
 OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE



Olympiades de physique

Jacqueline TINNÈS

Le troisième concours national a eu lieu à Paris au lycée Henri IV dans un cadre fonctionnel et agréable qui a plu à tous.

Il n'y a pas eu cette année de concours régional, les vingt groupes* candidats se sont déplacés à Paris, toutefois certains d'entre eux avaient déjà présenté leur travail lors d'une manifestation locale. On aurait pu penser que l'absence de «filtre régional» aurait influé sur la qualité de la présentation. Il n'en a rien été. Cette constatation, confirmée par le jury, nous conforte dans l'idée de valoriser au maximum l'ensemble des équipes lors du prochain concours, à l'échelon régional comme à l'échelon national.

Le stress, le trac préliminaire des élèves (et des professeurs !) mais aussi l'enthousiasme et la joie d'être présent n'ont pas manqué au tableau. La chaleur de la cérémonie de la remise des prix est une belle récompense pour les groupes et leurs responsables et aussi pour les organisateurs.

Une fois encore, le jury a retenu comme critères principaux la maîtrise de sujet traité, la rigueur de la démarche, la qualité de la présentation orale. Il a récompensé aussi bien des expériences d'envergure soutenues sur le plan du matériel par un laboratoire ou une entreprise que des travaux plus modestes, réalisés avec du matériel qu'on trouve couramment au lycée.

Chantal MONTEIL, qui a assuré pendant trois ans la plus grande partie de l'organisation matérielle de ces Olympiades, va passer le relais à Denise THÉVENIN de l'académie de Versailles. Les responsables nationaux mais aussi les délégués régionaux et tous les collègues qui

* On trouvera dans les pages suivantes un résumé du travail de la plupart des groupes (ordre alphabétique d'académies). Quelques résumés (non parvenus) paraîtront dans le B.U.P. n° 775, juin 1995.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

ont encadré des groupes la remercient très chaleureusement du travail rigoureux et efficace qu'elle a fourni et de l'écoute attentive et continue qu'elle a su prodiguer à tous.

ET MAINTENANT ?

Le fruit de ces trois premières années doit être disponible pour tous, pour inciter d'autres groupes à se constituer bien sûr, mais aussi pour apporter des idées nouvelles, exploitables dans nos classes.

C'est pourquoi un premier recueil des sujets abordés, écrit à partir des dossiers présentés par les groupes, va être publié dans quelques mois.

Il est vrai que la période actuelle n'est pas propice à la mise en route de groupes participants, étant donné le surcroît de travail imposé par la mise en place des nouveaux programmes. Il est vrai aussi que le travail à fournir pendant cinq mois lors de l'année de terminale pour les élèves qui passent un examen en juin est contraignant.

Comme vous avez pu le voir dans le bulletin d'avril nous avons proposé un nouveau mode d'organisation.

Les élèves de première y seront davantage concernés. On peut regretter la plus grande maturité des élèves de terminale, mais une plus grande disponibilité des élèves, voire un plus grand enthousiasme, doivent au contraire être bénéfiques. On peut aussi penser que le point de départ du groupe peut se situer au sein de la classe dans le cadre non contraignant de l'option sciences expérimentales de première S.

Les professeurs ont besoin de trouver facilement une aide, y compris lors de la recherche de leur sujet. Nous sommes convaincus de l'importance d'une équipe de pilotage académique regroupant U.d.P., S.F.P., chercheurs, industriels et I.P.R. C'est ce que nous allons essayer de renforcer.

Nous avons toujours su que l'entreprise était délicate et demandait un investissement important de la part des professeurs. Nous espérons avoir progressé en obtenant pour l'année prochaine, un contingent d'H.S.A. réparti par académie et qui ne peut être accordé que pour une

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

année scolaire entière, autre raison qui a poussé à la modification du calendrier.

Enfin, vient de paraître au B.O. n° 14 du 6 avril 1995 - p. 1290 un nouveau texte sur les ateliers scientifiques. Le groupe «Olympiades de Physique» doit pouvoir rentrer dans ce cadre.

PARTICIPEZ AUX OLYMPIADES DE PHYSIQUE

- Pour l'évolution de notre enseignement : expériences nouvelles pour tous, autres modes de travail, ouverture du lycée.
- Pour le développement de qualités insoupçonnées chez les élèves, et pas seulement les «meilleurs de la classe».
- Pour le plaisir de s'investir (en équipe) dans une démarche scientifique de longue haleine.

ORGANISATION DU QUATRIÈME CONCOURS

Samedi 10 juin 1995

Date limite d'inscription des groupes.

Année 1995-1996

Travail du groupe sur l'année de première S (tout groupe constitué différemment peut également être candidat).

Fin mai 1996 ou octobre 1996

Concours régional (en accord si possible avec la fête de la science) : ces deux possibilités ont été discutées lors de la réunion des professeurs qui a eu lieu au lycées Henri IV.

Fin novembre 1996

Concours national.

POUR VOUS INSCRIRE AU QUATRIÈME CONCOURS DES OLYMPIADES DE PHYSIQUE

Demandez un dossier d'inscription à votre correspondant académique physique.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

Retournez ce dossier avant le 10 juin 1995 (date impérative pour permettre l'obtention des H.S.A.) à :

Denise THÉVENIN - 61, avenue de Buzenval - 92500 RUEIL-MALMAISON.

Tél et Fax : (1) 47.16.02.03.

Résultats du troisième concours national des Olympiades de Physique *23 et 24 mars 1995*

Académie	Lycée	Sujet	Prix ou mention
Besançon	Jules Haag 25000 Besançon	Aérodynamisme et écoulement des fluides	1 ^{er} prix
Montpellier	Diderot 11000 Narbonne	Construction d'un intensificateur d'images Application à l'astronomie	1 ^{er} prix
Versailles	Saint-Exupéry 78000 Versailles	Chambre à brouillard permanent	1 ^{er} prix
Aix-Marseille	Félix Esclançon 04100 Manosque	Étude expérimentale des modes propres d'une structure	2 ^e prix
Besançon	Jules Haag 25000 Besançon	A propos de conduction et de convection	2 ^e prix
Nantes	Ext. des enfants nantais 44000 Nantes	Interférométrie holographique	2 ^e prix
Corse	de Porto-Vecchio 20137 Porto-Vecchio	Automatisation de la recherche des objets du ciel	Prix de l'U.d.P.
Lille	Pasteur 59490 Somain	Réalisation d'une mini- station d'épuration	Prix de l'environnement
Lyon	Saint-Exupéry 69000 Lyon	A la découverte de l'imagerie numérique	Pris de la S.F.P.
Orléans	Pothier 45000 Orléans	A la recherche de la cohérence	Prix du Palais de la Découverte



Étude des modes propres d'une structure Conception d'un instrument de musique en cristal

LYCÉES

Lycée Félix Esclangon - 04100 Manosque (*Aix-Marseille*)

Lycée tchèque d'Olmouc -

ANIMATEURS

André MEGEL, professeur de physique

Marie-Noëlle OLIVE, documentaliste

Jean-Noël AUBERTOT, professeur de physique

Cette année, ce sont trente-cinq élèves qui ont été candidats pour ces troisièmes Olympiades de Physique où le lycée Esclangon a déjà été représenté trois fois. Le choix fut difficile pour n'en retenir que huit.

D'autre part, notre lycée étant jumelé avec le lycée tchèque d'Olmouc, nous avons travaillé en commun avec six élèves tchèques.

Le travail commencé en juin peut être divisé en cinq parties :

- Une présentation théorique du sujet sous forme de cours.
- Une étude expérimentale dans un laboratoire du C.E.A. L'étude a été faite sur des poutres par vibrométrie laser utilisant l'effet Doppler. Elle a conduit à établir l'expression des fréquences propres d'une poutre.
- Une étude de modélisation qui a utilisé un logiciel du C.E.A. : CASTEM 2000 et un logiciel R.D.M. au lycée Esclangon.
- La mise au point par un élève d'une expérience de résonance permettant de retrouver les modes propres d'une poutre.
- La conception de deux instruments de musique ; l'un utilisant les poutres l'autre utilisant les coques. Dans les deux cas, la méthode a consisté à obtenir, par le calcul, les caractéristiques des structures qui, en vibrant, engendrent le son de la fréquence choisie, puis de faire

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

construire à un maître verrier les structures correspondantes et enfin de vérifier le son produit à l'oreille, par vibrométrie et avec le logiciel Son.

Comme les autres années, le travail a beaucoup intéressé les élèves qui ont ainsi abordé les notions de physique suivantes :

- oscillations mécaniques,
- cordes vibrantes,
- tuyaux sonores,
- ondes stationnaires,
- effet Doppler,
- résonance,
- laser,
- qualité des sons,
- modélisation, etc.

Tous les objectifs fixés ont été réalisés. Le travail s'est terminé par la rédaction d'un mémoire, la présentation en vingt minutes devant le jury au lycée Henri IV et les réponses aux questions posées par le jury.

Ces trois exercices représentent un travail difficile, mais fort intéressant, et formateur pour les élèves. Ajouté au travail expérimental dans un laboratoire extérieur, il donne à la formule des Olympiades de physique une grande richesse. Cela contribue certainement, à côté de l'Enseignement de Spécialité, à mieux faire connaître la physique et à donner à nos élèves le goût de la pratiquer.



A propos de conduction et de convection

LYCÉE

Lycée Jules Haag - 25000 Besançon (*Besançon*)

ANIMATEUR

D. SACEPÉ, professeur de physique

C'est une réflexion d'élève qui m'a conduit à traiter ce sujet. En effet un jour un jeune à l'esprit très curieux m'a dit : «On nous parle de chaleur et de température avec des calorimètres mais je n'arrive pas à me représenter ce qui se passe réellement». Un rapide sondage m'a révélé qu'il n'était pas le seul dans cette situation et c'est comme cela que l'idée de ce sujet est née.

PLAN

On s'étonne de la différence observée entre ce qui se passe dans une tasse en porcelaine et une tasse en métal lorsqu'on y a versé du café chaud. On met en évidence le fait que le phénomène observé est variable dans l'espace et dans le temps.

Étude de la loi de variation de la température en fonction du temps

- Choix du capteur et mise au point du dispositif nécessaire pour faire une bonne modélisation du phénomène. Mise en évidence expérimentale de la convection dans un plan horizontal...
- Analogie électrique (dans le but de définir ce qu'il faut considérer comme «paroi» en thermique. Visualisation d'une paroi : convection verticale dans un gaz / solide / convection dans un liquide (plumes de chaleur).

Étude de la répartition des températures dans l'espace

- Conduction : Relevé des températures de long d'une barre métallique chauffée à une de ses extrémités. Visualisation des différences de conductivité de matériaux divers (conducteurs, isolants).

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

- Convection : Au cours de l'exposé on a eu l'occasion de visualiser les cas les plus courants, c'est-à-dire les cas où la convection donne lieu à des mouvements désordonnés. C'est alors que nous avons visualisé des cellules de Bénard-Marangoni. Cette dernière expérience montre bien que l'on peut passer d'un état chaotique à une organisation stable quand certaines conditions sont réalisées.

Conclusion

- Après ce travail nous nous faisons une meilleure représentation de ce que l'on nomme température d'une part et chaleur d'autre part.
- Nous avons utilisé les lois de prévision classiques de la physique mais aussi nous avons «ouvert une fenêtre» sur un autre domaine qui s'appelle le chaos et qui préoccupe actuellement de nombreux chercheurs (voir Pour La Science, janvier 1995).

RÉFLEXION DU PROFESSEUR

Le sujet a motivé un groupe important d'élèves (neuf). Nous avons démarré en octobre 1994 ; nous n'avons disposé que de cinq mois pour faire ce travail, il a donc fallu mettre les bouchées doubles.

Nous avons pu faire un travail transversal (thermique, optique, électricité...).

L'élève s'est souvent senti à égalité avec le professeur en particulier lorsqu'il s'est agi de traiter des parties du sujet qui ne s'enseignent pas couramment en lycée. J'ai pu remarquer que ce type de situation induisait un surcroît de motivation. Enfin, j'ai aussi remarqué que cette forme de travail où nul ne se sent jugé ou évalué à chaque instant, mais apprécié pour ses compétences, son imagination, sa créativité, a attiré des élèves qui sont habituellement repliés sur eux-mêmes dans l'enseignement traditionnel.

Donc le bilan a été très positif sur tous les plans et nous sommes prêts à repartir l'année prochaine. Aussi nous tenons à remercier expressément pour leur importante aide financière les entreprises EDF, AÉROSPATIALE et RENAULT sans lesquelles ces projets n'auraient pu être menés à bien. Nous sommes aussi très reconnaissant à l'équipe de l'U.d.P. pour la qualité de l'organisation.



Études aérodynamiques à l'aide d'une maquette de soufflerie

LYCÉE

Lycée Jules Haag - 25000 Besançon (*Besançon*)

ANIMATEUR

B. PORTEHAULT, professeur de physique

Ce projet, fondé sur la passion de quatre élèves, qui pour l'aéromodélisme, qui pour la formule I, avait pour but de mettre en évidence quelques grandeurs physiques fondamentales dans l'aérodynamique et de tenter d'établir un lien logique entre ces grandeurs, leur évolution et les grandeurs pratiques utiles à l'ingénieur : portance et traînée aérodynamiques.

L'ÉQUIPEMENT INSTRUMENTAL

Il a dû être pratiquement entièrement construit (rien dans les catalogues de vraiment satisfaisant) :

Une maquette de soufflerie à conduit, déjà imposante ($250 \times 50 \times 80 \text{ cm}^3$), le flux d'air étant animé par un ventilateur de voiture, la vitesse du flux restant faible (environ 10 m/s maxi).

Divers accessoires de mesure de force (ici sous forme de balance, à perfectionner si possible sous forme de dynamomètres, mais il faut une sensibilité importante, et il y a des problèmes de stabilité).

Un système de mesure de pression (très sensible, vu les faibles vitesses) : nous avons utilisé des sondes EUROSMART donnant un signal de 1 V pour 100 Pa ; les dépressions maximum enregistrées dans nos conditions d'expérience sont de l'ordre de 20 Pa.

Un système de visualisation des veines d'air : nous avons utilisé de la fumée d'encens injectée à basse vitesse. Si vous trouvez quelque chose à odeur moins tenace, faites-moi signe !

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

Diverses «maquettes» à tester : profil d'aile de voiture, et formes simples pour comprendre les bases : cylindre, demi-cylindre, plaque plane inclinable, ...

LES ÉTUDES MENÉES

Les élèves ont commencé par **l'évaluation des forces de traînée** sur une sphère ou une demi-sphère ou une plaque plane plus ou moins inclinée.

Ils ont d'abord à peu près vérifié la proportionnalité de la traînée et du «maître couple» (attention à ce que celui-ci reste assez petit devant la section du conduit). Ils ont également fait varier la vitesse de l'air et étudié son influence.

Ils ont ensuite étudié **la portance**, principalement sur un profil d'aile, ont montré l'influence de l'angle d'incidence et montré les problèmes de stabilité dus au déplacement du centre de poussée, et la résolution pratique de ce problème par l'utilisation d'ailerons stabilisateurs arrière. Ils ont également, dans le cas de l'aile, vérifié l'action des «volets».

Afin de pouvoir justifier physiquement les observations, nous avons mené des études de **pression** : sur les différents objets, en tous points à la surface du profil, et ceci aussi bien dans la direction normale à la surface que tangentielle à cette surface, ce qui permet de se faire une idée de la direction de circulation de l'air, par exemple derrière l'obstacle. On obtient ainsi une sorte de «cartographie des pressions» qui permet de retrouver la forme de la couche limite et de donner une approche de cette importante notion. Bien entendu, nous avons fait varier les paramètres, en particulier de positionnement de l'objet et de vitesse de l'air.

Le dernier volet de l'étude, et le plus spectaculaire peut-être, concerne la **visualisation des filets d'air** à l'aide, ici, de fumée d'encens et d'une «nappe Laser». La première expérience consistait simplement à vérifier la laminarité du flux d'air dans le conduit (le nombre de Reynolds était de l'ordre de 10^5). Après quoi nous avons visualisé ces filets sur les profils simples, puis sur un profil de voiture en mettant en évidence le rôle des ailerons stabilisateurs des «formu-

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

les I», mais les résultats obtenus pour les «becquets» sont plus douteux. La visualisation de la couche limite concorde bien avec les mesures de pression.

LA MÉTHODE DE TRAVAIL ET LE DÉROULEMENT DU PROJET

Le groupe comprenait quatre élèves de terminale : un terminale S «classique» (spécialité math), deux terminale S à option technologie (n'ayant pas pris de spécialité supplémentaire), un terminale technologique «STF» (analogue aux anciennes F10). Aucun n'était de mes élèves, et le groupe s'est constitué de façon autonome : j'avais présenté l'an dernier un sujet analogue mais beaucoup moins «creusé», ce sujet n'avait pu passer le «cap» des épreuves régionales, en regard de la qualité de l'autre groupe de Besançon. Les quatre élèves ci-dessus me sont alors littéralement «tombés dessus» pour reprendre l'idée de l'aérodynamisme à peine un mois après le concours national 1994.

Dans un premier temps, nous nous sommes renseignés auprès de l'Institut de Génie Énergétique de Belfort (qui possède plusieurs souffleries, y compris supersoniques), où les professeurs PORCARD et PRENEL nous ont conseillé et fourni des plans de maquettes de soufflerie.

La soufflerie a été construite par un parent bricoleur de génie pendant les vacances d'été et nous avons pu expérimenter presque aussitôt, après une réflexion théorique permettant d'optimiser la démarche. Le cheminement a réellement été celui donné ci-dessus, à raison de deux ou trois heures par semaine, plus évidemment le «coup de bourre» final, pendant lequel j'ai laissé un maximum d'initiative aux élèves (surtout pour la rédaction du rapport).

Il y aurait encore beaucoup à dire sur le sujet lui-même, les répercussions de ce travail sur les élèves (études, démarche scientifique, vie du groupe) : vous pourrez éventuellement me contacter, mais ne me posez pas de questions pointues sur l'aérodynamisme : je ne suis absolument pas spécialiste de la chose.

Un mot pour terminer : ce que j'apprécie par dessus tout dans la formule des Olympiades de la Physique : la *LIBERTÉ* même si elle se paye (en temps surtout !).



Automatisation des déplacements d'un télescope

LYCÉE

Lycée de Porto-Vecchio - 20137 Porto-Vecchio (*Corse*)
En collaboration avec l'Astro-Club

ANIMATEUR

Gérard FERRANT

Nous avons conçu une interface, un manche de commande et un logiciel permettant de commander les déplacements des moteurs pas à pas d'une monture de télescope.

Le manche de commande permet à l'observateur de provoquer des déplacements du télescope dans une direction quelconque et à vitesse variable, afin de recentrer un objet dans le champ de l'oculaire, se «déplacer» à la surface d'un objet de grande dimension (la lune en particulier) ou rechercher un objet visible à l'œil nu (planètes par exemple) sans l'aide de l'ordinateur.

Il est utilisé en début d'observation pour pointer le télescope vers une étoile de référence dont le nom est indiqué à l'ordinateur. A la demande, ce dernier envoie ensuite aux moteurs, via l'interface, tous les signaux nécessaires pour pointer le télescope vers de nouveaux objets (étoiles, nébuleuses, galaxies, ...) dont plusieurs milliers sont en mémoire dans l'ordinateur.

La liaison ordinateur-interface se fait via la sortie imprimante de l'ordinateur sans modification aucune.

Il est possible de modifier simplement les paramètres du logiciel de façon à le rendre utilisable sur tout type de monture équatoriale.



Faire de la physique en montagne

LYCÉE

Lycée polyvalent Saint-Joseph - 74200 Thonon (*Grenoble*)

ANIMATEUR

Jean-Claude BOUCHET

Loin de toute activité industrielle, nous nous sommes intéressés à la relation sciences physiques - environnement.

Après avoir monté un projet en 1993-1994 en collaboration avec l'INRA sur la mesure de température des eaux du Lac Léman à différentes profondeurs, nous nous sommes tournés cette fois vers la montagne.

Nous nous sommes proposés d'établir une relation entre l'altitude et divers phénomènes physiques.

RELATION PRESSION ALTITUDE

Vérification expérimentale de $\Delta Z = 67,5 T \log \frac{P_0}{P}$ à l'aide d'un baromètre.

ÉTALONNAGE D'UN VOLTMÈTRE EN ALTIMÈTRE

Avec un capteur de pression MOTOROLA MPX 5100.

RELATION ENTRE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU ET L'ALTITUDE

$$\text{Formule de Clapeyron } \frac{P}{P_0} = \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^4 \quad \Delta Z = 270 T \log \frac{\theta_0}{\theta}$$

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

ÉTUDE D'UNE CHUTE D'UN OBJET

En dehors du poids, interviennent la poussée d'Archimède, et la résistance de l'air, toutes deux fonctions de la masse volumique de l'air, elle-même fonction de la pression, elle-même fonction de l'altitude.

ÉTUDE DE LA TRANSMISSION DU SON

Nous avons mesuré la vitesse du son à différentes altitudes, mais sans différence notable, comme le laisse prévoir la théorie.

Par la suite, nous avons fait une étude avec un décibel-mètre et nous avons constaté un affaiblissement du son en altitude pour une altitude donnée.

* * *

Les expériences très simples sur une table de T.P. se sont avérées très délicates sur le terrain (transport dans le sac à dos ; travail dans le vent et la neige, dans le froid ; matériel mal adapté...). En effet nous avons eu des problèmes pour trouver du matériel autonome.

Pour monter ce projet nous avons apprécié l'aide ou le concours :

- du lycée et de son personnel,
- de parents d'élèves pour leur aide financière et morale,
- d'industriels de la région comme LEMATHERM,
- des stations de ski de Morzine, Les Grands Montets, Les Arcs, Val Thorens, Val d'Isère-Tignes.

En effet, toutes ces mesures ont été faites à ski, au cours de plusieurs sorties, preuve qu'il est possible d'allier sport, détente et sciences physiques.



**Étude du fonctionnement et modélisation
d'une station d'épuration**
Réalisation d'une mini-station expérimentale

LYCÉE

Lycée Louis Pasteur - 59490 Somain (*Lille*)

En collaboration avec l'Agence de l'eau et les Stations d'épuration de Douai et de Somain

ANIMATEURS

Jean-Michel GABORIT, biologie

Catherine VERNISSE, physique

ÉLÈVES

De première année scientifique et économique et social

Benoît BEAUCAMP, Guillaume FLEURQUIN, Thomas GABORIT,

Jérémy PAEPEGAËY, Yannick PUVION

RÉSUMÉ***Objectifs***

Nous sommes partis d'un exemple de la vie quotidienne : le traitement des eaux usées. Nous nous sommes donc intéressés à une station d'épuration qui, outre le fonctionnement biologique, permettait l'étude de plusieurs procédés physiques.

Principe

Pour réaliser l'épuration, les eaux usées doivent être suffisamment oxygénées. Il faut donc assurer une oxygénation par brassage de l'eau quand le taux de dioxygène dissous est trop faible .

Différentes étapes

- Conception et réalisation d'une maquette des principaux éléments de la station et d'un système mécanique permettant le brassage de l'eau,
- Étude de la sonde oxymétrique permettant la mesure du taux de dioxygène dans l'eau,
- Réalisation d'un circuit électronique permettant d'asservir les moteurs aux informations fournies par la sonde oxymétrique,
- Étude du fonctionnement des moteurs : rendement du moteur et transmission du mouvement,
- Tests sur les eaux de sortie : après deux passages dans notre dispositif, nous obtenons des résultats comparables à ceux de la station.



Construction d'un appareil de surveillance et de pilotage de la teneur en oxygène de l'eau d'un aquarium

LYCÉE

Lycée Gay Lussac - 87000 Limoges (*Limoges*)

ANIMATEURS

J. BENARD, R. BROULLAUD, P. LEKIEN

Nous nous sommes proposés de construire un appareil automatique permettant de surveiller la diminution de la concentration en dioxygène dissous d'une eau suroxygénée, dans le but de ménager des paliers de déconcentration au voisinage de $350 \mu\text{mol/L}$.

Ce travail correspond à un besoin exprimé par le directeur de l'aquarium du Limousin qui a constaté une mortalité importante des poissons ayant vécu plusieurs heures dans une eau suroxygénée, lorsque la déconcentration vers les conditions ordinaires se fait trop rapidement.

Nous mesurons donc en permanence $[\text{O}_2]$ à l'aide d'une sonde oxymétrique :

- lors du passage d'un palier, l'appareil prend en compte la tension correspondante et la compare à une référence interne : si elle est inférieure, O_2 est injecté dans le mélange gazeux qui barbote en permanence dans l'aquarium, et tant que la durée du palier n'est pas écoulée ; le reste du temps, le dégazage est naturel, sans limitation de durée,
- l'utilisateur sait, en regardant l'appareil, dans quelle phase du traitement on se trouve et quelle est la concentration actuelle du milieu, affichée en $\mu\text{mol/L}$.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

Le travail a été mené par un groupe de quatre élèves, à partir de connaissances acquises en biologie (première S), et aussi de leurs connaissances propres en électronique, acquises souvent hors du milieu scolaire (par exemple le traitement logique du signal).

Ils ont démonté l'adaptateur oxymètre du matériel ESAO de Jeulin, repris l'information et proposé, sur plaques d'essais, plusieurs modes de traitement.

Le boîtier a été réalisé par un ingénieur retraité qui les accompagne dans leurs travaux.

Malgré un cheminement parfois laborieux, le but peut être considéré comme atteint. Quelques travaux annexes seront réalisés ultérieurement dans le même boîtier (comme l'alimentation à partir du secteur), pour rendre l'appareil plus compact et d'utilisation plus simple encore.



Construction d'un radiomètre automatique

LYCÉE

Lycée Gay Lussac - 87000 Limoges (*Limoges*)

ANIMATEURS

J. BENARD, R. BROUILAUD, P. LEKIEN

Ce travail a été inspiré par un document du MEN publié en 1990, et relatif à l'utilisation pédagogique des images satellites. Il a été mené par un groupe de trois élèves.

Un radiomètre a été construit autour d'une photodiode utilisée en mode photoconducteur.

Cette photodiode reçoit la lumière réfléchie par l'échantillon étudié, dans diverses bandes du spectre, allant du bleu à l'IR.

Le déroulement d'une série de mesures est automatique, lancé par l'utilisateur et piloté par l'ordinateur qui positionne les filtres, éclaire l'échantillon et effectue les mesures.

Le signal recueilli est amplifié, numérisé, mémorisé et exploité graphiquement par l'ordinateur. Les résultats sont relativisés : on les compare systématiquement à ceux que l'on obtiendrait avec un échantillon - référence (papier CANSON blanc). On s'affranchit ainsi de divers paramètres, comme la sensibilité spectrale du capteur ou puissance spectrale de la lampe d'éclairage, ainsi que des problèmes de courants d'obscurité de la diode.

L'appareil fonctionne et reste très simple à utiliser.



Photographie aérienne en basse altitude

pour détection de sites archéologique et vente auprès de particuliers

LYCÉE

Lycée Pierre Bourdan - 23000 Guéret (*Limoges*)

ANIMATEUR

Mme GOUNY

Le projet a évolué vers l'obtention d'images à partir d'un avion télécommandé et la réception simultanée au sol.

Un groupe de trois élèves a construit un modèle réduit d'avion à partir d'une maquette. Ils ont choisi le modèle T240 d'une envergure de 2,40 m, très stable et pouvant supporter une charge de 2 kg avec un moteur deux temps de 25 cm³. La radiocommande de six voies permet de piloter l'avion et de déclencher la caméra. Ils ont essayé de comprendre comment vole un avion, comment le guider et ont ainsi pu se familiariser avec les problèmes d'aérodynamique, les écoulements laminaires et turbulents et les moteurs à explosion.

Un autre groupe de sept élèves s'est penché sur l'acquisition et la transmission des images. Comme capteur, leur choix s'est porté sur une caméra CCD de 30 g en noir et blanc dont le signal vidéo est branché sur un émetteur de 1444 MHz d'une portée de 1 km et pesant 180 g. L'ensemble (la caméra, l'émetteur et l'alimentation de 12 V d'une autonomie d'une heure) fixé sur l'avion n'excède pas 500 g. La réception se fait par l'intermédiaire d'un démodulateur satellite réglé sur le canal 39, branché sur une télévision munie d'une prise péritel. Sur le terrain les deux sont alimentés par un groupe électrogène. Ils ont ainsi pu acquérir des notions sur les capteurs CCD, les ondes électromagnétiques, le principe de la télévision. Ils ont fait l'analyse du signal vidéo de la caméra à l'oscilloscope. L'été, ils pourront détecter les sites archéologiques de la région puisque en période de sécheresse, on peut repérer les fondations enfouies dans le sol par les différences de végétation.



A la découverte de l'imagerie numérique

LYCÉE

Lycée Saint-Exupéry - 69004 Lyon (Lyon)

ANIMATEUR

Claude PIGUET

Au lycée il existe un club d'astronomie et un club de télédétection : le désir des élèves était donc d'appréhender de manière concrète et expérimentale toute la chaîne d'élaboration d'une image numérique, de l'acquisition par un capteur CCD jusqu'à son traitement informatique.

Leur premier travail a été de rechercher les différentes pistes pour acquérir un capteur et de faire l'étude comparative portant sur les performances et le coût. Ensuite ils ont appris à maîtriser les techniques d'acquisition et de traitement de l'image par un travail de lecture de différents ouvrages et notices. Ils sont alors arrivés à réaliser des images d'objets terrestres ou célestes en utilisant soit un objectif photographique soit un télescope. Enfin ils ont cherché à exploiter les images par analyse et interprétation.

La matrice du capteur utilisé mesure 6,9 mm sur 4,6 mm et la taille d'un photorite est de 5 μm . Ces dimensions sont suffisantes pour la plupart des objets célestes mais elles confèrent à l'ensemble «télescope - capteur» un champ petit qui nécessite un réglage très précis de la visée. D'autre part la grande sensibilité de la matrice à la lumière oblige aussi à bien maîtriser le temps de pose. Cette expérience a donc amené les élèves non seulement à découvrir le principe du capteur CCD et le traitement informatique de l'image mais également à approfondir des notions d'optique telle que la tache de diffraction, le champ, la résolution et à maîtriser les opérations de mise au point et de temps de pose.

Les élèves ont été tellement enthousiasmés par cette nouvelle technique qui permet l'obtention presque immédiate de l'image et l'observation d'objets faibles même sur un site urbain, qu'ils souhaitent maintenant passer le relais à d'autres lycéens qui vont leur succéder, tout en continuant à suivre eux-même l'évolution des réalisations.



Easyphone - T.C.V. 600

LYCÉE

Lycée Jean Perrin - 69000 Lyon (*Lyon*)

ANIMATEURS

Professeur responsable

M.-Ch. RIVAS, agrégée de Sciences physiques

Conseillers scientifiques

C. BERGER-VACHON, professeur en médecine - CNRS E. Herriot

E. PERRIN, assistant thésard - CNRS E. Herriot

Conseiller technique

J.-P. ZAYGEL, agrégé de Physique appliquée - École Centrale - Lyon

ÉLÈVES

Terminale S

Luc BEDIU, Nicolas DEVILLERS et Philippe DUVERGER

OBJECTIFS

Réaliser un téléphone à reconnaissance vocale destiné aux jeunes enfants et aux handicapés moteurs.

FONCTIONNEMENT

Ce téléphone est susceptible, sur simple prononciation du nom de la personne que l'on souhaite joindre : papa, maman, docteur, pompier... de prendre la ligne et de mettre en communication les deux interlocuteurs. Cela nécessite une phase apprentissage de l'appareil qui

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

enregistre le nom et le numéro correspondant de chaque interlocuteur que l'on peut souhaiter joindre, plus une phase de reconnaissance.

DÉMARCHE ET ÉTUDE

Après avoir établi un cahier des charges de notre projet, nous nous sommes documentés sur la voix parlée, puis avec le professeur BERGER-VACHON et son assistant Emmanuel PERRIN du département du CNRS à l'hôpital E. Herriot, nous avons travaillé sur le signal vocal et son traitement informatisé :

Le son est une vibration qui prend naissance dans le larynx puis devient parole dans le larynx et les cavités nasale et buccale qui sont trois grands résonateurs provoquant des renforcements de la fréquence de la vibration laryngée, renforcements appelés formants. L'étude mathématique de ces formants montre que les voyelles sont caractérisées par les deux premiers formants et dans un graphe les voyelles extrêmes : | a |, | i |, | u | sont les sommets d'un triangle appelé triangle de Delattre. On peut alors s'apercevoir qu'un même locuteur prononçant ces mêmes voyelles peut sortir de ces limites suivant la période de la journée, de son émotion ou toute autre raison pouvant altérer sa voix : c'est la variabilité intralocuteur. De même, d'un locuteur à un autre, on peut aussi constater des différences notables : c'est la variabilité inter-locuteurs. Il existe d'autres méthodes d'étude de la voix telles que la méthode statistique des coefficients cepstraux qui permet d'éviter la redondance des renseignements qu'apporte l'enregistrement d'un signal vocal. Toutes ces études ont montré que le traitement du signal vocal est multiple et peu aisé.

Parallèlement, nous avons cherché ce qui existait déjà : la société Protéor de Dijon a mis au point un appareil nommé Tétravox appareillant une personne handicapée moteur et autorisant, par l'intermédiaire d'une reconnaissance vocale, l'exécution des tâches comme appeler un correspondant, allumer ou éteindre une lampe, un téléviseur.. Cet appareil nous a été aimablement prêté. D'autre part Télécom a mis au point un appareil nommé Co.vo.tel avec les mêmes performances mais qui nécessite, pour la phase d'apprentissage, un très grand nombre de locuteurs. Invités à l'exposition que le CNET a faite à l'occasion de son cinquantième à La Villette, nous avons pu voir fonctionner cet appareil pour l'instant non commercialisé.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

RÉALISATION PRATIQUE

Avec l'aide du professeur J.-P. ZAYGEL de l'École Centrale nous avons compris comment connecter une carte de reconnaissance vocale au clavier de commande en amont et à des diodes électroluminescentes en aval pour visualiser le mécanisme de base, diodes que nous avons ensuite remplacées par la connexion sur les mémoires d'un téléphone. Le modèle fonctionne mais demande à être perfectionné, comme par exemple la mise au point d'un bras libre afin d'offrir une plus grande indépendance vis-à-vis de l'appareil et donc plus de confort.

CALENDRIER

Septembre 1994 : Prise de contact avec le professeur responsable et avec les conseillers scientifiques et techniques (CNRS à E. Herriot et École Centrale).

Octobre 1994 : Documentation.

Novembre 1994 à mi-mars 1995 : Étude de la voix et traitement du signal vocal.

Janvier à fin mars 1995 : Réalisation pratique.

Février 1995 : Visite au stand du CNET à la Villette à Paris.

Mars 1995 : Visite à Grenoble auprès d'un jeune handicapé moteur équipé d'un Tétravox (Protéor).

TEMPS PASSÉ À L'ÉTUDE ET À LA RÉALISATION

Cent quatre-vingt à deux cents heures à ce jour.

COÛT

Un certain nombre d'appareils nous ont été prêtés et un appareil téléphonique de récupération nous a été donné par la société Matra ; pour la réalisation de notre modèle, il faut compter environ 2 000 F. à ce jour, les dépenses diverses telles que déplacements, courrier et communication, documentation, matériel d'affichage... n'ont pas encore été chiffrées. Nous avons reçu 2 500 F. de la part des Olympiades et le reste a été pris sur le budget de l'atelier scientifique du lycée J. Perrin dirigé par le professeur responsable.



Intensificateur d'images *Applications en astronomie*

LYCÉE

Lycée Diderot - 11100 Narbonne (*Montpellier*)

ANIMATEURS

J. CAZENOVE, Y. MORAND

ÉLÈVES

F. COLIN, L. COLOM, C. CARRERAS, S. GRAU, O. BREGERAS

BUT

L'imagerie en astronomie est riche de deux techniques qui ont déjà fait leurs preuves : la photographie et les images numériques CCD offrant chacune avantages et inconvénients. L'intensificateur constitue un complément intéressant et répond à trois objectifs : **réduire au mieux les temps de pose, réduire l'environnement et enfin faciliter les observations** destinées aux scolaires et au public de l'Observatoire de Narbonne (partenaire du projet).

CONSTRUCTION DE L'INTENSIFICATEUR

Le tube intensificateur T.I, fourni par RTC comporte une photocatode (PC) qui convertit les photons en électrons, une galette à micro-canaux (GMC) qui en assure la multiplication par émission secondaire et un écran avec son luminophore (EL) qui reconvertit les électrons en photons. La finesse des micro-canaux fait qu'à chaque impact efficace sur la PC correspond plusieurs photons sur l'EL pour en fournir une image réelle.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

PROBLÈMES POSÉS***Alimentation haute tension***

Diverses tensions sont exigées pour la polarisation de la PC (0 V), Entrée GMC (100 V), Sortie GMC (700 V) et EL (6500 V). A partir d'un boîtier HT 12 V-DC-10 kV acheté dans le commerce (type HT TV), nous avons créé l'alimentation régulée d'entrée et le pont diviseur en sortie en collaboration avec le professeur d'électronique. La mesure d'une haute tension nous obligea à construire une sonde HT et d'en comprendre le principe et l'utilisation. Les précautions relatives à la HT furent évoquées.

Le montage optique

L'adaptation de la PC au foyer d'un téléobjectif ou d'un télescope (C8), puis la projection de l'image obtenue sur les 18 mm du luminophore sur un plan film type 24 × 36 à partir de deux objectifs de 50 mm ($F/D = 1,8$) pour éviter toute distorsion ou perte de luminosité aboutirent à la réalisation d'un boîtier en PVC dont les calculs de cotation furent effectués sur un logiciel en relation avec le professeur de mécanique. La construction fut tentée dans les ateliers du lycée puis réalisée par un tourneur professionnel (manque de temps) !

LES APPLICATIONS EN ASTRONOMIE

Plusieurs types de projets peuvent être conduits par les jeunes.

Surveillance des quelques galaxies proches avec à la clé la découverte d'une Supernovae. L'utilisation répétée de télescopes entraînés double axe permet un apprentissage efficace des diverses techniques d'observation.

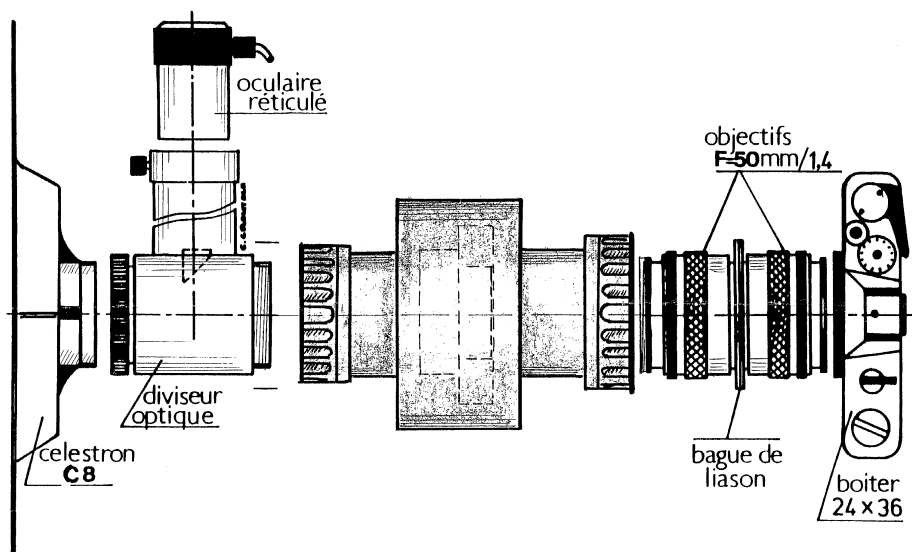
Constitution d'un catalogue des Objets de Messier (inexistant à notre connaissance) à partir de fiches signalétiques les plus complètes possibles (photo NB - Couleur - caractéristiques particulières). Un excellent entraînement pour la découverte du ciel et de la terminologie astronomique.

Un outil efficace pour les animations en milieu scolaire et au niveau des visiteurs de l'Observatoire de Narbonne, tendant à combler

 OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

la déception constatée quand à l'observation d'objets diffus peu visibles par un œil non averti.

Un caméscope intensifié fut présenté en état de marche à Paris.





Interférométrie holographique

LYCÉE

Externat des Enfants Nantais - 44000 Nantes (*Nantes*)

ANIMATEUR

J.-L. GENESTOUX

PROJET

Il s'agit d'une expérience permettant de mesurer et d'observer une déformation de surface d'un objet de l'ordre du micromètre.

MÉTHODE

- Réaliser un hologramme d'un objet par réflexion.
- Déformer infiniment peu cet objet par chauffage ou torsion.
- Réaliser une deuxième image holographique sur la même plaque sensible.
- Développer la plaque.
- Observer par réflexion de lumière blanche sur la plaque, l'hologramme de l'objet et des franges d'interférences circulaires issues du point de déformation.

MATÉRIEL

- Une table antivibrations composée d'une plaque métallique très lourde reposant sur des balles de tennis, elles-mêmes posées sur du sable.
- Un montage type Michelson avec deux miroirs et une lame séparatrice permet de tester la stabilité de la table.
- Un laser de 5 mW.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

- Un objectif de microscope, une lentille convergente, un diaphragme, un support de plaque sensible, le tout sur support magnétique.
- des plaques de gélatine sur verre sensibles à la lumière rouge du laser.
- Un bain de révélateur et un bain de blanchiment.

RÉSULTATS

Pour une minute quinze secondes de chauffage on observe vingt franges, soit une déformation $d = 20 \frac{1}{2} = 20 \frac{632,8 \text{ nm}}{2} : 6,3 \text{ } \mu\text{m}$.

Pour une minute de chauffage on observe trois franges, soit une déformation $d = 3 \frac{d}{2} = 0,949 \text{ } \mu\text{m}$.



«L'affaire Tournesol» ou comment synchroniser deux pendules

LYCÉE

Lycée Pothier - 45000 Orléans (*Orléans-Tours*)

ANIMATEURS

N. ADLOFF

M-Ch. BAURRIER

Le sujet peut s'inscrire dans le programme 1995 de terminale S.

Il s'agissait :

- dans un premier temps d'étudier le système d'entretien des oscillations d'un «mobile» du commerce et de répertorier les facteurs pouvant modifier la période de ce pendule de référence,
- dans un deuxième temps, de réaliser un pendule entretenu dont le système d'entretien a finalement été la réplique de celui du pendule du commerce (deux bobines et un transistor),
- enfin de coupler les deux pendules. Le passage du pendule de référence par sa position d'équilibre est détecté par la coupure d'un faisceau émis par une diode laser. Les impulsions obtenues sont alors envoyées via un dispositif électronique sur l'autre pendule.

L'étude du système d'entretien du pendule de référence et la réalisation du système d'entretien de l'autre pendule ont été l'occasion d'approcher expérimentalement les notions d'électromagnétisme (champ \vec{B} , induction...) du cours de terminale et de comprendre le fonctionnement d'un transistor en amplification et commutation.

Pour coupler les deux pendules, les élèves ont eu l'occasion de rencontrer des problèmes d'adaptation d'impédances, d'amplification

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

de courant et de tension : le système de couplage a été réalisé à l'aide de montages à A.O. et d'une porte logique NON.

Ce projet, réalisé avec du matériel présent dans les laboratoires de lycée, ne nécessite pas de gros moyens financiers (achat essentiellement de trois «mobiles» du commerce à 89 F pièce). Cependant, il a permis aux élèves de réaliser une démarche expérimentale «grandeur nature» : analyse, hypothèses, confrontations des hypothèses avec l'expérience, conclusion.

Ce projet peut avoir une suite, par exemple :

- en améliorant le dispositif électronique afin que toutes les impulsions soient efficaces en s'effectuant *au bon moment, sous la bonne forme...*
- en réalisant un couplage, dans les deux sens, entre les deux pendules.



Commande informatisée d'un système mécanique

LYCÉE

École Alsacienne - 75000 Paris (*Paris*)

ANIMATEUR

G. AUSSEL

ORIGINE DU PROJET

Un groupe d'élèves qui avait suivi, avant l'ouverture d'un enseignement optionnel en classe de seconde, un enseignement pratique sur les problèmes que pose le passage du monde continu qui nous entoure à un environnement informatique discontinu a eu envie de concrétiser ce travail périscolaire. Le cadre des Olympiades de Physique se prêtait à cette activité.

L'ORGANISATION DU TRAVAIL

Le sujet a été rapidement choisi. Au milieu du foisonnement de leurs idées, le contrôle du mouvement d'un train sur un réseau ferroviaire était celui qui présentait a priori le moins de difficultés quant à sa réalisation. Ces élèves ont eu entre eux l'initiative d'une répartition du travail relatif à ce projet et une grande autonomie dans sa réalisation, car la mise en place des nouveaux programmes et les problèmes d'emploi du temps (du fait qu'ils n'étaient pas dans ma classe) nous laissaient peu de temps libre en commun. Il a fallu s'occuper aussi de trouver un lieu propice pour qu'ils puissent travailler.

LES PROBLÈMES À RÉSOUDRE

Passer d'un «monde informatique» (5 V, quelques milliampères) à ± 15 V, 300 mA tout en conservant le 6 V alternatifs pour les commandes d'aiguillages.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

LEURS SOLUTIONS À CES PROBLÈMES***Détecter la présence du train sur une portion du circuit***

A l'origine, sortant de seconde, ils ont pensé au couple lampe photorésistance commandant un transistor qui commandait le changement d'état de l'entrée binaire d'une interface Orphy. Solution satisfaisante pour une locomotive seule. Mais comment gérer l'espace entre les wagons et éviter l'alternance des messages : le train est là, le train n'est plus là ? La solution qu'ils ont proposée utilise deux capteurs séparés par une distance supérieure à l'espace libre entre les wagons. La source lumineuse devient une led infrarouge et le capteur un phototransistor qui sert d'interrupteur sur un circuit contenant une résistance. Les deux tensions sont appliquées aux entrées d'une porte **Non Et** dont la sortie est sur une entrée binaire d'Orphy. Cinq capteurs permettent de localiser le train en cinq positions sur le circuit.

Les commandes d'aiguillages

A l'origine ils ont pensé placer la sortie binaire 5 V 10 mA dans le circuit de base d'un transistor qui, par l'intermédiaire d'un relais, commandait le changement d'état d'un aiguillage. Par la suite leur est apparue la nécessité d'isoler entièrement le circuit informatique des autres circuits. Ils ont donc commandé une led infrarouge à partir d'une sortie binaire d'Orphy, un phototransistor en série sur la base du transistor commande le relais. Les six aiguillages ont été regroupés en quatre groupes commandés à partir de quatre des six sorties binaires.

Les feux rouge/vert

Deux leds rouge et verte montées tête bêche et protégées par une résistance sont branchées sur une sortie 5 V. Ils ont donc commandé une led infrarouge à partir d'une sortie binaire d'Orphy, un phototransistor en série sur la base du transistor commande le relais qui assure soit directement le branchement sur un générateur 5 V soit applique cette tension à l'entrée inverseuse d'un AOP ce qui provoque le changement d'état du feu.

La traction

A l'origine ils avaient eu la même idée que pour la commande feux rouge/vert. Ils se doutaient que la puissance disponible sur la sortie

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

l'AOP serait incapable d'alimenter le système. Pour cela ils pensaient utiliser un générateur de courant programmable en tension qui permet en sortie de disposer de ± 2 A pour une tension d'entrée de ± 30 V. Ils ne se doutaient pas qu'ils allaient rencontrer au dernier moment un problème de masse entre les différents appareils. La locomotive ne pouvait que reculer, ils avaient bien -15 V 300 mA mais directement $+15$ V et un courant nul car le fait de poser la locomotive sur les rails faisait tomber la tension à zéro. Ils ont très vite trouvé une solution. Au lieu d'inverser la tension 5 V 10 mA de la sortie analogique pour commander le générateur de puissance, il fallait faire un inverseur mécanique commandé par une sortie binaire d'Orphy entre la sortie du générateur de puissance et les rails ce qui fut réalisé rapidement avec un relais commandé comme les précédents qui provoque le basculement de deux relais formant un inverseur.

Le travail de programmation

L'un des élèves du groupe, à partir de la documentation d'Orphy et des routines d'entrées sortie en C, a développé la totalité du programme de commande et l'interface graphique représentant le circuit dans sa configuration exacte compte tenu de la position des aiguillages.

ÉPILOGUE

Tout heureux de jouer enfin au train et d'avoir abouti dans leur travail ils en ont oublié le travail de réflexion, les essais, les périodes d'enthousiasme et de découragement. C'est très agréable pour un professeur de voir des élèves motivés qui pour une fois ne se plaignent pas d'avoir trop de travail et cherchent à venir à bout du défi qu'ils se sont donné.



L'optoélectronique *Applications*

LYCÉE

Lycée Maurice Ravel - 75020 Paris (*Paris*)

ANIMATEURS

Mmes CHAVY et MAUREL avec l'aimable collaboration de Mlle MAY et de M. LECUYER (Paris VI)

ÉLÈVES

Jérôme HALARY, Xavier LELOUP, Sébastien NORMAND

«Les fréquences du spectre visible étant beaucoup plus grandes que les hautes fréquences en service dans les communications par radio, la lumière est un support idéal pour transmettre les informations. Toutefois elle présente certains inconvénients car il est difficile de lier l'utilisation d'un appareil produisant un faisceau lumineux intense (laser) et la possibilité d'une diffusion multidirectionnelle comme cela est possible pour les ondes hertziennes».

Les élèves ont réalisé des expériences simples mettant en évidence l'intérêt d'une propagation lumineuse : modulation du courant électrique alimentant la diode laser, la plus répandue, et modulation du faisceau lumineux par effet Pockels. Dans les deux cas la propagation se faisait dans l'air, le récepteur étant une photodiode. Une détermination de l'ordre de grandeur de c a été réalisée.



L'accéléromètre à pression

LYCÉE

Lycée de Nogaro - 32110 Nogaro (*Toulouse*)

Le but de notre expérimentation était de mesurer les accélérations subies par une mini-fusée au cours de son vol. Deux éléments étaient donc à construire : la mini-fusée et la partie électromécanique destinée à relever et stocker des valeurs de pression en temps réel.

La mini-fusée, tout d'abord. Elle est constituée d'un corps en PVC, d'ailleron (quatre) en contreplaqué, d'une ogive en balsa et d'un parachute. Le coût de sa fabrication est très faible : environ 150 F.

La partie acquisition des données, quant à elle, est constituée d'une seringue, dont le piston a été lesté de 20 g (soit 28 g en tout), reliée par une durite à un capteur de pression dont les valeurs sont envoyées pour être stockées dans une carte d'acquisition. Pour cette dernière, devant la complexité de la conception et de la réalisation, nous avons fait appel à M. José ORTÉGA, ingénieur électronicien à l'Aérospatiale.

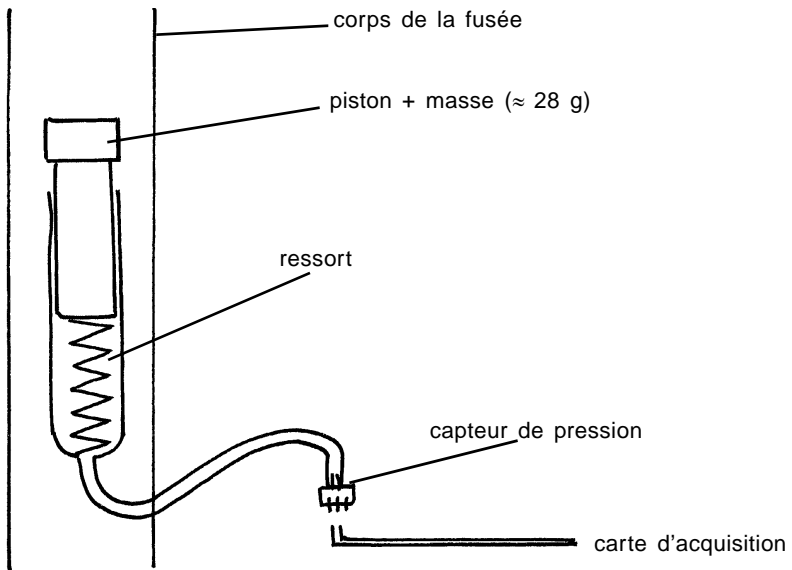
Cette carte d'acquisition comprend un microcontrôleur qui effectue un relevé de valeur de pression tous les dixièmes de seconde, déclenche le parachute au bout de huit secondes (ces deux paramètres sont réglables) et stocke les valeurs instantanément en mémoire. Les valeurs sont récupérées au sol sur ordinateur.

Ensuite, en appliquant le théorème du centre d'inertie, on obtient la valeur de l'accélération du piston (en fonction de la pression qui s'exerce sur celui-ci), que l'on assimile à celle de la fusée.

Malheureusement, des problèmes de fuite après une seconde de vol ne nous ont pas permis d'exploiter toute la courbe obtenue. On obtient «seulement» l'accélération dans la phase de propulsion (180 m.s^{-2}) et la «décélération» survenant juste après ($- 80 \text{ m.s}^{-2}$), à $t = 0,6 \text{ s}$.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

Notre «aventure» scientifique nous a permis non seulement de toucher du doigt les «petits problèmes» qui peuvent survenir dans des conditions extrêmes, mais aussi et surtout de pouvoir enfin mettre nos lois de physique en pratique ailleurs qu'au cours d'une interrogation ou d'une série d'exercice. Malgré tout, quelle exaltation lorsque l'expérience se déroule enfin - presque - comme prévu !

MONTAGE



Chambre à brouillard et images numériques

LYCÉE

Lycée privé Saint-Exupéry - 78000 Versailles (*Versailles*)

ORGANISATEUR

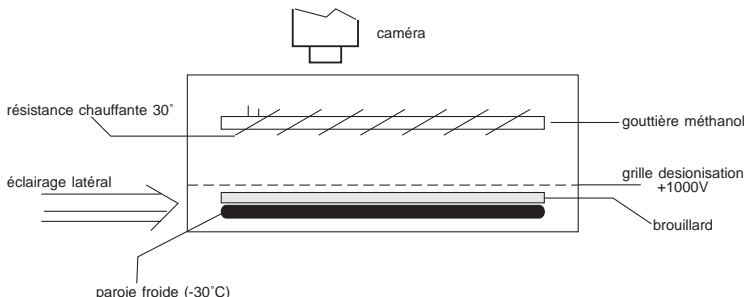
D. GAUDELETTE

Pour observer presque «réellement» des particules radioactives et leurs interactions avec la matière, on forme un brouillard artificiel.

Dans les premiers dispositifs inventés par Wilson vers 1910, ce brouillard était créé par détente et le fonctionnement de la chambre était donc discontinu.

La chambre à brouillard permanent a le grand avantage de pouvoir observer en permanence des événements nucléaires. Le brouillard permanent est réalisé grâce à un gradient de température d'au moins 90°C avec température basse à -60°C .

Le -60°C , température de la plaque en fond de chambre, est créé grâce à deux groupes frigorifiques montés en cascade. En haut de la chambre, un tube gouttière chauffé par une résistance, diffuse en permanence dans la chambre des vapeurs de méthanol et d'eau.



OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

Une haute tension (1000 V) appliquée à une grille permet de désioniser le milieu.

La difficulté essentielle est d'obtenir un brouillard stable avec une diffusion régulière de méthanol, nous avons donc piloté l'ensemble du dispositif avec une carte Candibus.

Un champ magnétique assez intense obtenu grâce à deux bobines type Helmholtz (25 A dans les bobines, B_{\max} obtenu = 3.7×10^{-2} T) nous a permis de dévier les électrons et positrons.

Les traces et événements nucléaires ont été filmés avec un caméscope, les images obtenues numérisées avec une carte d'acquisition. Il a fallu ensuite sélectionner les images intéressantes, les traiter avec un logiciel approprié.

La conception et l'agencement de tout le dispositif a pris neuf mois.

Les études nucléaires, expérimentales et théoriques ont occupé les trois derniers mois. Nous avons travaillé sur les thèmes suivants :

Étude des traces obtenues avec une source d'oxyde de Thorium (Th232), superbe feu d'artifice de trajectoires

Cette étude nous a permis :

- d'associer les longueurs des traces ALPHA obtenues aux énergies d'émission des particules α de la famille du Thorium 232,
- d'associer les longueurs des traces aux $\frac{1}{2}$ vies des émetteurs α de cette famille.

Vertex

Les traces en «V» aléatoires observées dans la chambre sont les désintégrations spontanées presque simultanées du Radon 220 ($\frac{1}{2}$ vie : 55 s) et de son descendant le Polonium 215 ($\frac{1}{2}$ vie : 0,15 s).

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE

Étude de la $1/2$ vie du Radon 220

En injectant dans la chambre un peu de ce gaz, on observe :

- la caractère aléatoire des désintégrations spontanées α en tous points de la chambre en raison de l'agitation des atomes de ce gaz,
- le caractère décroissant de l'activité radioactive. Les clichés traités acquis toutes les 30 s, permettent de mesurer cette $1/2$ vie en comptant les traces sur le cliché.

Étude des traces obtenues avec les β^- et les β^+

Le champ magnétique permet de dévier ces particules en sens inverse, ce qui s'observe très bien. On peut aussi mesurer le rayon maximal des trajectoires circulaires obtenues et vérifier qu'il répond bien à la relation $R = p/qB$.

Matérialisation de paire positron-électron

Nous avons eu beaucoup de chance de pouvoir observer et étudier cette matérialisation qui s'obtient avec des γ suffisamment énergétiques (ici ceux de désexcitation des noyaux fils d'une source de Na22) passant près d'un noyau d'atome. Les calculs donnent une probabilité de 10^{-4} dans nos conditions !! Belle image de la paire créée avec déviations en sens inverse avec le champ B.

Le travail sur ces olympiades 1995 a été très fructueux. Nous avons été aidés pour la partie nucléaire par le CEA, pour la partie images numériques par l'IUT du Creuzot.

Le groupe comportait sept élèves de TS dont la motivation a été croissante. Ils ont travaillé deux heures par semaine. La relation prof-élève prend une dimension toute différente dans ces travaux, les élèves deviennent de véritables partenaires. Un travail d'équipe étonnant s'installe petit à petit qui accroît et stimule l'intérêt de tous (y compris le prof) !

Un premier prix a évidemment enthousiasmé les élèves dont plusieurs sont déjà partants pour des études supérieures orientées vers le nucléaire et la recherche scientifique.