
OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Quatrième concours des Olympiades de physique... *... et bientôt le cinquième*

par Jacqueline TINNÈS

Le quatrième concours national a eu lieu à Paris du 14 au 16 novembre 1996 à la suite des concours régionaux d'octobre. Nous avons eu plaisir à retrouver la chaude ambiance des concours précédents avec des équipes toujours très motivées, heureuses d'avoir à présenter **leur** œuvre. Les personnalités scientifiques du jury ont manifesté un vif intérêt pour ces travaux et ont su donner à l'entretien la forme d'un «échange entre chercheurs», et non pas celle d'un oral d'examen.

Nous avons bénéficié d'un cadre tout à fait adapté mis à notre disposition par EDF, partenaire de ces Olympiades, à l'occasion de son cinquantenaire célébré au centre de recherche de Clamart. Nous tenons à remercier ici encore les responsables pour l'accueil qu'ils ont réservé à toutes nos (nombreuses) demandes.

Dans l'idée du groupe SFP-UdP qui avait conçu ce concours, celui-ci avait pour but principal de développer chez les élèves une autre façon de travailler : bâtir et mener à son terme un travail, prendre conscience d'une démarche scientifique, travailler en équipe, rencontrer des professionnels, travailler avec eux. On constate actuellement que cette opération fut un précurseur, dans l'esprit des activités développées maintenant dans l'enseignement général, option première S, et dans les TIPE mis en place en classes préparatoires. En revanche, comme le montre le palmarès des concours ainsi que la lecture des sujets présentés ci-après, il n'est pas dans l'esprit de ce concours de récompenser systématiquement des projets spectaculaires ou très originaux, contrairement aux craintes souvent émises par les collègues. Chaque année un premier prix récompense un groupe qui a travaillé dans son lycée sur des expériences simples réalisées avec le matériel du lycée.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Vous trouverez ci-après quelques réflexions émanant de membres du jury à l'issue du concours, quelques appréciations d'élèves formulées «sur le vif» dans le livre d'Or et le palmarès de ce quatrième concours.

Vous trouverez enfin (et surtout) le résumé que chaque équipe ayant concouru a rédigé pour le BUP.

Nous avons essayé depuis la rentrée de sensibiliser à nouveau, d'une part l'Inspection Générale, d'autre part la Direction des Lycées et Collèges. Ils sont intéressés par cette opération et désireux de la favoriser. Nous allons également actualiser la liste des laboratoires qui seraient susceptibles d'accueillir un groupe.

Si vous pensez avoir une classe de première S en 1997-1998, et que vous envisagez d'encadrer une équipe, renseignez-vous dès maintenant auprès du correspondant physique de votre académie (voir pages couleur en première partie du BUP), ou directement auprès de :

Denise THÉVENIN

61, avenue de Buzenval - 92500 RUEIL-MALMAISON

Tél. : 01 47 08 27 75 - Fax : 01 47 16 02 03

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Des membres du jury s'expriment...

Gabriel CHARDIN

Centre d'Études de Saclay - Gif-sur-Yvette

Merci infiniment pour le très grand plaisir qu'a représenté la participation au Jury des Olympiades de Physique. La qualité des interventions et l'originalité des réalisations proposées, cette année encore, dans un esprit très proche de la Recherche, dans un contexte incitant les élèves à s'éloigner du dogmatisme, me semblent à elles seules justifier cette entreprise originale...

Je crois traduire l'opinion des autres membres du jury en déclarant que nous sommes très désireux que se poursuive, avec autant d'ampleur que possible, ce programme qui établit un lien essentiel avec le monde de l'industrie et de la recherche parmi les lycéens et dont nous sommes persuadés qu'il contribue à engendrer une génération de brillants physiciens.

André ROUSSET - Conseiller scientifique

Aérospatiale - Paris

Cette année encore, j'ai eu beaucoup de plaisir à participer au Jury des Olympiades de la Physique. Pendant deux jours, nous avons écouté des jeunes gens enthousiastes nous parler de la physique telle qu'ils l'ont pratiquée, telle qu'ils l'ont vécue. Nous avons pu nous rendre compte à quel point ces travaux leurs ont apporté un mûrissement intellectuel hors de portée des programmes scolaires actuels...

L. BOYER - Professeur

Institut de recherche sur les phénomènes hors équilibre - Marseille

J'étais déjà convaincu par le concept des Olympiades de Physique, ma participation cette année au jury m'a montré la véritable dimension de l'entreprise auprès des lycéens : je suis rentré à la fois ravi et ému par l'impact de cette action auprès des élèves et de leurs professeurs.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Vous savez que je me suis souvent posé la question : «les professionnels de la physique, les physiciens s'amusent, je veux dire sont passionnés par leur sujet, pourquoi pas les élèves ?». J'ai ici obtenu la réponse, lorsque la démarche expérimentale se développe comme il se doit autour d'un bon sujet, pas nécessairement à la mode, alors les élèves se passionnent et deviennent de véritables apprentis chercheurs...

Françoise MONCHOUX - Professeur

Université Paul Sabatier - Laboratoire Étude des Systèmes et de l'Environnement Thermique de l'Homme - Toulouse

...La diversité des sujets abordés, la complexité et l'originalité des projets réalisés ont été servis par l'enthousiasme et la fougue manifeste des jeunes, accompagnés par la compétence, la patience et le charisme de leurs professeurs.

Ces lycéens, gagnant ou non, m'ont semblé très heureux, épanouis. La réalisation de ces projets répond à l'attente des organisateurs : favoriser l'esprit d'entreprise, l'innovation, la créativité.

C'est aussi l'apprentissage de la ténacité et je rends hommage aux professeurs qui ont encadré ces projets. Il est souhaitable que leur travail soit mieux reconnu...

André MARQUET - Chargé de Mission à EDF

...Au-delà du caractère rafraîchissant qu'induit la fréquentation pendant deux jours d'équipes de jeunes visiblement engagées et passionnées par leur sujet, je tiens à vous exprimer mes félicitations pour la constance dont l'UdP et la SFP font preuve dans leur organisation, malgré des moyens très modestes.

Je trouve en effet que cette forme de manifestation possède un caractère pédagogique tout à fait remarquable en permettant à des équipes de jeunes lycéens arrivant à l'orée de leur orientation professionnelle - avec l'impulsion indispensable de leurs professeurs - d'inscrire dans la durée «une aventure»...

Je vous souhaite vivement de parvenir à intéresser un nombre croissant d'équipes et de professeurs à cette démarche, qui me paraît de nature à bien armer les participants dans le champ de leur future vie professionnelle.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Quelques réflexions d'élèves

inscrites «sur le vif» dans le livre d'Or

Olivier : *Je remercie tous ceux qui ont contribué à nous faire connaître et apprécier les plaisirs de la physique.*

Xavier : *L'organisation est super, les gens sympa, les expériences marchent, que demander de plus ?*

Cécilia : *Le stress est présent, mais c'est ce qui donne du piquant, les expériences sont réussies et l'organisation est magnifique. Vive les olympiades !*

B.G. : *Une expérience enrichissante, la poursuite d'une passion, l'intensité de l'effort de groupe. Reviendrai-je ? Oui.*

Karel : *Je pense que la physique et la fête ne sont pas incompatibles. Beaucoup de joies en perspectives. Amitiés.*

Véronique : *Un an et demi de travail ensemble et c'est déjà fini ! Les épreuves nationales sont terminées, elles paraissaient pourtant bien loin. C'est un souvenir qui, je pense, restera à jamais gravé dans les esprits de tous les participants.*

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

**Palmarès du quatrième concours national****14 au 16 novembre 1996**

☆ **PREMIERS PRIX****Lycée :** La Martinière-Duchère - 69009 Lyon (*Académie de Lyon*)**Sujet :** «Conception d'un piège pour déterminer la vitesse d'évaporation d'aérosols»**Partenaire :** M. KASPARIAN, Laboratoire de spectrométrie ionique et moléculaire**Lycée :** Félix Esclangon - 04100 Manosque (*Académie d'Aix-Marseille*)**Sujet :** «Gravimétrie et pesanteur de Galilée à Foucault»**Partenaires :** M. DIAMANT, directeur du laboratoire de gravimétrie

Mme HÉBERT, assistante

Institut de Physique du globe, Université de Jussieu, Paris

☆ **DEUXIÈME PRIX****Lycée :** Pierre Brossolette - 69100 Villeurbanne (*Académie de Lyon*)**Sujet :** «Simulation d'aurores polaires»**Partenaire :** M. CHAMBON, CNRS☆ **TROISIÈMES PRIX****Lycée :** Saint-Exupéry - 69004 Lyon (*Académie de Lyon*)**Sujet :** «Étude du spectre solaire par imagerie numérique»**Partenaire :** M. MERLIN, Astronome à l'observatoire de Lyon**Lycée :** Pothier - 45000 Orléans (*Académie d'Orléans-Tours*)**Sujet :** «La radioactivité du granite, essai de datation»**Partenaires :** M. BIMBOT, directeur de recherche CNRS, Institut de physique nucléaire
d'Orsay

RRGM Orléans

M. ADLOFF, professeur d'Université Strasbourg

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Lycée : Renoir - 87036 Limoges Cedex (*Académie de Limoges*)

Sujet : «Détecteur à micro-ondes»

Partenaire : Laboratoire d'électromagnétisme, IRCOM Limoges

☆ **PRIX DE L'UdP**

Lycée : Paul Eluard - 87200 Saint-Junien (*Académie de Limoges*)

Sujet : «Mesure de température par interférométrie»

Partenaire : IRCOM Limoges

☆ **PRIX DE LA SFP**

Lycée : Jules Haag - 25000 Besançon (*Académie de Besançon*)

Sujet : «Les effets du tabac sur le système cardio-vasculaire»

☆ **PRIX DU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE**

Lycée : Maurice Ravel - 75020 Paris (*Académie de Paris*)

Sujet : «Étude de la matière condensée»

Partenaire : M. QUÉRÉ, chercheur enseignant en physique de la matière condensée
au Collège de France

☆ **PRIX DU JURY**

Lycée : La Martinière Montplaisir - 69372 Lyon Cedex 08 (*Académie de Lyon*)

Sujet : «Construction d'un spectromètre UV-Visible»

☆ **PRIX EDF**

Lycée : Chamalières - 63400 Chamalières (*Académie de Clermont-Ferrand*)

Sujet : «Mise au point d'une méthode de détection du radon dans l'air»

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Sommaire des différents travaux...

- ☆ *La radioactivité du granite, essai de datation*
Orléans-Tours - p. 508
- ☆ *Simulation d'aurores polaires*
Lyon - p. 512
- ☆ *Étude du spectre solaire par imagerie numérique*
Lyon - p. 514
- ☆ *Construction d'un spectromètre UV-Visible*
Lyon - p. 517
- ☆ *Conception d'un piège pour déterminer la vitesse d'évaporation d'aérosols*
Lyon - p. 520
- ☆ *Mesure de température par interférométrie*
Limoges - p. 523
- ☆ *Détecteur à micro-ondes*
Limoges - p. 525
- ☆ *Mise au point d'une méthode de détection du radon dans l'air*
Clermont-Ferrand - p. 527
- ☆ *Étude de la matière condensée*
Paris - p. 529
- ☆ *Les effets du tabac sur le système cardio-vasculaire*
Besançon - p. 531
- ☆ *Le show du froid*
Nancy-Metz - p. 534
- ☆ *Quand la physique s'envoie en l'air*
Rennes - p. 536
- ☆ *Gravimétrie et pesanteur de Galilée à Foucault*
Aix-Marseille - p. 538
- ☆ *Le chaos*
Paris - p. 542
- ☆ *Observation du phénomène de chaos à travers quelques expériences simples*
Paris - p. 545
- ☆ *Van de Graaff : applications*
Versailles - p. 547

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



La radioactivité du granite, essai de datation

LYCÉE

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

PARTICIPANTS

Animateur

Marie-Christine BAURRIER

Élèves actuellement en terminale S

Nathalie PAPIN, Emmanuelle TIXIER, Alexis BARRAU, Simon BEAUVALLET
et Olivier TABART

Conseillers scientifiques

René BIMBOT, directeur de recherche ; François CLAPIER, ingénieur ; Nicolas PAUWELS,
ingénieur au CNRS (Institut de Physique Nucléaire d'Orsay)

Philippe ROSSI, ingénieur ; Alain COCHERY, ingénieur (Bureau de Recherche Géologique
et Minière d'Orléans)

Jean-Pierre ADLOFF, professeur à l'université de Strasbourg

LES OBJECTIFS

- Déterminer l'origine de la radioactivité des granites.
- Évaluer la radioactivité de différents granites et faire un essai de datation.

LE PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Une sonde à rayonnement γ^* (cristal NaI(Tl)) est placée dans un château de plomb* afin de la protéger du rayonnement naturel. Les échantillons de granite sont introduits dans un bécher, à l'intérieur du château de plomb.

* Prêt de l'IPN.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Coincé entre le calcaire de Beauce et le sol siliceux de Sologne, Orléans ne renferme pas, dans son sous-sol, de granite. L’approvisionnement se fera chez le marbrier funéraire situé à cinquante mètres du lycée ! Trois types d’échantillons (quelques dizaines de kilogrammes) sont fournis : l’un provient d’Espagne, un autre du Tarn et le troisième de Finlande.

La sonde et son échelle de comptage sont reliées à une interface permettant de traiter par informatique (Excel) les mesures. La durée de chaque comptage est de 100s (valeur maximum imposée par l’échelle de comptage).

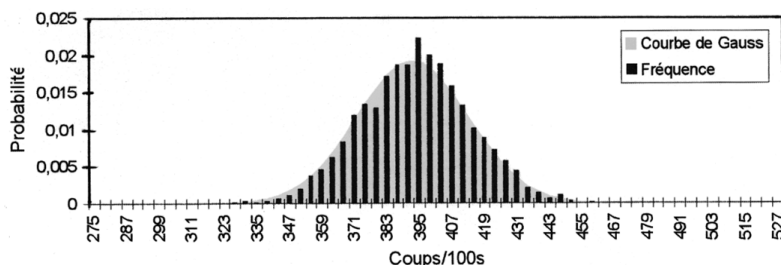
LES MESURES

L’efficacité de la sonde est évaluée à partir de l’activité spécifique de l’isotope ^{40}K ($T = 1,28 \cdot 10^8$ ans) et de mesures faites sur une masse m de chlorure de potassium naturel (0,0177 % de ^{40}K).

L’efficacité de la sonde pour le potassium, dans la géométrie d’utilisation décrite, est de l’ordre de 0,2 %. Pour chaque échantillonnage :

- le bruit de fond est soustrait du nombre moyen d’impulsions mesurées,
- l’acceptance géométrique est calculée puisque l’angle solide sous lequel la sonde voit l’échantillon varie en fonction du taux de remplissage du b cher,
- le nombre moyen d’impulsions compt es est exprimé en coups.s⁻¹ . g⁻¹.

Le traitement statistique des mesures montre qu’elles peuvent être assimilées à une distribution gaussienne : l’écart-type expérimental σ est très voisin de $\sqrt{n_0}$.



Répartition du nombre d’impulsions (2500 mesures de 100 s)
 chantillon : 3,3 g de grains noirs du granite d’Espagne.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

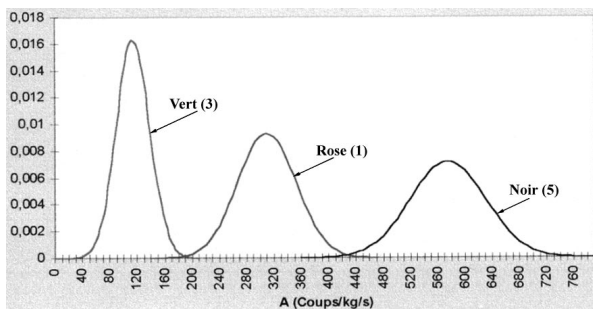
CONCLUSION

Origine de la radioactivité

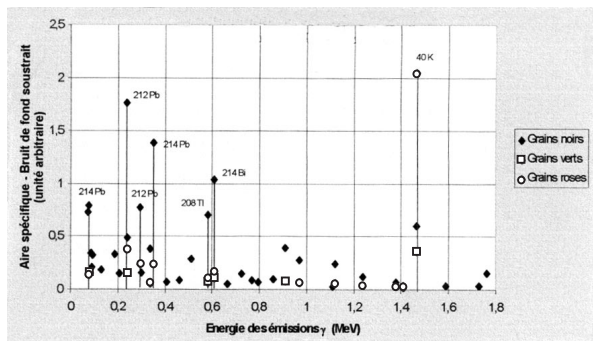
La radioactivité du granite, quelle que soit sa provenance, se trouve essentiellement dans les grains noirs et un peu dans les grains roses. Les grains noirs, du mica, contiennent des inclusions de thorite et zircon riches en uranium.

Les grains roses, le feldspath qui est un silicate de potassium, contiennent l'isotope ^{40}K . Une analyse par spectroscopie γ effectuée par l'IPN permet d'identifier les différents radio-isotopes présents dans le granite.

La radioactivité des zones granitiques provient de la désintégration des descendants de l'uranium 238, du thorium 232 et du potassium 40.



Répartition de la probabilité de désintégrations du granite de Finlande (100 mesures).



Analyse des spectres γ - granite de Finlande.

 OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Age des granites

La comparaison de la radioactivité des différents granites ne permet pas de les classer suivant leur âge géologique. En effet les inclusions de zircon et de thorite au moment de la cristallisation des roches sont indépendantes.

Les méthodes de datation sont basées sur l'hypothèse de départ que l'on travaille sur un système fermé c'est-à-dire que la roche n'a pas subi de modifications depuis sa cristallisation : il n'y a pas eu d'apport extérieur et tout élément radiogénique est intégralement piégé dans la roche.

La datation par l'étude du rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ n'a pas pu être effectuée à Orléans.

Une datation a été effectuée, au BRGM, sur la monazite (phosphate de terre rare) contenue dans le granite d'Espagne par spectrographie X. La *recherche du plomb radiogénique et son dosage* dans cette partie de roche permet de dire s'il y a eu inclusion d'uranium et de thorium au moment de la cristallisation.

$$\begin{aligned} \text{Pb (ppm)} = & \text{Th (ppm)} \times M_{\text{Pb}}/M_{\text{Th}} \times \exp(\lambda_{\text{Th}} t - 1) \\ & + U_{238} \text{ (ppm)} \times \% U_{238} \times M_{\text{Pb}}/M_{\text{U}_{238}} \times \exp(\lambda_{\text{U}_{238}} t - 1) \\ & + U_{235} \text{ (ppm)} \times \% U_{235} \times M_{\text{Pb}}/M_{\text{U}_{235}} \times \exp(\lambda_{\text{U}_{235}} t - 1) \end{aligned}$$

L'âge de ce granite est évalué à 300 ± 50 millions d'années.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Simulation d'aurores polaires

LYCÉE

Lycée Pierre Brossolette - 69100 Villeurbanne (*Lyon*)

ANIMATEUR

Philippe JEANJACQUOT

LES AURORES POLAIRES

Il y a exactement un siècle, Birkeland attribua le phénomène des aurores polaires à des jets de particules chargées émises par le Soleil. C'est lui qui, pour prouver sa théorie, a procédé aux premières expériences de laboratoire reproduisant des aurores polaires sous forme d'anneaux de façon artificielle. Depuis le début des années soixante, les informations recueillies grâce aux satellites artificiels ont permis de bâtir un nouveau modèle physique de l'aurore polaire : la magnétosphère joue le rôle d'un immense tube cathodique qui focalise les faisceaux d'électrons et de protons vers la Terre, au voisinage des pôles magnétiques. Les chocs entre les particules chargées et les molécules de l'atmosphère créent de la lumière.

NOTRE EXPÉRIENCE

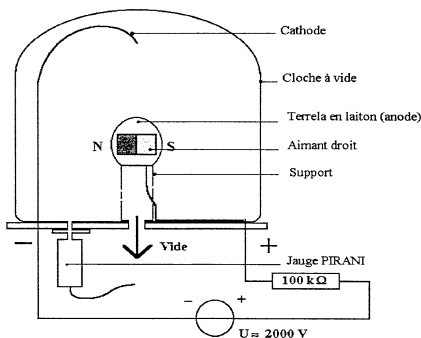


Schéma de notre expérience.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Tout au long de l'année scolaire précédente, nous avons essayé de reproduire des aurores polaires artificielles, tout en étant conscients de la difficulté de la mise au point et de l'ambition d'un tel projet, puisqu'une seule expérience de ce type fonctionne aujourd'hui dans le monde. Après bien des problèmes et des essais successifs, nous avons réussi à obtenir les superbes anneaux. Le protocole final consiste à créer un vide partiel dans une cloche en verre à l'intérieur de laquelle une sphère en laiton renfermant un aimant représente la Terre. Celle-ci est placée à l'anode et le champ magnétique dévie les électrons provenant de la cathode. L'excitation des molécules de gaz par les électrons crée de la lumière. A l'aide d'un monochromateur, nous avons enfin vérifié que le spectre émis par la décharge correspond bien au spectre émis par une aurore naturelle.

Le budget de la manipulation a été de 6800 F.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Étude du spectre solaire par imagerie numérique

LYCÉE

Lycée Saint-Exupéry - 69004 Lyon (*Lyon*)

ANIMATEURS

Thérèse BERTRAND et Claude PIGUET

OBJECTIF

En astrophysique, la spectroscopie est très utilisée, aussi bien dans le domaine du visible que dans les domaines des rayons X, gamma ou IR.

Le spectre d'une source s'explique par les transitions électroniques de ses atomes : lorsqu'un atome change d'état énergétique, il absorbe ou émet un photon dont la longueur d'onde dépend des niveaux d'énergie de cet atome. La spectroscopie permet donc l'identification des différents éléments présents dans la source lumineuse.

Ces notions sont étudiées en classe terminale ; il était donc intéressant pour les élèves de les vérifier expérimentalement en réalisant eux-mêmes leur propre montage permettant d'étudier l'étoile la plus accessible : le Soleil.

DESCRIPTION DU MONTAGE

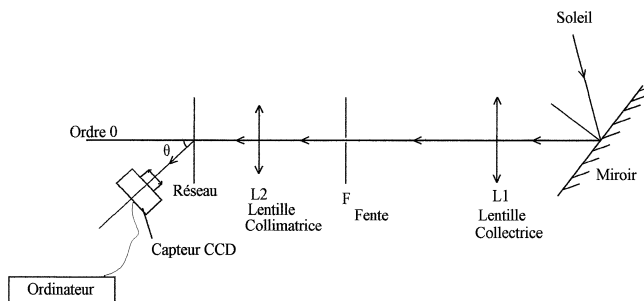
L'appareil se compose de trois parties :

- au centre, un spectroscope, qui décompose la lumière du Soleil,
- en avant, un miroir pivotant, qui sert à diriger les rayons vers le spectroscope,
- à l'arrière, un dispositif de prise d'images (capteur électronique CCD), qui capte l'image du spectre, et qui la transfère à un ordinateur.

Nous avons associé à cet ensemble une lampe spectrale, reliée au support du spectroscope dans une position immuable. Ce montage nous a permis de prendre successivement les

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

images du spectre du Soleil et du spectre de référence sans modifier l'orientation du capteur.



RÉALISATION DES IMAGES

Après la phase de construction, vint le temps des premières expérimentations, où nous avons découvert les affres de la méthode scientifique. Malgré les réglages à l'œil et à la règle graduée, les premiers essais furent décevants : écran obstinément noir ou complètement saturé, bribes de spectres distordues et inexploitable. Toujours patients, quoiqu'un peu découragés, nous avons entrepris d'analyser les causes de ce dysfonctionnement. Nous avons pensé que les différents réglages n'avaient pas été effectués avec assez de précision en raison de la grande sensibilité du matériel utilisé et, avec la plus grande application, tous les ajustements nécessaires furent repris un à un, notamment à l'aide d'un viseur muni d'un réticule. Cette étape nécessaire fut parfois fastidieuse, mais toute la méthode et la rigueur exigées devinrent payantes, quand, à notre soulagement, les premiers résultats corrects furent obtenus. Après de légères adaptations, l'ensemble donna entière satisfaction et nous pûmes effectuer une moisson d'images.

La phase de traitement informatique fut alors abordée. Elle se traduisit surtout par une longue phase de programmation... ; travail gratifiant qui nous a permis d'obtenir des spectres beaucoup plus exploitables que les spectres initiaux.

EXPLOITATION DES IMAGES

Le spectre de la lampe de référence nous a permis d'établir la correspondance entre les positions des raies sur l'écran (en pixels) et leurs longueurs d'onde (en nm).

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Grâce à cet étalonnage, nous avons pu mettre en évidence dans le spectre du Soleil la présence d'éléments chimiques tels que le magnésium ou le sodium dont les raies sont facilement identifiables.

D'autres part, en réalisant un montage des différentes images couvrant tout le domaine visible, nous avons réalisé une image représentant l'ensemble du spectre solaire sur laquelle nous avons pu repérer très nettement les raies caractéristiques H_{α} , H_{β} , H_{γ} ... de l'hydrogène.

CONCLUSION

La réalisation de ce travail a demandé beaucoup de persévérance et de temps au cours duquel nous avons eu parfois l'impression d'errer dans un labyrinthe dont l'issue semblait bien problématique.

Mais la démarche expérimentale a été notre fil d'Ariane et notre meilleur pédagogue. Elle nous a enseigné toute la rigueur, la minutie et le soin qu'elle exige ainsi que l'importance de l'analyse et de l'interprétation d'un événement. Tel Thésée, il fallait rechercher les points faibles, causes si subtiles de nos échecs.

La sortie de ce dédale a été la satisfaction d'obtenir un appareil opérationnel avec un montage précis, puis des images dont la qualité permet d'intéressantes exploitations.

Une autre découverte a été le plaisir, partagé, qui découle d'un véritable travail d'équipe. Nous pensons ici aux membres de notre club qui nous ont fait profiter de leurs compétences les plus diverses, ainsi qu'à un ingénieur et un astronome dont le savoir et l'exigence nous ont tant appris.

Enfin nous espérons passer le relais à de nouveaux membres du club qui compléteront notre moisson d'images en poursuivant cet ouvrage que l'échéance des Olympiades est venu interrompre.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Construction d'un spectromètre UV-Visible

LYCÉE

Lycée La Martinière Montplaisir - 69372 Lyon Cedex 08 (*Lyon*)

ANIMATEURS

Robert GARRON et Nathalie BONNIN

OBJECTIF

L'objectif initial du groupe était la construction d'un spectroscopie autour d'un micro-ordinateur, celui-ci assurant d'une part le déplacement du monochromateur permettant le balayage en longueur d'onde, d'autre part le traitement du spectre obtenu. L'appareil était en particulier destiné à être utilisé en spectroscopie d'absorption pour la détection de polluants.

Le laboratoire de physique de notre lycée pouvait nous prêter un ordinateur équipé d'une carte d'interfaçage ainsi qu'un certain nombre de photodétecteurs.

RÉALISATION

Sur les conseils de nos partenaires du Laboratoire de Physico-Chimie des matériaux luminescents de l'Université Claude Bernard à Lyon, nous avons choisi un montage de type Czerny-Turner pour notre appareil.

La lumière à analyser éclaire la fente d'entrée de l'appareil, placée au foyer d'un miroir sphérique. Le faisceau parallèle réfléchi tombe sous incidence i_0 sur un réseau par réflexion qui diffracte la lumière dans toutes les directions. Un second miroir sphérique collecte la lumière renvoyée dans sa direction sous un angle i et les focalise sur le photodétecteur.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

On obtient une image sur le photocapteur à la condition que les rayons interfèrent constructivement, c'est-à-dire si leur longueur d'onde λ respecte la relation $\sin i - \sin i_0 = nk\lambda$ où n est le nombre de traits par unité de longueur du réseau et k un entier.

En faisant tourner le réseau on fait varier i et i_0 , et par conséquent la longueur d'onde de la lumière collectée par le photocapteur.

Nos partenaires de l'université ont pu nous fournir un réseau qu'ils n'utilisaient plus à cause d'une rayure, mais dont la qualité - $1200 \text{ traits.mm}^{-1}$ - était très largement suffisante pour notre projet. Ils nous ont également fourni deux miroirs sphériques récupérés sur un appareil endommagé. A partir de ces éléments nous avons pu élaborer la structure de notre appareil.

La fente d'entrée est réglable en largeur pour tenir compte de la plus ou moins grande luminosité des sources, et peut être déplacée pour ajuster sa position au foyer du premier miroir.

Un des points importants est l'orientation des miroirs dans l'espace. Nous avons choisi d'utiliser des dispositifs de micropositionnement à trois points permettant les translations d'avant en arrière et les rotations autour des deux directions verticale et horizontale. On peut assurer ainsi une bonne position par rapport à la fente et au photocapteur, l'éclairement correct du réseau et l'horizontalité du trajet suivi par la lumière.

Nous aurions souhaité pouvoir utiliser un dispositif identique pour le réseau mais son poids nous en a empêché et nous avons dû nous contenter de le coller sur une platine permettant de le faire pivoter autour d'un axe vertical.

Pour placer et orienter correctement ces différents éléments, nous avons utilisé un faisceau laser nous permettant de visualiser le chemin optique.

Pour le photocapteur notre choix s'est porté sur une barrette CCD, qui nous permet d'observer une certaine largeur de spectre sans déplacer le réseau. Ce choix a déterminé le domaine d'utilisation de l'appareil, dans le visible et le proche ultra-violet.

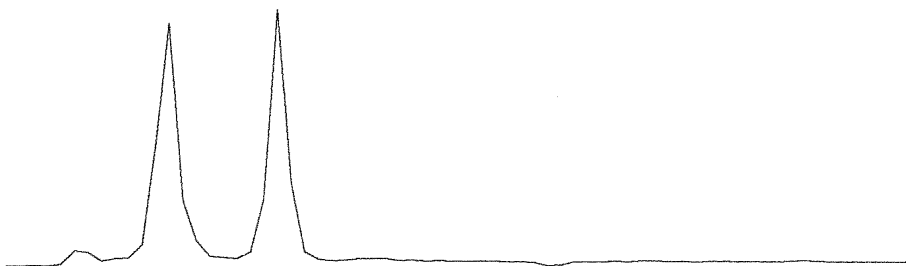
OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Le signal analogique produit par la CCD est recueilli par un ordinateur PC blanc via une carte d'acquisition. Nous avons utilisé un module comportant la CCD et son alimentation, faisant partie du matériel du laboratoire de physique du lycée. Il a été légèrement modifié pour pouvoir détecter le signal de balayage, indispensable pour synchroniser l'acquisition par l'ordinateur avec le balayage de la ligne CCD.

Un moteur pas à pas assure la rotation de la platine portant le réseau, par l'intermédiaire d'une vis sans fin entraînant un bras sinus. Le moteur, branché sur un port de sortie logique de la carte d'acquisition, peut ainsi être commandé par l'ordinateur.

Les essais de l'appareil ont été effectués à l'aide d'une lampe à vapeur de mercure. Nous avons ainsi pu étalonner l'appareil et constater qu'il pouvait être utilisé comme spectromètre car il existe une relation linéaire entre le nombre de pas effectués par le moteur et la longueur d'onde de la bande spectrale observée.

Les essais en spectroscopie d'absorption ont pour l'instant été moins concluants et le temps nous a manqué pour les améliorer.



Mercure Raies jaunes 576,9 nm et 579 nm
12 500 pas.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Conception d'un piège pour déterminer la vitesse d'évaporation d'aérosols

LYCÉE

Lycée La Martinière-Duchère - 69009 Lyon (*Lyon*)

PARTICIPANTS

Animateur

Marie-Christine BENOÎT

Élèves actuellement en première S

Cécilia VAN AGGELEN, Xavier DELORME, Thomas DODIN, Matthieu RICHARD et Romain WEIL

L'expérience «24 heures de la vie d'un chercheur» nous a incités à continuer dans le domaine de la recherche. En effet, ces deux journées ont fortement aiguisé notre curiosité scientifique. Avec enthousiasme nous avons répondu à notre professeur Mme BENOÎT quand elle nous a proposé de nous mettre en relation avec Jérôme KASPARIAN, du Laboratoire de Spectrométrie Ionique et Moléculaire (Lasim, UMR CNRS n° 5579) à l'Université Claude Bernard (Lyon I), afin de participer aux Olympiades de Physique.

NOTRE THÈME

Pendant son DEA, Jérôme KASPARIAN avait repris un piège électrostatique mis au point par Paul pour l'étude des particules élémentaires isolées, en l'adaptant à des particules microscopiques. Ce piège fournissait de bons résultats expérimentaux mais nécessitait une amélioration sur certains points. Notre but a donc été pendant cette année d'élargir la zone d'observation de la particule piégée, et de simplifier la construction du piège tout en conservant l'exactitude des mesures.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Avec notre nouveau dispositif, nous avons étudié l'évaporation de particules d'aérosol liquide. Puis nous l'avons validé en comparant nos résultats à la théorie.

LES ÉTAPES DE NOTRE RECHERCHE

Désireux de partir sur de nouvelles bases, nous nous sommes documentés sur les différents types d'appareils existants déjà. Nous avons trouvé ainsi les plans d'un piège dit «à double anneau». Nous l'avons testé mais les premiers essais se sont révélés infructueux. Aucune modification n'a permis un fonctionnement correct.

Notre recherche étant trop intuitive jusque là, nous avons fait marche arrière. Puis l'équipe a alors cherché à recréer la configuration du champ électrique dans le piège de Paul, mais seulement aux alentours de la particule. Après plusieurs évolutions, nous avons abouti à notre piège actuel qui se schématise en un tore intercalé entre deux aiguilles. Ce piège de fabrication simplifiée, est très ouvert et facilite ainsi l'observation de la particule. Il ne restait plus qu'à prouver sa fiabilité.

L'ÉVAPORATION

Notre dispositif d'étude est le suivant : le faisceau d'un laser Hélium-Néon de 10 mW traverse le centre du piège afin d'éclairer la particule piégée. Les phénomènes lumineux (réflexion, diffusion, diffraction, ...) se produisent dans la particule et donnent naissance à des rayons émergents qui interfèrent entre eux pour donner finalement des cercles concentriques appelés franges de Mie. Ces franges sont détectées grâce à un capteur CCD placé en sortie du piège et interprétées à l'aide d'un oscilloscope et d'un ordinateur. L'analyse de ces franges permet de connaître les tailles successives de la particule étudiée et d'en déduire sa vitesse d'évaporation.

LES RÉSULTATS ET LA VALIDATION DU PIÈGE

Après comparaison avec les résultats expérimentaux de Jérôme KASPARIAN et la théorie nous avons conclu à la fiabilité de notre piège. Depuis, le LASIM bénéficie des atouts de ce nouveau piège pour ses expériences.

Nous avons réussi notre double objectif qui était d'améliorer le piège tout en gardant une bonne fiabilité des mesures.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

NOTRE VISION DES OLYMPIADES

Pour nous, les Olympiades ont été une expérience enrichissante.

Ce concours nous a permis de pénétrer le monde fascinant de la recherche expérimentale et d'en découvrir ses problèmes et ses joies, nous convainquant que «la Science nécessite imagination, rigueur, curiosité, enthousiasme, patience et ténacité» comme l'affirmait la présidente de l'Académie des Sciences, Marianne GRUNBERG-MANAGO.

Pour nous tous, le souvenir de ces après-midi de recherche restera indélébile.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Mesure de température par interférométrie

LYCÉE

Lycée Paul Eluard - 87200 Saint-Junien (*Limoges*)

ANIMATEURS

Louis OUSSET et Jean-Luc BOUSQUET

OBJECTIF

A partir des recherches de l'IRCOM (Institut de Recherche en Communications Optiques et Micro-ondes) de Limoges sur l'influence des divers paramètres sur le comportement optique des fibres, et particulièrement celle de la température, nous avons recherché un montage permettant d'étalonner un dispositif en thermomètre optique dans le but de mesurer en temps réel la température d'un four.

RÉALISATION

L'essentiel du montage optique réside dans la réalisation d'un interféromètre de Mach-Zehnder à fibres ; celui-ci nous permettant d'agir sur une fibre indépendamment de l'autre. En effet une fibre traverse le four simulé par un grille-pain tandis que l'autre est plaquée sur la table du montage à grande inertie thermique.

L'injection du faisceau laser dans la fibre monomode de 4 à 5 μm de cœur est réalisée par un objectif de microscope assujéti à un support micrométrique tridirectionnel. La séparation en deux chemins optiques est obtenue par un coupleur 2 vers 2. La recomposition s'effectue à travers un cube séparateur car l'interfrange recherchée ne permet pas la simple juxtaposition des fibres.

Chaque fibre est montée sur un support micrométrique, vertical pour l'une et dans les deux autres directions pour l'autre. Ces trois réglages nous permettent sur la figure d'interférences d'obtenir des franges rectilignes, verticales et du pas recherché. Le sens de défilement des franges correspond au sens d'évolution de la température du four.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Une lentille cylindrique concentre le faisceau suivant une ligne horizontale le long de laquelle se situe des fibres plastiques qui acheminent les informations vers des photodiodes. C'est la disposition fixe de ces fibres qui impose le choix d'une interférence particulière.

Le dispositif optique s'avère très sensible à la température bien sûr, mais aussi aux vibrations mécaniques et le défilement des franges d'interférences est chaotique et nécessite donc une méthode de comptage-décomptage particulièrement fine pour s'assurer de la seule influence de la température.

Un montage électronique nous permet de réaliser une mise en forme TTL des informations optiques reçues par les photodiodes. Celles-ci au nombre de quatre sont disposées de façon à recevoir par couple des franges en opposition et en quadrature entre les couples.

Le signal reçu par chaque photodiode est préalablement amplifié puis chaque couple effectue une soustraction dans le but de recentrer le signal. Un trigger de Schmitt le rend rectangulaire et un transistor le met en forme TTL. Toutes ces étapes sont visualisées sur un oscilloscope en mode XY qui permet le mieux d'affiner les réglages optique et électronique, les deux voies perpétuellement en quadrature donnant des figures circulaires et carrées. Le sens de description de ces figures correspond au sens d'évolution de la température du four.

Ces deux voies TTL sont envoyées vers un compteur-décompteur de quadratures HTL2020 16 bits qui enregistre chaque passage d'un quart de frange, lui-même relié à une carte PIA d'un ordinateur qui assure la mise à zéro et la lecture du registre du compteur. Ce système permet de s'affranchir des vibrations mécaniques.

L'étalonnage sera réalisé par la juxtaposition à la fibre du thermocouple d'un thermomètre à sortie analogique reliée à une carte d'interfaçage. Un programme nous a permis d'enregistrer simultanément la température délivrée par le thermocouple et le comptage réalisé par notre montage. La linéarité s'est révélée excellente avec un coefficient de 65 m°C par quart de frange pour seulement 20 cm de fibre traversant le four. Une plus grande sensibilité pourrait être obtenue avec une longueur supérieure de fibre.

Un autre programme tenant compte de ce coefficient permet d'afficher la température en temps réel du four montrant ainsi sa très grande sensibilité. Ce montage a été l'objet d'une présentation interne à l'établissement ouverte au plus grand nombre, ainsi qu'un sujet d'étude au niveau des premières scientifiques dans le cadre des options de sciences expérimentales et d'informatique.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

**Détecteur à micro-ondes**

LYCÉE

Lycée Renoir - 87036 Limoges Cedex (*Limoges*)

ANIMATEUR

Guy RAFFIER

ORIGINE DU PROJET

Les élèves du club radio-amateur du lycée étudient les antennes depuis plusieurs années avec l'IRCOM (Institut de Recherche en Communications Optiques et Micro-ondes).

Souhaitant effectuer des liaisons par satellite, ils se sont intéressés aux particularités des hyperfréquences.

CONTRAINTES

Un décret de 1987 fixe la puissance et les fréquences autorisées en domotique. Choix : 50 mW et 9.9 GHz soit une longueur d'onde de 3 cm.

MATÉRIEL***Classique sauf :***

- un générateur HF (oscillateur à résonateur diélectrique),
- une diode détectrice HF faible bruit qui délivre une tension de 1 mV quand elle reçoit 2 μ W,
- des antennes plaquées en cuivre, fabriquées et étudiées à l'IRCOM.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

RÉALISATIONS***Détecteur de passage***

Un faisceau étroit est coupé (tout ou rien), une amplification convenable permet d'obtenir une tension de 4 V facilement exploitable, donnant des applications multiples et amusantes :

- alarme anti-intrusion **totale**ment **invisible** car les antennes peuvent être recouvertes, c'est là un gros avantage par rapport aux méthodes optiques,
- comptage et décomptage avec déclenchement d'un relais après un nombre donné de passages...

Détecteur de présence

Constatation : les détecteurs du commerce utilisent l'effet Doppler : variation de **fréquence** entre le signal émis par la source S et son écho sur un mobile M quand SM varie ; ce sont des détecteurs de mouvement.

Essai de détection à partir d'une variation d'**amplitude** : il s'établit toujours dans une salle un niveau moyen par réflexions multiples. Toute modification, même très faible de la boîte change le niveau moyen et provoque des oscillations. Il faudrait traiter le signal obtenu sur la table traçante et le PC pour pouvoir l'exploiter par exemple en domotique (commande de l'éclairage par une personne immobile).

D'autres applications possibles

- Étude de la respiration par enregistrement des mouvements de la cage thoracique.
- Essai de l'étude du rythme cardiaque par l'enregistrement des variations de pression dans une artère (éloignée de la poitrine pour éliminer l'effet précédent).

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Mise au point d'une méthode de détection du radon dans l'air

LYCÉE

Lycée Polyvalent de Chamalières - 63400 Chamalières (*Clermont-Ferrand*)

ANIMATEUR

Boujemaa MANNOU

Le radon est un gaz radioactif émetteur α omniprésent dans la nature. Son abondance relativement importante dans notre région a été une réelle motivation pour les élèves.

MÉTHODE

La méthode utilisant les Détecteurs Solides de Traces (DST) nous a semblé la moins onéreuse et la plus intéressante du point de vue expérimental et pédagogique.

L'équipement instrumental comprend :

- Un détecteur de particules α : film Kodak LR115 ;
- Un compteur de traces : circuit électronique réalisé par les élèves à partir d'un plan publié dans une thèse. Il comporte des résistances, une diode Zéner, un condensateur et deux électrodes en laiton. L'ensemble est placé dans une boîte cubique en Plexiglas. L'usinage des électrodes et du Plexiglas a nécessité l'aide d'un technicien ;
- Une alimentation HT et un compteur d'impulsions prêtés par le laboratoire de physique corpusculaire de Clermont-Ferrand.

Les élèves ont réalisé un véritable travail de recherche :

- étalonnage du compteur à l'aide d'une source ^{239}Pu ,
- évaluation de l'efficacité de détection par comparaison avec la lecture optique,

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

- mesure du bruit de fond,
- vérification de la reproductibilité des mesures,
- rédaction d'un mémoire et soutenance devant un jury.

Ce projet a mis les élèves devant des problèmes concrets où leur imagination, leur curiosité ainsi que la mise en œuvre de leurs connaissances acquises au cours de leurs études sont fortement sollicitées.

Quant à l'organisation des Olympiades, j'ai été, avec mes élèves, agréablement surpris par l'accueil et l'importance accordée à cette manifestation.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Étude de la matière condensée

LYCÉE

Lycée Maurice Ravel - 75020 Paris (*Paris*)

PARTICIPANTS

Animateurs

Francine CHAVY et Josette MAUREL

Élèves

Renaud BLONDEAU, Nicolas FRANÇOIS, Saïf KHEERDALI, Benoît LAURENT,
et Simon LEHEMBRE

Nous avons réalisé deux études dont le point commun était d'étudier l'étalement de gouttes de liquide sur une surface en n'utilisant que des appareillages simples.

La première, inspirée d'expériences historiques de Franklin et Rayleigh, permet d'accéder aux dimensions de molécules organiques. Notre protocole expérimental a consisté à lâcher une goutte d'acide stéarique dilué dans du pentane (très volatil) sur de l'eau dont la surface était parsemée de particules de talc. En s'étalant, la goutte repousse ces particules. Après évaporation du pentane, il ne reste plus qu'une «galette» d'acide stéarique visible grâce au talc qui l'entoure. La mesure de la surface de cette galette jointe à la connaissance de la quantité d'acide stéarique dans une goutte, permettait de déduire la hauteur et la surface d'une molécule. Deux simples mesures macroscopiques (le volume d'une goutte et le diamètre d'une tache) permettent ainsi d'accéder aux dimensions atomiques !

Les résultats obtenus (longueur = $15,6 \pm 1,6$ Å et surface = $32,5 \pm 3,2$ Å²), comparés aux résultats théoriques (longueur = 24 Å et surface d'une «tête» de molécule 12,5 Å²), nous font penser que les molécules ne sont pas jointives et qu'elles ne se tiennent pas droites, la tête hydrophile dans l'eau et la queue hydrophobe hors de l'eau

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

(leur queue se replie), ceci peut être expliqué par des forces répulsives entre les molécules. D'autres expériences seraient nécessaires pour confirmer ces hypothèses.

La seconde expérience est plus originale, en ce sens que nous n'avons pas trouvé de références à son sujet. Son but est d'étudier la dissipation de l'énergie cinétique lors de l'étalement d'une goutte sur une feuille de papier. Nous avons mesuré le diamètre maximal de la tache en fonction de la hauteur de chute, et ce pour plusieurs types de liquides, pour mettre en évidence l'influence de divers paramètres tels que le volume, la viscosité ou la tension superficielle.

Il en ressort que la viscosité est le facteur le plus important, et que, contrairement à ce que nous pensions au départ, le rôle de la tension superficielle est négligeable : la dissipation de l'énergie cinétique se fait ainsi principalement par frictions visqueuses internes au liquide.

Si les résultats obtenus ne sont pas probablement pas appelés à bouleverser les connaissances scientifique..., l'année de travail consacrée à les obtenir, sous la direction de nos professeurs du Lycée Maurice Ravel, Mme CHAVY, Mme MAUREL et de M. QUÉRÉ, chercheur au Collège de France, aura beaucoup apporté à cinq élèves de terminale.

Outre la mise en évidence de l'importance de la rigueur dans le domaine expérimental et de la nécessité de la clarté dans la communication écrite et orale des résultats, ces études nous ont permis la découverte de l'esprit de recherche, fort différent de celui d'un certain nombre de T.P., où l'on doit retrouver un résultat déjà établi.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Les effets du tabac sur le système cardio-vasculaire

LYCÉE

Lycée Jules Haag - 25000 Besançon (*Besançon*)

ANIMATEUR

Dominique SACEPE

L'idée de ce sujet nous est venue dans les circonstances suivantes : à la suite d'une crise du logement particulièrement aiguë dans notre établissement nous avons dû entreposer le petit matériel d'hydraulique de physique dans une salle de SVT. Un jour, alors que nous entrions dans la salle pour y faire des manipulations, nous avons vu et entendu le professeur de biologie décrire ce qui se passe dans le système cardio-vasculaire à partir de circuits hydrauliques comportant une pompe et des tuyaux : «la pompe joue le rôle du cœur et les tuyaux jouent le rôle d'artères». Et là il y a eu une révélation : c'était beaucoup plus passionnant de «parler» de cœur et d'artères que de «parler» de pompe et de tuyaux.

Ce sujet proposé parmi d'autres a fait l'unanimité du groupe de participants. Au départ nous ne savions pas grand chose de précis si ce n'est que l'effet du tabac est très néfaste et que, pour faire une étude de ce qui se passe dans des artères, nous devons construire des maquettes de circuits hydrauliques fonctionnant dans des conditions similaires à celles du système cardio-vasculaire.

Nos recherches de documents ont très vite porté leurs fruits, en effet toutes les personnes que nous avons sollicitées se sont montrées des plus coopératrices. L'équipe de «Besançon non fumeur» du service d'hygiène de la ville de Besançon nous a fourni la documentation médicale professionnelle où nous avons lu que :

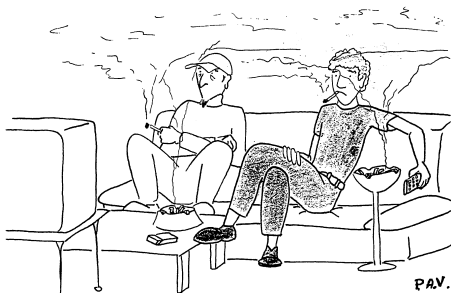
- la consommation du tabac augmente la viscosité du sang,
- la consommation du tabac diminue le diamètre des artères,
- la consommation du tabac provoque une altération de la paroi interne des artères engendrant à terme des athéromes (bouchon).

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES

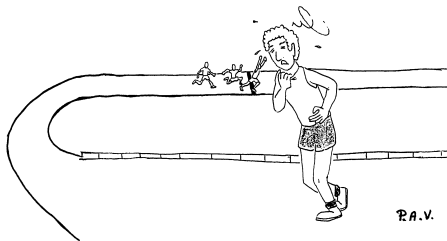
Il nous restait donc à réaliser les maquettes vraisemblables pour visualiser chaque fois que cela était possible les conséquences d'une augmentation de la viscosité du sang, d'une diminution du diamètre des artères et de la formation d'un athérome. Tout cela a représenté des heures et des heures d'essais car il est très difficile de réaliser un circuit hydraulique avec le débit, la pression et les pertes souhaités. Nous avons eu la chance cependant de bénéficier de l'aide du technicien responsable du fonctionnement du matériel du service de chirurgie cardio-vasculaire qui nous a, d'une part prêté une pompe péristaltique et d'autre part donné une grande quantité de tuyaux et raccords.

Nos essais ont eu lieu pendant une année avec des réussites et des échecs. Cependant au bout du compte nous avons pensé qu'il était possible de présenter le résultat de nos recherches. Un des participants a eu l'idée de présenter oralement notre travail sous forme de sketch. Sur notre document écrit cela s'est traduit par une introduction et une conclusion en forme de B.D.

INTRODUCTION



Un jour ordinaire.



Séance d'entraînement.

PLAN SUIVI

1 - Conséquences de l'augmentation de la viscosité du sang

Cette partie est visualisée par un circuit hydraulique construit spécifiquement qui permet de conclure que l'augmentation de viscosité du sang fait perdre de l'énergie au sang et par conséquent oblige le cœur à fournir un effort supplémentaire pour assurer le débit demandé (→ DBO).

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

2 - Conséquences de la diminution du diamètre des artères

De même que pour le paragraphe 1 on effectue une visualisation et des mesures (vérification de la loi de Poiseuille) à l'aide d'un circuit hydraulique conçu spécialement. On remarque encore que le cœur doit fournir un effort supplémentaire pour assurer le débit nécessaire à une oxygénation convenable du corps.

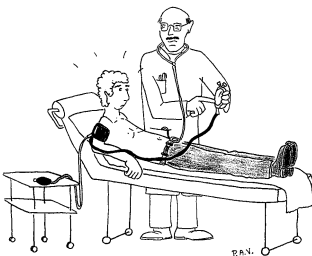
3 - Conséquences de la formation d'un athérome

Comme précédemment une maquette de circuit hydraulique permet une visualisation du phénomène dans son ensemble et des mesures (pertes de charge singulières). Dans cette partie nous avons pu aussi visualiser ce qui se passe au niveau de l'athérome (déformation des lignes de courant) grâce à l'outil vidéo. L'artère était simulée par un tuyau transparent, l'athérome par un «bouchon de colle», le sang par une solution contenant des particules en suspension. L'effet obtenu est assez spectaculaire. La conclusion de cette troisième partie est identique à celle des précédentes.

CONCLUSION

Les trois **méfais** du tabac aboutissent chacun au même résultat :

Une fatigue excessive du cœur



Chez le médecin.

Au cours de ce travail chacun a pu apporter ses idées. Chaque idée a été prise en compte, mais ensuite chaque participant a compris avec quelle rigueur il faut travailler pour pouvoir justifier ce que l'on veut prouver. Les jeunes du groupe ont appris à ne pas se décourager devant les échecs : en effet parmi nos essais beaucoup se sont montrés infructueux. La présentation orale devant un jury professionnel s'est montrée très riche en enseignements et laissera une trace indélébile dans les mémoires. Pour finir, cette expérience a permis à notre groupe de terminale STL, qui a obtenu le prix spécial de la SFP, de perdre son sentiment d'infériorité vis-à-vis des concurrents de terminales S.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

**Le show du froid**

LYCÉE

Lycée Jacques Callot - 54500 Vandœuvre-les-Nancy (*Nancy-Metz*)

ANIMATEUR

Michel CLAUDON

Cette recherche nous fut proposée par le laboratoire de thermique de l'ENSEM. Il s'agissait, à partir d'un objet technique simple, de montrer comment se font les échanges de chaleur et de juger de leurs importances respectives.

Après divers tâtonnements pour estimer la déperdition de chaleur dans un thermos, nous avons mis au point un protocole relativement facile à mettre en œuvre et surtout visuel : nous introduisons de la carboglace dans le thermos et nous mesurons le débit de gaz produit par le réchauffement. Un débitmètre fournit un résultat chiffré mais une bonne indication est déjà donnée par le rythme des bulles si on fait arriver le gaz dans un liquide.

Un travail plus théorique a été conduit au laboratoire de thermique avec une caméra infrarouge. Le thermos utilisé venait du laboratoire de cryogénie de la faculté des sciences ; il comportait une argenture dans laquelle avait été ménagée une fenêtre pour juger du niveau de l'hélium liquide et un robinet pour pouvoir faire le vide entre les deux parois.

Le résultat est net : les pertes sont minimales et se répartissent à peu près également entre la conduction par l'air entre les deux parois et le rayonnement. Ce résultat n'aurait pas dû nous surprendre puisque d'ARSONVAL qui utilisait des récipients à double parois de verre séparées par le vide avait préconisé l'emploi de réflecteurs pour améliorer les performances de ces vases.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Ces questions nous ont conduits à nous intéresser à l'histoire du froid, domaine où notre ignorance est apparue beaucoup plus grande que nous ne l'aurions imaginé.

Il aura fallu deux cents ans pour passer des premières recherches à une maîtrise quasi totale du froid. Nous avons pris connaissance des divers procédés : détente d'un gaz comprimé, évaporation d'un liquide particulièrement volatil, évaporation de l'eau, mais nous nous sommes penchés un peu plus sur le cas des réfrigérateurs à absorption et en particulier une version qui fut développée à Nancy en vue d'une utilisation humanitaire au Mali.

Tout cela représente du travail, de la recherche de documents, des discussions pour mettre au point les expériences et présenter de façon aussi claire que possible des notions parfois assez éloignées du programme de première, mais aussi de grandes satisfactions lors de la présentation des résultats. C'est un plaisir pour l'enseignant, que je souhaite partager avec un nombre croissant de collègues.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Quand la physique s'envoie en l'air

LYCÉE

Lycée Rabelais - 22000 Saint-Brieuc (*Rennes*)

ANIMATEUR

Loïc POUILLAIN

Ce titre, peut être choquant au sens figuré, est à prendre au sens propre. Il s'agit d'une expérience installée à bord d'une petite nacelle en polystyrène extrudé réalisée par les élèves. La chaîne de vol contient, en plus de la nacelle, une enveloppe en latex gonflée à l'hélium, un réflecteur radar, un parachute.

Ce projet a été mené dans le cadre de l'opération «un ballon pour l'école» destinée également à l'expérimentation scientifique dans les classes primaires. Les élèves ont choisi de mesurer, en fonction du temps, c'est-à-dire au cours du voyage du ballon, trois paramètres :

- température à l'extérieur de la nacelle,
- température à l'intérieur pour vérifier le bon fonctionnement des appareils,
- pression.

Ils ont voulu également réaliser quelques photographies du paysage briochin et de l'atmosphère terrestre.

Le projet beaucoup plus ambitieux au départ s'est heurté, comme d'habitude, à de multiples problèmes matériels :

- le dispositif de mesure de pression réalisé à partir d'une capsule barométrique (jauge de contrainte) a fait apparaître un dysfonctionnement au cours de la traversée des nuages très épais ce jour là,
- les photographies révèlent beaucoup trop de nuages,

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

– l'acquisition des mesures et la commande numérique de l'appareil photo ont mis en œuvre une centrale de mesure connectable à des calculatrices programmables (CBL de Texas Instrument). Il a fallu aux élèves de nombreuses heures pour dominer cet appareillage.

Néanmoins, la nacelle envoyée le 23 mai 1996 a pu être récupérée le même jour cent kilomètres plus loin (près de Mont Saint-Michel).

Les résultats obtenus sont conformes à ceux du radiosondage effectué par Météo-France le même jour à douze heures.

En qualité de responsable du groupe, je tiens à préciser que ce travail est le fruit de l'équipe formée par les élèves. Ils ont fait seuls les expériences, les mises au point, le dossier, l'exposé.

Je n'ai voulu, en aucune façon leur imposer mes idées. Mon travail personnel a consisté à établir les nombreux contacts avec l'extérieur (CNES, entreprises, radar, presse...)... et vérifier l'appareillage.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

**Gravimétrie et pesanteur**
de Galilée à Foucault

LYCÉE

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

ANIMATEURS

André MEGEL et Marie-Noëlle OLIVE

Pour la quatrième fois, une équipe du lycée Esclangon a affronté cette épreuve redoutable mais aussi tellement passionnante et enrichissante aussi bien pour les élèves que pour les enseignants.

L'ÉQUIPE

Une nouveauté, cette année : ce sont des élèves de première S qu'il faut recruter. Ce sont de très jeunes élèves qui n'ont pas fait encore beaucoup de physique et dont le bagage mathématique est encore très léger. Il faut donc s'adapter à leur niveau, car la règle première à respecter est qu'ils soient capables de s'approprier totalement le sujet traité.

Nous avons donc sans difficulté recruté sept élèves : Élisabeth, Véronique, Cédric, Simon, Hervé, Karel et Sébastien. Le plus jeune vient tout juste d'avoir quatorze ans et l'aîné n'a pas encore seize ans. Ils sont encadrés par un professeur de physique et la documentaliste du lycée.

Cinq élèves Tchèques du lycée d'Olomouc et leur professeur de physique ont accepté de travailler sur le même sujet : Daniela, Hanka, Karel, Monika et Marek.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

LE SUJET ET LES PARTENAIRES EXTÉRIEURS

Il existe, à Manosque, de grandes cavités creusées dans le sel à deux mille mètres de profondeur qui servent à stocker du gaz (GEOSEL). Il nous paraissait intéressant d'essayer de détecter leur présence par des mesures de gravimétrie.

Nous avons donc pris contact avec le Bureau International des Poids et Mesures à Sèvres. Le directeur n'a pas accepté qu'un groupe d'élèves d'un lycée français vienne y faire des mesures, mais cela nous a permis de rencontrer un personnage japonais fascinant : Monsieur SAKUMA. Il est à la fois Savant, Mécène et a consacré sa vie à gagner des chiffres significatifs dans la mesure absolue de «g» (neuf chiffres aujourd'hui).

Monsieur DIAMENT, directeur du laboratoire de gravimétrie de l'Institut de Physique du Globe à Jussieu, a accepté de nous aider à réaliser des mesures de gravimétrie différentielle de haute précision.

Notre travail s'est donc orienté vers l'exploitation des champs de pesanteur et de gravitation.

LES MESURES

Il s'agit avant tout de réaliser des mesures en utilisant le dispositif d'un laboratoire ou un dispositif mis au point par l'équipe.

Les mesures absolues de «g»

Après avoir étudié en détail le dispositif de M. SAKUMA, nous avons réalisé des mesures du champ de pesanteur à partir de l'étude expérimentale de la chute libre puis du pendule simple. L'étude de la précision de notre travail nous a montré qu'il n'était pas possible de détecter les cavités de «Geosel» qui se trouvent à une profondeur trop grande.

La gravimétrie différentielle

M. DIAMENT et sa collaboratrice sont venus à Manosque avec deux gravimètres de haute précision (un Lacoste et Romberg ainsi qu'un Scintrex). Nous avons pu ainsi mesurer la variation de «g» entre la base de notre pendule de Foucault et son point de

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

suspension situé à onze mètres sous la voûte de l'église de Notre-Dame de Romigier aimablement mise à notre disposition par le curé de Manosque et le maire de la ville.

Le dépouillement assez difficile des mesures a conduit à un résultat de **3 milligal**.

Cette étude a conduit le groupe à s'intéresser à deux applications de la gravimétrie différentielle :

- l'effet de marée et ses conséquences,
- la stabilisation d'un satellite.

Le pendule de Foucault

Sa réalisation par l'équipe fût très laborieuse, car il a fallu résoudre de nombreux problèmes : le support, l'amortissement, le choix du fil et de la boule, les figures de Lissajous, la mesure du déplacement du plan d'oscillation, etc.

Un exemplaire de notre pendule a finalement été installé à Notre-Dame de Romigier pendant une semaine du mois de mai. L'expérience a été présentée au public manosquin, très intéressé, par les élèves français et leurs camarades tchèques venus à Manosque pour partager le fruit de leur travail.

Des mesures précises ont alors été réalisées. Elles ont montré que la rotation du plan d'oscillation du pendule est de $10,7^\circ$ par heure à Manosque de latitude $43,82^\circ$. Les mesures identiques réalisées à Olomouc ($46,6^\circ$ de latitude) ont conduit à $11,5^\circ$ /heure.

L'INTERPRÉTATION DES MESURES

Toutes les mesures réalisées ont été interprétées, très souvent en étroite liaison avec le travail fait en classe, dès le début de la terminale. Chaque fois que cela a été possible, l'ensemble de ma classe de terminale en a profité.

Une grande difficulté a été d'interpréter la rotation du pendule de Foucault avec la force de Coriolis avec des élèves de première S. Le travail a pu être fait sans utiliser d'autres outils que les leurs. Pour cela une demi-oscillation du pendule a été décomposée en déplacements élémentaires. Sur chacun de ces déplacements, les forces, la variation de vitesse, la déviation ont pu être calculées. Les élèves ont ensuite écrit un programme de calcul pour TI92. Le résultat du calcul a confirmé les mesures à moins de 3 %.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

LES CONCLUSIONS DU TRAVAIL EXPÉRIMENTAL

- Le champ de pesanteur n'est pas uniforme (il dépend de l'altitude et de la latitude).
- La rotation de la terre explique en grande partie :
 - champ de pesanteur et champ de gravitation sont différents,
 - la terre n'est pas tout à fait un référentiel Galiléen.

LE TRAVAIL DE SYNTHÈSE

Tout ce travail a été rédigé par les élèves dans un mémoire de trente-cinq pages, puis l'équipe a présenté ce travail en vingt minutes devant le jury lors du concours régional à Istres puis lors du concours national à Paris.

Ce dernier aspect du concours est très difficile mais aussi très formateur. Il donne toute sa richesse à la formule de ces Olympiades de Physique.

N.B. : Le mémoire sera prochainement disponible sur Internet.
Pour tout renseignement à ce sujet consulter : E-mail : Esclagon@karatel.fr

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Le chaos

LYCÉE

Lycée technique Jacquard - 75020 Paris (*Paris*)

ANIMATEUR

Jean-Charles JACQUEMIN

A la rentrée 1995 «l'air du temps» et surtout un numéro spécial de la revue «pour la science» me conduit à proposer aux élèves de première S de travailler autour d'une notion au nom curieux «le chaos». L'ambition première étant de réussir à lire le plus grand nombre d'articles de cette revue, il est clair qu'un très grand nombre de notions «de base» (et de terminale S en particulier) étaient inconnues.

La première partie de l'année est donc consacrée à réaliser des expériences sur des pendules : on les filme et on apprend à utiliser les outils¹ à notre disposition pour saisir leur position, calculer les angles et les vitesses angulaires (dans un tableur) et enfin observer sur l'écran de l'ordinateur cette chose qui revient sans cesse : **le portrait de phase**. Portrait de phase d'un métronome : il tourne sans cesse et se moque des petites perturbations ; voici donc encore un mot mystérieux dont le sens s'éclaire : un cycle **attracteur**. Portrait de phase d'un pendule qui s'amortit puis s'arrête : l'attracteur est un point.

En même temps on est surpris par l'importance que semble avoir une toute petite équation, dite «des populations²». A la main chacun va construire graphiquement la suite des solutions pour s'imprégner «d'itération» puis c'est l'occasion de découvrir qu'un peu de programmation en BASIC permet beaucoup d'observations : parfois notre population tend à se stabiliser très vite (pour A petit, 1 par exemple), parfois elle passe

1. Ordinateur muni d'une carte vidéo-blasteur et du logiciel Movie.

2. Si on note x_n la population de l'année n et donc x_{n+1} celle de l'année suivante l'équation est $x_{n+1} = A x_n (1 - x_n)$.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

d'une bonne année à une autre qui ne l'est pas : il n'y a plus une population limite mais deux qui alternent (pour A un peu plus grand que 3), puis en augmentant encore A, soudain la population change sans cesse, elle ne tend plus vers rien : voilà le **chaos**.

Il est grand temps de lancer des expériences pour voir si nous pouvons voir ce chaos à l'œuvre. De nombreux sous-groupes se constituent alors. Certains tentent d'observer un phénomène chaotique :

– Un mobile autoporteur sur une table à numériser³ inclinée, attaché à un ressort, à la fois pendule élastique et pesant, l'autre extrémité du ressort étant excitée par un moteur dont on doit enregistrer le mouvement : « beaucoup de bruit pour rien », car le nombre de points à acquérir étant très grand il faut réaliser un gros programme, rapide et complexe. C'est trop pour nous.

– Un circuit électrique tout simple (le schéma est dans la revue) : un jour on croit voir quelque chose, hélas ce n'est pas reproductible... Tant pis.

– Une émission de TV avec M. Pierre BERGÉ a donné l'idée à l'un des participants de tenter de reproduire une des expériences montrées : placer une boussole verticale devant un métronome portant un petit aimant collé le long de son bras (métronome arrêté la boussole s'aligne sur le bras). Si la distance entre les deux objets est très faible et que le métronome ne bat pas trop vite, la boussole suit, attirée par l'aimant. En éloignant doucement le métronome on voit la boussole « hésiter », rater une période puis deux, se lancer dans un tour complet, repartir dans l'autre sens... Ça c'est du chaos⁴.

– Du livre, agréable à lire de James GLEICK, « la théorie du chaos, vers une nouvelle science »⁵ vient une autre tentative de reproduction d'une expérience, celle de Robert STETSON SHAW : le robinet qui fuit ; ce sous-groupe doit se débrouiller pour savoir utiliser une barrière photoélectrique, l'interfacer avec un ordinateur, ainsi qu'un générateur de signaux carrés pour avoir un signal d'horloge, programmer le tout et mesurer pendant des heures l'intervalle de temps entre deux gouttes successives. Les résultats sont présentés sous forme d'un graphe où l'on porte en abscisse l'intervalle de temps entre une goutte et la *précédente* et en ordonnée l'intervalle de temps entre la même goutte et la *suivante*. Cette méthode nous permet d'illustrer une notion introduite dès le premier article de la revue : la méthode **du délai temporel**. On obtient bien sûr des résultats, mais, la vie quotidienne nous le montre, un robinet qui fuit produit un phénomène bien régulier. C'est ce que nous observons.

3. Matériel DIGDEDOC.

4. En tout cas, nous observons un phénomène dont on nous dit qu'il est chaotique.

5. Flammarion - collection Champs.

 OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

En même temps d'autres continuent à essayer de comprendre et à mettre en œuvre quelques-unes des notions curieuses qui fourmillent dans la revue :

- Pourquoi un certain Henri Poincaré est-il sans cesse cité et en quoi peut-on l'opposer à Laplace ? (travail de documentation et de réflexion).
- La **cascade de dédoublements**, qui apparaît quand on visualise les résultats de l'équation des populations, est approfondie grâce à un nouveau tout petit programme BASIC qui affiche, sous forme de points sur une horizontale, les populations obtenues au bout de centaines «d'années» tandis que, en verticale, la valeur de A change.
- Un programme utilisant l'équation de Michel HÉNON⁶ permet de voir ce qui est appelé «**attracteur étrange**».
- Un système oscillant semble ne pouvoir être chaotique que si un nombre de paramètres suffisant (trois semble-t-on comprendre) intervient. Mais alors comment dessiner le portrait de phase sur un papier (ou sur un écran) ? Il y a trop de dimensions, trop d'axes et nous ne pouvons en retenir que deux : il faut faire une «**coupe de Poincaré**». Pour comprendre et visualiser cela, on va étudier un système de deux pendules couplés (quatre paramètres : position et vitesse de chacun) et ne relever la position et la vitesse du résonateur que lors du passage de l'excitateur par la verticale et vers la droite. Ainsi deux des quatre paramètres sont fixés et la «coupe» est réalisée.

La synthèse se fait sur la manipulation «boussole» : on va enregistrer avec une caméra vidéo les mouvements du métronome et de la boussole puis réaliser la coupe de Poincaré. Voilà une courbe bien curieuse. Prouve-t-elle l'existence du chaos dans ce phénomène ? Nous n'allons tout de même pas nous donner le ridicule de le prétendre, mais peut-être, un jour, un des participants pourra le dire, s'il poursuit dans cette voie.

6. $X_{n+1} = 1.4 \times (X_n)^2 + Y_{n+1}$ et $Y_{n+1} = 0.3 \times X_n$.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Observation du phénomène de chaos à travers quelques expériences simples

LYCÉE

École Alsacienne - 75006 Paris (*Paris*)

PARTICIPANTS

Animateur

Gérard AUSSEL

Élèves

Kevin GUENEGAN, André MICHELIN, Florian SAUVIN, Sohary SET, Nicolas JOLY
et Ayalla SCHERRER

RÉSUMÉ DU TRAVAIL

Les élèves ont réalisé avec le maximum de soin possible un certain nombre d'expériences dans des domaines aussi variés que l'électricité, la mécanique et la chimie. Pour cela ils ont appris à manipuler des outils modernes et variés. Les photos et les films au format movies ont été réalisés soit avec un appareil photo numérique soit à l'aide d'un caméscope et d'une carte de digitalisation. Les études de dipôles ont été réalisées à l'aide du boîtier GERELEC et du logiciel EQCIEL pour les caractéristiques des dipôles en courant continu. Le capteur ANALECOR a été utilisé pour l'étude des dipôles en courant alternatif.

Le logiciel de traitement de texte Word-5 et le grapheur tableur CricketGraph ont été utilisés pour la rédaction du document définitif.

Au fur et à mesure des difficultés rencontrées les élèves ont découvert la complexité du phénomène.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

En électricité ce fut d'abord la découverte du phénomène d'impédance avec l'étude de la bobine et de la résistance, en courant continu puis en courant alternatif. Puis l'observation du redressement d'un courant alternatif quand la fréquence atteint la centaine de kHz et l'observation des phénomènes chaotiques qui apparaissent quand une bobine est introduite dans le circuit.

En mécanique avec l'étude des oscillations d'un pendule rendu instable par la présence de deux ou trois aimants ils ont découvert la complexité des phénomènes de stroboscopie qui apparaissent quand on filme à vingt-cinq images par minute et qu'un dispositif logique réduit la cadence à dix images par minute. L'observation du mouvement vue par vue a mis en évidence des discontinuités dans l'enregistrement digitalisé que nous n'avons pas pu résoudre. Notre but était de reconstituer la trajectoire du pendule portant une led qui s'illuminait à des intervalles de temps successifs et égaux. Quelques portions de trajectoire étaient correctement représentées mais des trous dans le codage rendaient l'exploitation du document impossible.

En chimie les élèves ont été frappés par la beauté des figures colorées apparaissant dans la solution au cours de la réaction de BÉLOUSOV ZHABOTINSKY. C'est un système qui évolue loin de l'équilibre, composé de plusieurs réactions qui s'influencent mutuellement. En effet une des réactions est à la fois auto-catalysée et inhibée par l'un des produits de la série de la réaction.

CONCLUSION

Les élèves ont essayé de comprendre les phénomènes mis en jeu, à partir de leur pratique expérimentale. Les échecs ne les ont pas fait abandonner mais les ont conduits à progresser dans leurs savoir-faire expérimentaux. Les Olympiades ont permis de réaliser un travail dont la rigueur ne se confond pas avec des contraintes rigides de programmes et d'horaires. Il y a, en physique et en chimie, des connaissances qu'on ne s'approprie que par la fréquentation du laboratoire.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Van de Graaff *Applications*

LYCÉE

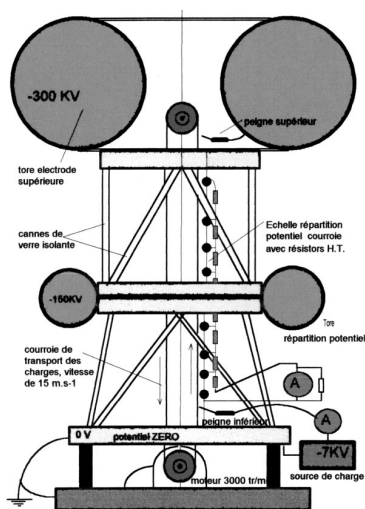
Lycée Saint-Exupéry - 78000 Versailles (*Versailles*)

ANIMATEUR

Daniel GAUDELETTE

LE DISPOSITIF

Le dispositif, présenté aux Olympiades de physique 1996 est un générateur électrostatique de haute tension, réalisé afin d'accélérer un faisceau d'électrons pour l'envoyer dans une chambre à brouillard (présentée, elle, aux olympiades 1995).



Van de Graaff
échelle : environ 1/10

Le Van de Graaff est un générateur «historique» réalisé par le physicien américain de ce nom (1901-1967). Il s'est depuis beaucoup modernisé et est encore utilisé dans les laboratoires de recherche : ainsi le CRN de Strasbourg a réalisé un Van de Graaff (le VIVITRON) d'une cinquantaine de mètres de long capable de fournir des tensions de 20 MV.

Plus modestement, celui monté dans nos labs pourra fournir une tension de -300 kV . Il n'en reste pas moins impressionnant : 2 m de hauteur, électrode terminale de 1,40 m de diamètre. Il a été conçu avec la collaboration étroite du CEA.

Nous avons pu démontrer et vérifier par mesures que, pour notre Van de Graaff,

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

le potentiel de l'électrode terminale est de la forme :

$$V = 2.98 \times U \times v$$

U étant la tension délivrée par l'alimentation de charge (ici – 7 kV) et v la vitesse de défilement de la courroie (ici 15 m/s).

Les champs électriques (calculés et mesurés) obtenus entre le tore (électrode supérieure) et les murs du labos ne dépassent pas 6 kV/cm, ce qui permet d'éviter les décharges non désirées avec ces murs (!!).

L'intensité (limitée par les résistances de répartition des potentiels) ne dépasse jamais 70 μ A.

La capacité du tore étant C = 53 pF, l'énergie libérée par la décharge est E = C.V, soit 2.385 J, ce qui reste très faible.

Si on calcule la constante de temps lors d'une décharge dans le corps humain (de résistance moyenne 1000 Ω), on obtient $\tau = R.C = 5.310 \times 10^{-8}$ s soit 53 ns. Ceci montre que la décharge accidentelle n'est pas dangereuse, simplement désagréable.

Notre Van de Graaff est donc une source de haute tension «sûre».

LES PERSPECTIVES

Nous travaillons maintenant avec le CEA sur le tube accélérateur qui sera associé au Van de Graaff. Les électrons obtenus devraient avoir des énergies de l'ordre de 250 KeV et permettront l'étude de certaines interactions dans la chambre à brouillard. C'est toute cette étude que notre groupe compte présenter aux olympiades 1997.

Depuis quatre ans, notre lycée participe aux olympiades de physique ; qu'il me soit permis d'exprimer une opinion très positive : les olympiades de physique sont un outil pédagogique remarquable qui permet de développer chez nos élèves le goût de la recherche, l'apprentissage du travail en équipe, la curiosité intellectuelle, la ténacité devant les difficultés.