



OLYMPIADES DE PHYSIQUE FRANCE

Édition 2009 du concours des Olympiades de physique France labellisée Année mondiale de l'astronomie 2009



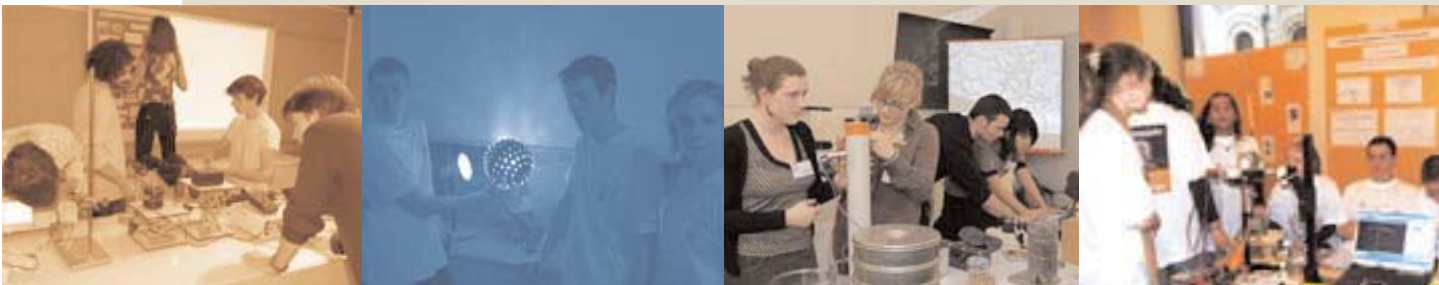
Au confluent de toutes les sciences, l'astronomie est l'une des voies prestigieuses pour donner aux lycéens le goût de la science, l'attrait des carrières scientifiques et susciter leur intérêt pour la recherche. Vous êtes enseignant en lycée ? Pourquoi ne vous lanceriez-vous pas avec quelques élèves dans les Olympiades de Physique France ? Pour son édition 2009, le concours bénéficie du label AMA09.

Olympiades de physique France – Ce concours expérimental, organisé chaque année depuis 1992 à l'initiative de la Société française de physique (SFP) et de l'Union des professeurs de physique et de chimie (UdPPC), est ouvert à des lycéens des classes de première et terminale, dans le but de leur faire réaliser un projet expérimental de physique. Il a pour ambition de sensibiliser les lycéens aux activités scientifiques en les rendant eux-mêmes acteurs et d'éveiller en eux des vocations de scientifiques, en particulier de physiciens, motivés par le travail expérimental et l'activité de recherche. Ils mènent à bien leur projet pendant l'année scolaire, rédigent un rapport et présentent leur expérience devant un jury régional puis national. Les projets sont très divers, allant par exemple de la mesure de la vitesse de la lumière à... la formation des bulles. Quarante à cinquante groupes y participent chaque année sur l'ensemble de la France. Les concours régionaux auront lieu le 10 décembre 2008. Le concours national 2009 se déroulera les 30 et 31 janvier 2009 au Palais de la découverte et se terminera par une exposition devant le public.

Les Olympiades de physique France labellisées Année mondiale de l'astronomie

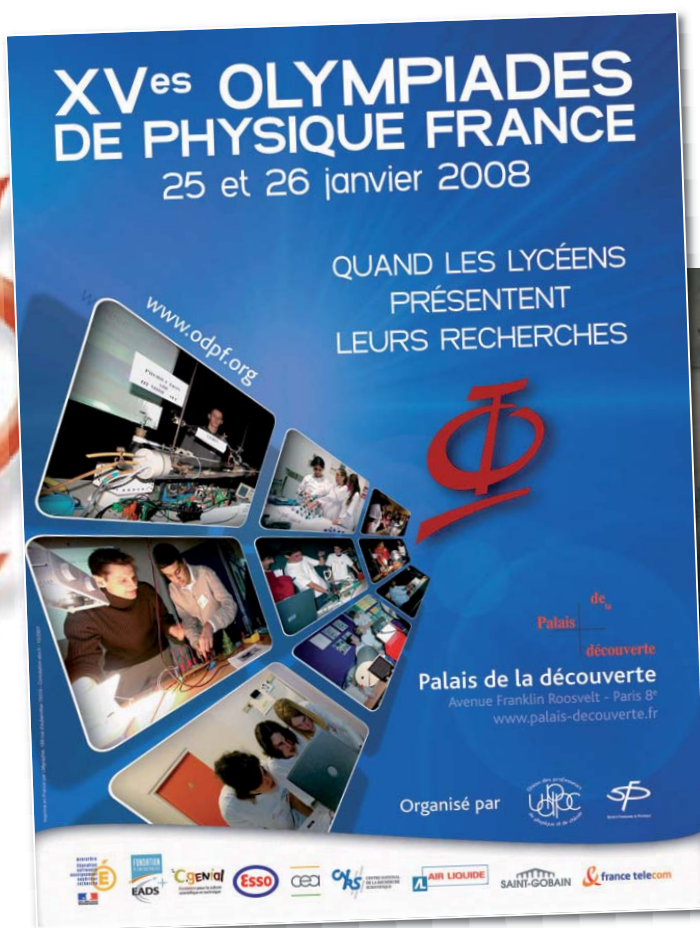
– 2009 a été déclarée Année Mondiale de l'Astronomie (AMA09) par les Nations unies et l'UNESCO. Or, chaque année, environ un quart des projets des Olympiades de physique France sont dédiés à des problèmes astronomiques, souvent relatifs à l'observation du ciel (détection de météores, imagerie, astrométrie, spectroscopie de divers objets, classification des étoiles, etc.). C'est dans ce contexte que l'édition 2009 a reçu le label AMA09. Le comité national encourage donc les candidatures de sujets d'astronomie qui seront évalués par un jury incluant plusieurs astronomes et bénéficieront de prix spéciaux. En parallèle aux autres projets, **l'édition 2009 des Olympiades de physique France sera donc spécialement dédiée à l'astronomie**, afin d'encourager les lycéens à découvrir cette science, et pourquoi pas de développer des vocations prêtes à se révéler, en donnant plus de visibilité à l'astronomie dans les lycées. Des structures comme les observatoires nationaux, des associations comme la Société astronomique de France ou les clubs d'astronomie amateur pourraient aider les enseignants et les élèves dans le choix d'un thème de travail et leur apporter éventuellement un soutien efficace. ●

Pour tous renseignements relatifs au concours des Olympiades de physique France et à l'AMA09 :
<http://www.odpf.org>
<http://lerma7.obspm.fr/ama09/index.php>



L'ASTRONOMIE AUX OLYMPIADES de PHYSIQUE

2008



découverte ces jours-là ; ils seront admiratifs et impressionnés par l'enthousiasme, les qualités scientifiques et la maîtrise d'exposition des scientifiques en herbe participant aux Olympiades. Au sortir de l'exposition, Claude Cohen-Tannoudji, Prix Nobel, s'exprimait ainsi : « *Je viens*

Pour l'édition 2008 de cette manifestation, les 25 et 26 janvier derniers, le Palais de la découverte offrait aux acteurs et aux observateurs son cadre prestigieux. C'est devenu une tradition, depuis la création il y a quinze ans des Olympiades de physique, de voir ce haut lieu culturel scientifique envahi par des groupes de jeunes lycéens venus de partout en France pour présenter leurs travaux devant un jury composé de scientifiques de tous horizons : chercheurs, enseignants, industriels et même journalistes. Tous les groupes candidats participent ensuite à une vaste exposition où ils peuvent renouveler les démonstrations, reprendre leurs explications à l'intention des nombreux visiteurs. À l'issue de ce concours national, chaque équipe participante reçoit une récompense personnalisée (visite de grands laboratoires, matériels scientifiques, livres, abonnements à des revues, etc.) et les journées se terminent dans une atmosphère décontractée où la science est à la fête. Que tous ceux qui doutent de l'intérêt des jeunes, aujourd'hui, pour les disciplines scientifiques viennent faire un tour au Palais de la

de passer deux heures tout à fait passionnantes à regarder les projets que vous avez réalisés. »

Quels sont-ils ces projets ? Parfois, les titres laissent rêveurs car ils ne manquent pas d'humour et il faut être dans le secret des dieux pour deviner de quoi il s'agit ! Quelques exemples pour ce cru 2008 : "Le bozo-bozo", "Le ballon voit rouge", "Les champs sons d'eaux" ou encore "L'affaire Tournesol". Mais, assez souvent, c'est plus évident, comme c'était le cas pour les 3 sujets touchant à l'astronomie "Vous avez dit Algolides ?", "Détection des exoplanètes par effet Doppler" et "Comment étudier les petits corps du Système solaire en restant sur Terre ?"

Nous laissons la parole aux acteurs eux-mêmes pour qu'ils présentent à nos lecteurs ces projets touchant à l'astronomie, qui représentent pour chaque équipe un travail de longue haleine, mené sur plusieurs mois, généralement avec l'accompagnement d'un de leurs professeurs et toujours avec ténacité, grande curiosité et esprit d'innovation.

M.C. Paskoff ●



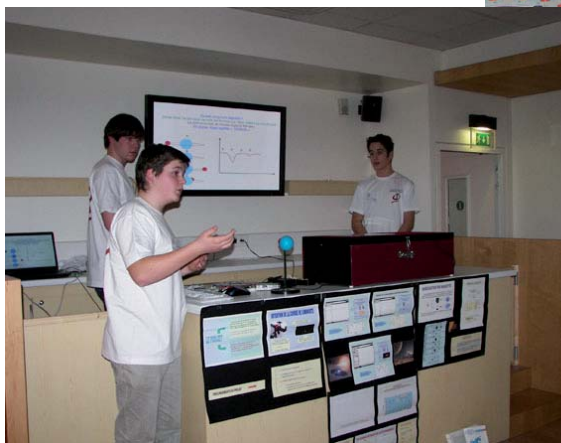
NIORT
Lycée
Saint-André 79

Vous avez dit "Algolides" ?

HISTORIQUE du PROJET

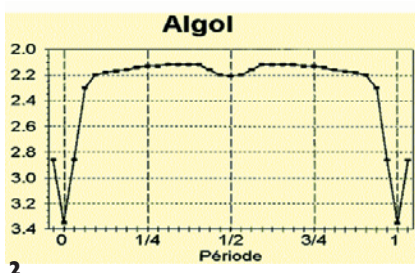
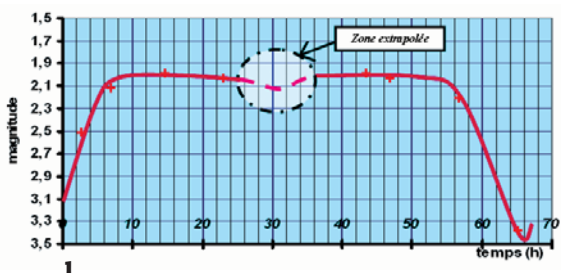
L'idée de ce projet nous est venue de deux facteurs : tout d'abord l'intérêt que nous portons à l'astronomie, et ensuite la possibilité qu'offrait un professeur d'accompagner un projet scientifique de groupe, en utilisant le matériel qu'il mettait à notre disposition (lunette de 120 mm, logiciel du laboratoire de physique du lycée).

Le choix des Algolides (étoiles dont l'éclat varie du fait qu'elles sont constituées de deux soleils qui s'éclipsent et



3. La maquette Algol

deux lampes montées sur un support mobile et passant successivement l'une devant l'autre. La mesure de l'intensité lumineuse ainsi créée était alors réalisée par le biais d'un luxmètre couplé au logiciel de capture LATIS PRO, dont le lycée est équipé pour son laboratoire de sciences. Nous pouvions ainsi tracer les courbes en direct sur un ordinateur (fig. 2)...



1. Courbe obtenue à partie de nos observations avec la lunette.
2. - Courbe obtenue avec la maquette et le logiciel Latix Pro.

qui tirent leur nom d'Algol ou Persée, la plus connue d'entre elles) s'est fait tout simplement car ce domaine d'étude permettait, à la fois, de réaliser des observations, et de tenter de modéliser les courbes de variation de lumière et de les comparer aux observations.

Parmi notre groupe, nous sommes trois élèves à avoir porté ce projet jusqu'à son terme. Cela nous a demandé un an de travail, avec comme final la présentation de nos travaux aux *Olympiades de physique* à Paris. Nous nous réunissions chaque mercredi après-midi pour tirer parti des observations réalisées lors de soirées (le vendredi) au domicile du professeur encadrant, ainsi que des essais de construction d'une maquette servant de support au modèle de courbe de lumière

RÉALISATIONS

Tracer la courbe de lumière d'Algol à partir de photos faites à l'aide d'un appareil numérique monté en parallèle sur la lunette équipée d'une monture robotisée n'a pas été le plus dur de ce projet. Nous déterminions la magnitude lors de la prise de vue grâce au logiciel IRIS, par la méthode de photométrie d'ouverture qui consiste à comparer la magnitude inconnue de l'étoile photographiée avec les magnitudes connues d'autres étoiles présentes sur la même photo, puis nous complétions le puzzle des différentes mesures afin d'obtenir une courbe qui s'est révélée assez ressemblante à la réalité (figure 1).

Le plus gros du travail a été la construction de la maquette modélisant le système d'Algol : l'idée était de simuler les éclipses des composantes du système à l'aide de

Il a fallu beaucoup de temps, d'idées, d'échecs aussi, pour en arriver à la maquette finale ! Nous avons eu, entre autres, beaucoup de mal à obtenir des courbes régulières et conformes aux observations du fait de l'intensité très faible des lampes. La moindre variation d'éclat se traduisait par des pics parasites, et la forme des filaments des ampoules entraînait des erreurs...

Au final, notre maquette est constituée d'une boîte noire dans le couvercle de laquelle nous avons placé une lampe fixe alimentée en 6 V, et d'un support circulaire mobile, animé par un moteur de monture de télescope sur lequel nous disposons deux caches qui simulent les deux éclipses des composantes de l'Algolide étudiée (fig.3). Chaque cache a une dimension choisie selon l'Algolide, et passe devant la

lampe fixe, en l'absence de toute lumière parasite car le luxmètre est intégré à la paroi de la boîte noire.

Les courbes obtenues apparaissent point par point, et nous les lisons à l'aide du logiciel pour qu'elles soient plus régulières. Nous sommes ainsi capables de simuler correctement les courbes de lumière de nombreuses Algolides (W UMa, Shéliak, Algol...). Notre maquette est en constante recherche pour ce qui est des améliorations à lui apporter, en particulier en ce qui concerne la sensibilité et la reproductibilité

des mesures. Elle n'est pas parfaite, mais donne une bonne approche des systèmes étudiés.

LES OLYMPIADES À PARIS

Magnifique souvenir, avec le stress, les rencontres avec des scientifiques de haut niveau, et le partage des autres projets. Nous avons choisi de prendre le risque de tracer la courbe de lumière d'Algol en direct, et de rendre notre exposé plus agréable en utilisant une présentation parallèle avec un diaporama PowerPoint de la maquette.

Ces quelques jours au Palais de la découverte ont été la récompense à tous nos efforts, et ont permis de valoriser nos recherches.

Nous exposerons nos travaux au CDI de notre lycée, et lors de journées d'astronomie que nous souhaitons organiser, car nous pensons que faire partager notre passion est la meilleure façon de rendre la science attractive et de donner envie à d'autres élèves de se lancer dans cette belle aventure.

Florian J., Jean-Baptiste B. et Paul P.

Notre aventure a commencé au début de l'an dernier quand nous avons décidé de travailler sur un projet d'astronomie concernant un sujet phare de ces derniers temps : la découverte des exoplanètes. Notre objectif a été la construction d'une maquette permettant d'étudier la détection de vitesses radiales (effet Doppler), technique fondamentale permet-

modifiée par effet Doppler (plus courte si le signal se rapproche, plus longue dans le cas contraire). Pour mesurer la fréquence Doppler qui est proportionnelle à la vitesse radiale, nous avons utilisé un multiplieur (produit de la tension aux bornes de l'émetteur et aux bornes du récepteur) puis un filtre passe-bas laissant passer les basses fréquences dans lesquelles se

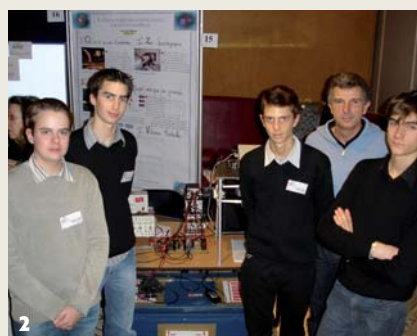
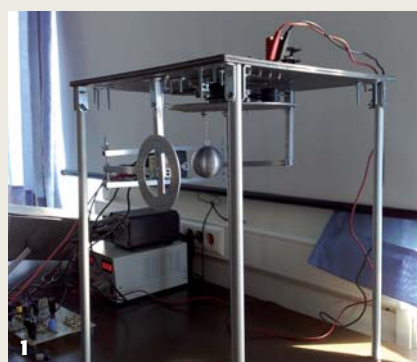


Détection des exoplanètes par effet Doppler

tant la découverte d'exoplanètes. Notre montage, qui fut le fruit de nombreuses modifications, simule les oscillations d'une étoile dues à la présence d'une planète. Dans notre simulation, ce sont des ondes ultrasonores qui joueront le rôle des ondes lumineuses de la réalité. L'étoile principale est une sphère métallique animée d'un mouvement de révolution. Elle reçoit des ultrasons venant d'un émetteur et les renvoie vers un récepteur. Dans notre montage mécanique, le déplacement de la sphère selon une trajectoire circulaire est obtenu grâce à l'entraînement par un essieu de voiture pour pouvoir la supporter et obtenir ainsi la stabilité nécessaire. Tout cela est alimenté par 2 moteurs de jouets-robots que l'on a associés pour obtenir plus de puissance. (photo 1). La partie électronique est composée d'un filtre passe-bas, d'un multiplieur, d'un émetteur et récepteur à ultrasons et pour finir d'un oscilloscope qui nous permet de visualiser les variations de longueurs d'ondes ultrasonores dues aux oscillations de l'étoile. La longueur d'onde du signal reçu est

située la fréquence Doppler (autour de 80 Hz). À partir de ces fréquences nous sommes en mesure d'établir les courbes de vitesses radiales en fonction de la position de la sphère (étoile) sur sa trajectoire. En plus de notre manipulation, nous avons présenté une partie plus théorique dans laquelle nous réalisons l'exploitation numérique d'une courbe de vitesses radiales permettant de déterminer les différentes caractéristiques du couple formé par une exoplanète et son étoile. Réaliser ce projet fut pour nous une expérience très enrichissante tant sur le plan scientifique que sur le plan humain. Nous avons découvert la science sous un autre jour et nous remercions M. Martin, notre professeur, de nous avoir encadré et donné de son temps. (photo 2). Un exemplaire de notre rapport peut être obtenu en écrivant à l'adresse suivante : romain.viollette@gmail.com.

**Adrien A.V., Nicolas I.,
Geoffroy P. et Romain V.**





Lycée
Xavier-Marmier
Pontarlier
25

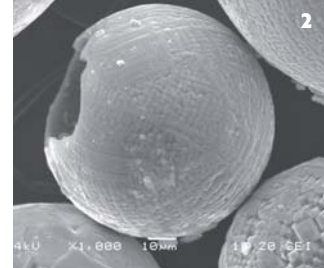
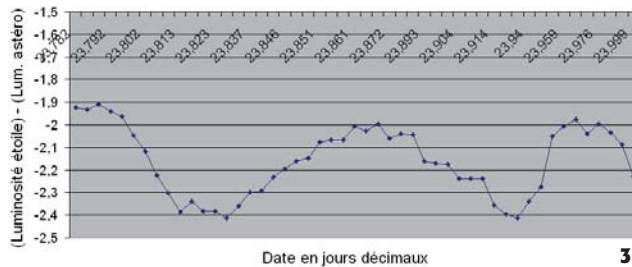


Comment étudier les Petits corps du Système solaire tout en restant sur Terre ?

Depuis la Terre, les humains ont les plus grandes difficultés à explorer l'espace environnant, tant pour des raisons d'argent que de technicité. Donc, tout en restant chez soi, comment peut-on étudier ces petits corps du Système solaire, les astéroïdes et les météorites qui en sont issues ? Dans un premier temps nous avons essayé de récolter des débris de ces astres sur Terre sous la forme de micrométéorites, et enfin, comme des échantillons ne suffisaient pas à rendre compte d'un corps dans sa globalité, nous sommes passés du microscopique au macroscopique avec l'observation d'un astéroïde, dans le but d'en déterminer la période de rotation.

COLLECTE DE MICROMÉTÉORITES ET... QUELQUES DÉCEPTIONS

Nous nous sommes intéressés particulièrement aux micrométéorites car il faut savoir que sur les 11 000 tonnes de météorites tombant chaque année, plus de la moitié sont si petites qu'on ne les remarque même pas : les micrométéorites. Vous avez probablement tous déjà vu une étoile filante, c'est-à-dire une roche rentrant dans l'atmosphère : elle émet de la lumière car le frottement la chauffe à des milliers de degrés, elle devient une météorite, et dans le cas d'une micrométéorite, elle fond entièrement pour prendre la forme de sphérule. C'est cette forme caractéristique que nous avons recherchée dans les poussières atmosphériques. Bon nombre d'expériences ont été infructueuses, comme par exemple la collecte de la boue au fond d'un récupérateur d'eau, ou encore des balades à traîneau magnétique (photo 1) sur la steppe enneigée du plateau jurassien (car les météorites sont composées majoritairement de fer). Par contre, nous avons réussi à en récupérer des centaines en faisant passer l'eau s'écoulant du toit dans une bouteille percée contenant un aimant, et puis en fondant la surface d'une grande étendue neigeuse et en pêchant les poussières métalliques qui en étaient prisonnières. Au total, nous avons récolté environ 300 sphérules de 50 micromètres de diamètre et nous les avons classées selon deux critères, leur texture et leur couleur, en 4 catégories : ferreuses, vitreuses, or, et boules de neige. Certaines avaient même un flagelle rappelant des petits spermatozoïdes... Apparemment nos sphérules ressemblaient bien aux micrométéorites trouvées par les scientifiques en Antarctique, mais selon notre récolte, il en tomberait 5 300 milliards de tonnes par an, contre les 6 000 tonnes officielles... il y avait donc des intruses dans les échantillons, liées à la pollution. L'opportunité nous a été donnée de les faire analyser avec un microscope électronique à



paré à ce que l'on obtient avec des modèles plus réalistes, comme des pommes de terre éclairées par une lampe et filmées par une webcam. Grâce au logiciel IRIS, des graphiques de luminosité en fonction du temps ont pu être tracés, et à chaque fois il nous a été possible de déterminer la période de rotation. Avec une pomme de terre de forme ellipsoïdale, la courbe de lumière obtenue se superposait parfaitement à celle de l'ellipsoïde parfait, preuve que le modèle mathématique est confirmé par le modèle intermédiaire physique.

balayage et un analyseur de rayons X (photo 2). Nous avons dû sélectionner quelques sphérules, qui malheureusement ne se sont pas révélées être formellement de vraies micrométéorites ! Car si la composition de certaines ne laissait aucun doute quant à leur origine industrielle, d'autres en revanche laissaient planer un doute du fait de leur surface relativement semblable ou de leurs compositions comparables. Il aurait fallu réaliser des coupes de ces sphérules pour en avoir le cœur net, mais le temps et l'argent ne nous l'ont pas permis...

Ainsi on peut récolter aisément de nombreuses particules sphériques dans l'atmosphère, qui sont de la pollution plus que des micrométéorites. Cela dit comme nous n'avons pu analyser qu'une infime partie de nos échantillons, il est très probable qu'en définitive nous ayons quand même "flirté" avec de la matière extraterrestre !

LA PHOTOMÉTRIE D'ASTÉROÏDES

La 2^e partie de nos travaux a concerné la photométrie d'astéroïde, car connaître la composition de ces corps n'est qu'une partie du problème : connaître leur période de rotation et leur forme d'un tel corps est également très intéressant.

Dans un premier temps nous avons modélisé mathématiquement un ellipsoïde (sorte de ballon de rugby) pour simuler un astéroïde "parfait" tournant sur lui-même. En supposant que la lumière qu'il nous renvoie dépend de l'aire que l'on voit de cet objet, un graphique de l'aire observée (= luminosité) en fonction du temps a été réalisé. Puis nous l'avons com-

paré à ce que l'on obtient avec des modèles plus réalistes, comme des pommes de terre éclairées par une lampe et filmées par une webcam. Grâce au logiciel IRIS, des graphiques de luminosité en fonction du temps ont pu être tracés, et à chaque fois il nous a été possible de déterminer la période de rotation. Avec une pomme de terre de forme ellipsoïdale, la courbe de lumière obtenue se superposait parfaitement à celle de l'ellipsoïde parfait, preuve que le modèle mathématique est confirmé par le modèle intermédiaire physique.

Alors nous nous sommes lancés avec confiance dans l'étude d'un vrai astéroïde, en sachant que nous pourrions interpréter correctement sa courbe de lumière. Cette confiance a été de courte durée car, quand il ne neigeait pas, impossible de repérer l'objet avec le télescope, ou alors c'était les astéroïdes eux-mêmes qui n'étaient pas assez lumineux pour nos mesures... Finalement nous avons jeté notre dévolu sur 349 Dembowska qui passait par là, et que nous avons pu suivre environ six heures. Au final, après traitement, la courbe nous a révélé une période de 4,65 heures et une allure attestant d'une forme ellipsoïdale, ce qui ne pouvait pas mieux tomber car Dembowska est un astéroïde ellipsoïdal tournant sur lui-même en 4,7 heures (fig. 3).

ÉPILOGUE

Après cette formidable aventure qu'ont été les Olympiades de physique, nous sommes maintenant prêts à aller en Antarctique, ce milieu préservé de toute pollution industrielle, pour y réaliser des mesures "professionnelles" grâce à nos techniques de récolte désormais éprouvées et imparables. N'oublions pas que cet apport de matériel extraterrestre sur Terre a été bien plus important par le passé, et ces micrométéorites ont pu être déterminantes quant à l'apparition de la vie. De même l'étude des astéroïdes par photométrie se révèle être un moyen économique d'obtenir des informations précieuses sur ces corps.

Florian J. et Sylvain T.