d'un élève passionné d'aéromodélisme.

GÉRER UN GROUPE OLYMPIADES DE PHYSIQUE

Comité : Les élèves ont déjà un programme scolaire lourd et un horaire de travail personnel élevé, en particulier en terminale, les olympiades de physique ne créent-elles pas une trop grande surcharge ?

D.S. : J'ai toujours été étonnée de la disponibilité dont pouvaient faire preuve les

élèves qui acceptaient de participer aux olympiades, surtout lorsqu'il s'est agi d'élèves de STI ou STL (Sciences et techniques de laboratoire) dont l'horaire hebdomadaire frise les trente-sept heures, qui de plus sont externes et effectuent d'assez longs déplacements. Dans l'ensemble la majorité des jeunes s'est montrée très déterminée pour réussir.

Comité : En moyenne quelle est la durée du travail hebdomadaire de l'équipe au complet ?

D.S. : Si l'on ne travaille pas dans le cadre de TPE, il faut pouvoir disposer d'un après-midi par semaine au début de la préparation ce qui correspond à environ trois heures de travail hebdomadaire. Le mois précédant la présentation on constate toujours un petit affolement de dernière minute et ce sont les élèves qui insistent pour « faire du rab ». Ils ont toujours trouvé le moyen de faire deux à trois heures supplémentaires.

Comité : Les élèves travaillent-ils en dehors des réunions du groupe ?

D.S. : Les élèves travaillent tous spontanément en dehors des réunions du groupe. Cela peut se faire de manière « lourde », par exemple un élève peut terminer chez lui l'exploitation de mesures faites pendant les réunions du groupe, mais cela peut se faire aussi de manière « légère » : faire une recherche sur Internet, choisir d'acheter une revue scientifique en fonction des articles qu'elle présente et qui sont en rapport avec le sujet étudié.

Comité : Mais comment maintenir leur motivation, leur implication dans la durée ?

D.S. : Maintenir la motivation des élèves constitue un des rôles essentiels de l'enseignant. Pour cela il est nécessaire de travailler dans une ambiance détendue ou chacun se sent valorisé. Je peux citer l'exemple d'un élève qui désirait fortement participer aux olympiades bien qu'éprouvant initialement des difficultés en physique. En revanche il possédait un réel talent de graphiste, c'est donc à lui que le groupe a confié le travail de mise en page et d'illustration (il a fait une bande dessinée ayant pour thème les échanges thermiques). Il s'est vite rendu compte que pour que ses dessins aient du sens il fallait avoir parfaitement assimilé le phénomène physique étudié. Voilà un cas de bonne motivation et je pourrais citer encore de nombreux exemples du même type : le passionné d'informatique qui se propose de faire une animation, le passionné de fabrication mécanique qui décide de construire une horloge à poids, etc. Si on a pu valoriser les points forts de l'élève on s'aperçoit que les points faibles deviennent de moins en moins faibles pour parfois même, ne plus être faibles du tout. Motivation et progrès vont vraiment de pair.

Comité : Pour les professeurs aussi, les olympiades de physique créent une surcharge de travail. Comment l'as-tu vécu ? As-tu reçu une compensation ?

D.S. : On ne peut pas comparer la conduite d'un groupe d'olympiades avec la conduite d'une classe où la tension est permanente : le travail avec une petite équipe d'élèves motivés et réactifs, sur un sujet qui suscite la curiosité de tous est un réel plaisir et constitue un véritable « moteur ».

Mais c'est un travail indéniable, et actuellement les collègues ont intérêt à démarrer

l'étude du sujet dans le cadre des TPE⁽¹⁾. Il est aussi plus rassurant, plus encourageant de travailler en collaboration avec un autre collègue motivé. J'ai encadré des élèves avec Pierre BARDET ces dernières années et nous devons les bons résultats obtenus à cette association. Le travail de deux enseignants complémentaires est très fructueux.

D'autre part, ces dernières années, dans l'académie de Besançon, les collègues et moi qui encadrions des groupes d'olympiades de physique avons bénéficié d'une compensation financière (environ 50 HSE⁽²⁾ par professeur octroyées par le rectorat).

MENER À BIEN LE PROJET

Comité : *Qui tient le cahier d'avancement des travaux ? Le professeur ? Les élèves acquièrent-ils une autonomie dans ce domaine ?*

D.S. : Je dois avouer que pour les premiers groupes, ce cahier était souvent tenu de façon confuse, nous avons plus souvent privilégié l'imagination, la création au détriment d'une tenue rigoureuse du carnet de bord ce qui nous a fait perdre parfois beaucoup de temps. Je pense que la tenue d'un carnet de bord tel qu'il est conseillé pour les TPE est utile et profitable et il est normal que sa tenue soit effectuée à tour de rôle par les élèves avec la collaboration du professeur.

Comité : *Les élèves proposent-ils des manipulations, des interprétations ? Quelle est la part du professeur dans le cheminement du groupe ?*

D.S. : Oui les élèves proposent aussi des manipulations.

Voici un exemple ponctuel vécu. Un élève propose « *et si on faisait un montage pour montrer que le rayonnement infrarouge est de même nature que la lumière visible ?* ». Viennent ensuite toutes sortes de propositions aussi farfelues les unes que les autres mais qui après avoir été approfondies deviennent réalisables. Dans ce cas le groupe pense que l'on pourrait mettre en évidence une cardioïde après réflexion d'un faisceau de rayons infrarouges sur un miroir cylindrique. « *Quel montage faut-il réaliser pour obtenir le résultat escompté ?* ». Jusque là le professeur se contente d'écouter. Puis suivent des propositions de montages corrects dans le principe mais pas très concrets. « *Comment faire notre miroir cylindrique ?* ». Un élève propose une solution qui est retenue : on courbera une paroi réfléchissante souple dans une gouttière circulaire. « *Quelle source infrarouge peut-on utiliser ?* ». Grand embarras des élèves. C'est là que le professeur intervient, usant uniquement de son expérience, la solution proposée sera un élément de grille-pain alimenté de manière à n'émettre que des infrarouges et pas de lumière visible. « *Comment mettre en évidence la marche des rayons infrarouges ?* ». Les élèves connaissent l'existence des cristaux liquides grâce à une émission de BONALDI (en 1992) mais « *comment se les procurer ?* ». Le professeur leur conseille d'écrire à la chaîne qui

(1) La conduite d'un groupe d'olympiades de physique peut aussi se faire dans le cadre d'un atelier scientifique (déposer au préalable un dossier auprès du chef d'établissement, consulter au BO n° 22 du 3 juin 2004 la rubrique : « Actions éducatives »).

(2) HSE : Heures supplémentaires effectives.

produit l'émission, la chaîne leur donne les coordonnées d'un laboratoire et finalement le laboratoire qui commercialise le produit leur envoie un échantillon des cristaux souhaités. Ainsi la manipulation assez spectaculaire, a pu être mise au point grâce à l'imagination et aux suggestions des élèves, le professeur servant essentiellement de catalyseur.

Comité : *Arrive-t-il que le groupe soit confronté à des questions auxquelles le professeur ne sait pas répondre ? Et alors comment avancer ?*

D.S. : Oui cela est arrivé et plus d'une fois.

Voici un exemple : lors de l'étude de l'oléoduc transjurassien, nous avons été reçus par une équipe de techniciens qui mesuraient la viscosité du fluide (pétrole) à l'aide d'un viscosimètre à chute de bille. Dans la littérature, ces viscosimètres sont constitués d'un tube vertical contenant le liquide dont on veut mesurer la viscosité, une bille de masse connue est lâchée à un instant donné et c'est en mesurant le temps que cette bille met pour parcourir une distance donnée que l'on détermine la viscosité. Chose étrange le viscosimètre utilisé sur le site de l'oléoduc était constitué d'un tube incliné ! Pourquoi ? Les techniciens ne connaissaient pas la raison, moi non plus, ni Pierre BARDET qui encadrerait l'équipe avec moi. Contrairement à toute attente cela a donné un coup de fouet à l'équipe. On aurait pu imaginer que les élèves perdraient confiance, c'est le contraire qui s'est produit. Chacun (élèves et professeurs) est parti faire ses recherches en consultant tous les ouvrages proposés (une trentaine de livres, articles, ...) et la solution nous a été fournie un mois plus tard par un universitaire qui avait publié un article sur le sujet dans « Le Bup ». Il s'agit de Luc PETIT que nous avons contacté et qui nous a aimablement répondu par Internet. J'ai eu l'impression que l'ignorance ponctuelle avouée par les professeurs resserrait, contre toute attente, les liens de l'équipe : nous étions tous dans le même bain !

Comité : *Vous avez été amenés à prendre des contacts avec l'extérieur - industrie, université - pour obtenir une aide scientifique. Comment avez-vous été accueillis ?*

D.S. : Nous n'avons eu qu'à nous féliciter des contacts et relations extérieures : qu'il s'agisse du milieu industriel, du milieu universitaire, des médias, nous avons toujours eu un excellent accueil. Toutes les personnes que nous avons contactées ont fait tout leur possible pour nous venir en aide, je pourrais citer de nombreux responsables de laboratoires de recherche sans oublier les collègues et responsables de l'UdPPC.

Comité : *As-tu cherché et obtenu un financement en plus de la subvention du comité des olympiades de physique ? Si oui, quelle « recette » ?*

D.S. : À chaque nouveau départ nous faisons avec les élèves la liste du « gros matériel » indispensable. Par exemple en 1994 le sujet étudié nécessitait l'utilisation d'un caméscope. C'est le proviseur adjoint qui a fait une demande de crédits spéciaux auprès de la Région et nous avons obtenu la somme demandée. En général lorsqu'on peut prouver que le matériel acheté pourra être réutilisé par la suite dans les cours généraux l'obtention des crédits est plus facile. D'autre part, en « marchandant » auprès des fournisseurs, j'ai fréquemment obtenu des réductions sur le prix du matériel, parfois jusqu'à 30 %.

S'INVESTIR DANS LES OLYMPIADES DE PHYSIQUE... POURQUOI ?

Les élèves

Comité : *Le travail fourni a-t-il aidé tes élèves dans leur scolarité ? en physique ? et dans les autres disciplines ?*

D.S. : Indéniablement le travail d'olympiades de physique a aidé les élèves dans leur scolarité. Ils ont acquis une certaine assurance, ont pris confiance en eux-mêmes ce qui leur a permis ensuite d'aborder les examens avec sérénité. Mais surtout tous ont très vite réalisé que la réussite sans effort n'existe pas et de ce fait, ils ont été convaincus de travailler régulièrement pour réussir.

Curieusement il me semble que c'est en expression française qu'ils ont le plus progressé, c'est ainsi qu'ils ont appris :

- ◆ à faire un plan, une introduction et une conclusion (comme en cours de français). De ces trois parties c'est la rédaction de l'introduction qui a posé le plus de problème.
- ◆ à construire des phrases courtes où l'essentiel devait être dit en peu de mots, où le vocabulaire utilisé devait être convenablement choisi et adapté. Je peux citer l'exemple d'élèves qui en rédigeant un sujet sur les échanges thermiques ont mis le doigt sur la faute grossière faite par les médias dans les annonces météo lorsqu'ils disent : « les températures sont chaudes » ou « les températures sont froides ».

Je voudrais citer un autre apport important en m'appuyant sur l'exemple suivant. Un élève avait effectué une chronologie de l'utilisation des différents appareils à mesurer le temps : « *il a fallu environ 3000 ans pour passer du cadran solaire et de la clepsydre à l'horloge à poids, et ensuite à partir du XVII^e siècle environ, tout s'accélère de manière extraordinaire, les appareils mis au point sont de plus en plus variés, nombreux et précis* ». L'élève s'est alors posé cette question : « *que s'est-il passé à cette époque ?* ». En poursuivant ses recherches il s'est aperçu que c'est au XVII^e siècle que des physiciens tels que HUYGENS ont commencé à utiliser la modélisation mathématique pour construire leurs appareils de mesure. De là à conclure que c'est la modélisation qui avait permis un gain de temps et d'argent, il n'y avait qu'un pas. À partir de cette remarque, le groupe a pris conscience de l'importance de la modélisation et les mises en équations non seulement leur ont fait moins peur mais leurs sont apparues indispensables.

Comité : *Quelles sont les capacités les plus développées à travers les olympiades de physique ?*

D.S. : Concernant la réalisation d'expériences les élèves se sont toujours efforcés de réaliser des expériences dites élégantes, c'est-à-dire des expériences très simples, si possible innovantes et qui « parlent » davantage au sensoriel qu'à l'intellectuel. Comme j'ai privilégié les sujets dits « ouverts » ou généraux, ce sont des sujets où la tâche (théorique et pratique) est répartie entre chaque membre du groupe. Nous avons convenu qu'une fois le travail terminé chacun devait être capable de présenter le sujet dans son ensemble. Pour dominer la totalité du sujet, les élèves ont dû apprendre à faire des aller et retour incessants entre analyse et synthèse.

La présentation de leur sujet devant le jury est pour les élèves une expérience de communication très enrichissante. Les élèves et moi-même avons toujours été impressionnés par la manière dont étaient formulées les questions qui suivent l'exposé. Dans un premier temps le groupe est mis à l'aise par une remarque positive, ensuite les questions adaptées au sujet traité et à l'âge des candidats sont adressées au groupe ce qui aboutit au résultat suivant : l'élève qui se sent « désigné » (c'est assez fascinant !) prend la parole et peut donner en toute sérénité le meilleur de ses connaissances. À aucun moment le jury ne cherche à déstabiliser les élèves, mais au contraire à valoriser chacun.

Comité : *Le comportement des élèves a-t-il été modifié ?*

D.S. : Les élèves font l'apprentissage du travail en groupe. Les éléments du groupe prennent conscience de l'importance de chacun : celui qui a effectué une expérience délicate de quelques secondes est aussi indispensable que celui qui a démontré une grosse formule.

Comité : *La participation aux olympiades de physique a-t-elle eu une influence dans le choix des études post-baccalauréat ? Dans quel sens ?*

D.S. : Pour certains le travail approfondi fourni en physique les a convaincus de se diriger vers des études scientifiques. Pour d'autres, avoir mené à bien un travail de longue haleine leur a permis de choisir une orientation en parfait accord avec leur niveau réel sans se sous-estimer. Par exemple un bon tiers des élèves qui étaient en section STL a effectué une poursuite d'études en DUT Mesures physiques et a réussi. On les retrouve dans les laboratoires de recherche des entreprises locales. Je pense que sans l'expérience des olympiades ils auraient arrêté leurs études au niveau du baccalauréat et n'auraient pas osé entreprendre ce cursus.

Comité : *La participation aux olympiades de physique est-elle mentionnée dans le dossier de poursuite d'études ? Penses-tu que cela puisse aider les élèves ?*

D.S. : Je sais que plusieurs élèves ont joint leur diplôme des olympiades de physique à leur dossier et que cela a permis de les départager lorsqu'ils se trouvaient à égalité avec d'autres (INSA...).

Et les professeurs, et les personnels de laboratoire ?

Comité : *Est-ce que ta pratique des olympiades de physique t'a conduit à innover dans le domaine pédagogique ?*

D.S. : Au cours de leurs recherches les élèves ont souvent été amenés à approfondir leurs connaissances en histoire des sciences (sujet sur la mesure du temps, sur les illusions d'optique...). Curieusement cela les a fortement intéressés et la physique est apparue comme une activité humaine ordinaire (cela étonne certains !). Depuis j'ai essayé chaque fois que cela était possible de replacer une découverte ou une théorie dans son contexte historique, social... Naturellement il faut agir par petites touches afin de ne pas lasser l'auditoire, mais j'ai été agréablement surpris des résultats : j'ai eu l'impression de rendre par ce biais l'enseignement de la physique plus accessible, la physique fait alors moins peur, « ça l'humanise » m'ont dit certains.

L'occasion m'a aussi souvent été donnée d'établir des liens avec les autres disciplines. Un exemple : un groupe d'élèves préparant un sujet sur le thème l'œil et la vision a été très intrigué par les relations étroites entre l'architecture antique, la peinture italienne du XV^e siècle et la géométrie qui est à l'origine des effets de perspective. Les élèves ont alors constaté qu'un même concept se retrouvait dans plusieurs disciplines différentes. Ils avaient trouvé un bel exemple d'ouverture vers les autres disciplines.

Comité : *As-tu réinvesti des manipulations dans tes cours ou tes TP ?*

D.S. : Chaque fois que cela a été possible j'ai réinvesti les manipulations mises au point au cours de la préparation des olympiades de physique. Pour mon travail d'enseignante cela a été très fructueux. Je pense que je n'aurais pas réalisé seule, les manipulations que chaque équipe a présentées aux olympiades de physique.

Comité : *As-tu été amenée à revoir ta perception des possibilités des élèves ? ou de leurs difficultés ? ou de leur façon d'appréhender les concepts ?*

D.S. : C'est à l'occasion des olympiades de physique que j'ai découvert quelles pouvaient être les ressources intellectuelles d'un adolescent. Notamment, j'ai constaté que leur évolution n'est pas « linéaire », mais qu'elle se fait plutôt par « bonds ». J'ai le souvenir d'un élève qui « séchait » sur la manière de présenter oralement la partie du sujet qu'il avait préparée par écrit et expérimentalement. C'est dans le train qui nous menait au concours que le déclic a eu lieu. Il a trouvé une manière très élégante de faire une synthèse concise.

J'ai pu constater à l'occasion des olympiades de physique que l'appréhension des concepts pouvait se faire en sollicitant alternativement la raison et les sens. Je me souviens d'un groupe qui a compris le rôle néfaste du tabac sur le cœur uniquement à l'aide d'un circuit hydraulique et d'une pompe.

Comité : *Les personnels de laboratoire sont-ils sollicités ? C'est une charge supplémentaire : qu'en pensent-ils ?*

D.S. : Le personnel de laboratoire joue un rôle très important. Dans un gros lycée comme celui où j'exerçais, l'entretien et la sécurité du matériel dépendent de lui. Nous avons eu la chance de travailler avec des personnes qui se sont toujours impliquées bénévolement, cela était d'autant plus positif qu'elles étaient, elles aussi, intéressées et compétentes. Je ne les ai jamais entendues se plaindre cependant je pense que leur travail mérite récompense.

Comité : *Que dirais-tu en conclusion ?*

D.S. : Même si j'ai dû trouver du temps pour m'y consacrer, même si les hésitations, les remises en cause ont parfois été difficiles et m'ont demandé de l'énergie pour « remonter le moral des troupes », la connivence accrue avec les élèves, le plaisir de voir émerger chez eux des qualités nouvelles, souvent insoupçonnées au départ, d'observer leur enthousiasme communicatif m'ont poussée à recommencer plusieurs fois cette expérience. C'est là aussi que j'ai apprécié de disposer, loin des contraintes horaires imposées par le programme, d'une possibilité d'innovations et d'un espace de liberté où j'avais l'impression de « faire de la recherche », moi aussi.