



Premières Olympiades de Physique 1993

Comme nous l'avons annoncé en mai, nous publions ci-dessous un bref résumé des travaux effectués par les groupes ayant participé au concours national. Nous avons demandé aux enseignants responsables de ces équipes un exercice redoutable : résumer en une page un travail de plusieurs dizaines d'heures. Nous les remercions de s'être (presque) pliés à cette contrainte !

Cette publication a pour but de mettre en évidence la variété des sujets choisis et la diversité des méthodes de travail. Il ne s'agit en aucun cas de modèles ou de «normes» de ce qui doit être fait ! Bien au contraire, nous souhaitons vous convaincre que de multiples approches sont possibles, que les sujets choisis peuvent être simples ou complexes, que le même thème (ou des thèmes voisins) peut être repris ou traité par plusieurs équipes, chacune y apportant ses compétences, sa personnalité, son point de vue. Bref, que le seul impératif est :

de faire de la bonne physique !

Plusieurs collègues ont accompagné l'envoi de ces fiches de commentaires que nous ne pouvons reproduire faute de place. Nous les en remercions. Tous insistent sur l'enthousiasme qui a animé élèves et enseignants tout au long de ce travail. Ils ont été impressionnés par l'implication et le sérieux des élèves qui ont parfois passé des journées entières de vacances au laboratoire et qui, malgré cela, ont regretté que ce soit terminé. Ils évoquent la satisfaction des élèves à qui on a fait confiance et qui ont fait l'apprentissage d'un travail de recherche de longue haleine avec toutes les qualités que cela requiert. Ils se félicitent enfin des connaissances acquises, du décroisement des disciplines, de l'approche de thèmes d'actualité...

Canon à électrons

Enseignant responsable

Christiane COUSANDIER

Lycée

Lycée de Bischheim

Allée Blaise Pascal - B.P. 55 - 67802 BISCHHEIM Cedex.

Élèves

Alexandre CLAUSS ; Julie HERZFELD ; Coralie NEINER ;

Moussa ZAGHDOUD

Collaboration

Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg

Groupe Surfaces-Interfaces

4, rue Blaise Pascal - 67070 STRASBOURG Cedex.

Intervenant

Roland COUSANDIER maître de conférences à l'U.L.P.

Résumé du travail

Nous avons construit un canon à électrons en abordant séparément les différentes fonctions de l'appareil :

- enceinte sous vide, procédés de pompage, mesure du vide,
- construction d'alimentations continues régulées haute et basse tensions,
- construction d'une jauge de Pirani (mesure du vide primaire),
- observation de l'émission thermoélectronique, de la cathodo-luminescence et de la décharge dans les gaz raréfiés,
- focalisation du faisceau d'électrons à partir d'une lentille magnétique (bobine),
- mesure de la composante horizontale du champ magnétique terrestre par déviation du faisceau d'électrons, en faisant faire un tour complet à l'appareil monté sur roues.

Nouveaux alliages moléculaires

Titre complet

De la caractérisation physico-chimiques de nouveaux alliages moléculaires à leurs applications concrètes ; mise au point de prototypes.

Enseignant responsable

Annie RÉCHINIAC

Lycée

Lycée Condorcet - Rue Condorcet - 33300 BORDEAUX.

Élèves

Audrey DUCERF; Samira HABBOUSE; Sylvie NESTELHUT; Élodie ZAVSA

Collaborations

Mme HAGET, Directeur de recherche CNRS ; Mme BENEYT, Chercheur Doctorant au laboratoire de Cristallographie et Physique cristalline.

Résumé du travail

Le projet a consisté à élaborer deux prototypes : une assiette à bouillie et une bouillotte à chaleur latente susceptibles de garder la chaleur plus longtemps que l'eau qui se refroidit.

- Tout d'abord les élèves ont mené une enquête et fait des expériences. Elles ont conclu que la température «idéale» aussi bien pour les aliments que pour la bouillotte était aux alentours de 42°C.
- Une période «laboratoire» a suivi, au cours de laquelle les élèves se sont familiarisées avec de nouveaux matériaux, mis au point au laboratoire, et appelés ALCALS. Elles ont, en utilisant le matériel du laboratoire, mis en évidence le stockage d'énergie de corps purs, alliages binaires et alliages tertiaires. Elle ont appris à déterminer la température de changement d'état. On a retenu l'alliage C₂₀ C₂₂ C₂₄ mélange (10 % de C₂₀, 70 % C₂₂ et 20 % C₂₄) dont la température de solidification est de 42°C.
- La dernière phase a consisté à comparer les deux assiettes à bouillie et les deux bouillottes. Nous sommes arrivées aux résultats suivants : l'assiette à bouillie et la bouillotte utilisant l'alcal maintenaient une température entre 42°C et 37°C pendant 1 h 30. Celles qui utilisaient l'eau refroidissaient de 42°C à 37°C en 20 minutes. L'expérience a donc été concluante.

Météorologie - Nucléation hétérogène

Enseignant responsable

Josette MAUREL

Lycée

Lycée Maurice Ravel - 89, cours de Vincennes - 75020 PARIS.

Élèves

Grégory BINACELLE ; Devarithy CHUON ; Erick DOAN ;
Emmanuel FRAYSSE ; Laurent SMADJA ; Hugues ZIMMERMANN

Collaborations

Professeur MIRABEL (Université de Strasbourg) ; Professeur CABANE (Université de Paris VI) ; Mme RIGAUD (Météorologie Nationale) ; M. KLEITZ (Centre de recherches EDF-Chatou).

Résumé du travail

Les élèves ont souhaité étudier la formation de précipitations dans une enceinte close cylindrique. Il fallait y réaliser un gradient de température par chauffage de la partie inférieure et refroidissement de la partie supérieure. De l'eau était disposée en bas du cylindre et était donc vaporisée, ce qui créait une atmosphère sursaturée dans le cylindre. L'introduction de particules propices à la condensation devaient permettre la formation de gouttes. Le coût trop élevé du système nous a obligé à modifier complètement le dispositif.

Le montage réalisé a été le suivant : de l'air expulsé par une soufflerie traverse une solution saturée en chlorure de sodium, refroidie par de la glace. Ce front d'air froid, chargé de noyaux de condensation, est envoyé sur un jet de vapeur d'eau. On éclaire avec un faisceau laser et on observe à la loupe binoculaire les grains de diffusion. Ce procédé d'observation n'a pas permis les mesures de granulométrie. Au laboratoire EDF de Chatou, où l'expérience a été transportée, deux méthodes ont été utilisées, l'une utilisant une sonde microvidéo, l'autre une sonde à atténuation. La taille des gouttes était de l'ordre de 450 nm mais l'influence des particules de chlorure de sodium n'a pu être établie.

Détecteur de particules

Enseignant responsable

Jeanine MAEDER

Lycée

Lycée Louis-le-Grand - 123, rue Saint Jacques - 75005 PARIS.

Élèves

Francis CORSON ; François GAUDEMET ; Matthieu GOUBIN

Collaborations

Claude STEPHAN Directeur de Recherche au CNRS ; Institut de Physique Nucléaire (INP) d'Orsay ; Laboratoire National Saturne au Centre d'Études Nucléaires de Saclay.

Résumé du travail

Ces trois élèves ont participé à une expérience internationale (ORION) par la réalisation d'un détecteur de particules. Leur travail a comporté deux aspects :

- comprendre le principe de cette expérience lourde de physique nucléaire et se familiariser avec le fonctionnement des appareils utilisés (accélérateur linéaire, synchrotron, etc...),
- réaliser eux-mêmes un détecteur gazeux, destiné à détecter les fragments lourds obtenus lorsqu'on bombarde une cible d'uranium avec des protons de grande énergie (de l'ordre de 3 GeV).

Ce détecteur permet de déterminer à la fois le point de passage du fragment et son énergie.

Les élèves ont réalisé les différentes plaques du détecteur, les ont assemblées, ont utilisé le circuit électronique pour procéder aux tests du détecteur avec une source radioactive de californium.

Effet PELTIER

Titre complet

Mise en œuvre d'un dispositif à effet PELTIER.

Enseignant responsable

M. SCHWING.

Lycée

Lycée G de la Tour - 9, place du Roi George - 57000 METZ.

Élèves (TF7 et TD)

Fabrice CAUCHI ; Benoît SCHEIDT ; Karim SI-TAYEB ;
Renaud VOELLINGER ; Arnaud DEBREM ; Stéphane ROEDEL

Résumé du travail

Le travail comporte trois parties :

- Étude électrique et énergétique du module PELTIER : détermination de la résistance R et du pouvoir thermoélectrique du module utilisé. Influence des valeurs des températures de la face froide et de la face chaude sur la valeur du rendement.
- Modélisation du refroidissement d'un système en contact avec la face froide du module : bécber en aluminium contenant 120 ml d'éthanol. Une relation entre la température, le temps et la puissance électrique absorbée par le module a été établie. Ordre de grandeur de la température minimale atteinte : -18°C .
- Réalisation d'un bain thermostaté à basse température. Le module PELTIER est alimenté par une alimentation programmable, la température est mesurée par un multimètre numérique équipé d'une sonde Pt100. L'ensemble est piloté par un micro-ordinateur. Un logiciel (TurboPascal) a été écrit pour piloter l'expérience.

Bibliographie

Le refroidissement thermoélectrique (B. CUNIN et J.-L. DEISS)
B.U.P. n° 589 (décembre 1976), page 295.

Harpe laser

Enseignant responsable

Jean-Louis GENESTOUX

Lycée

Externat des Enfants Nantais

31, avenue Camus - 44042 NANTES Cedex 01.

Élèves

Benoît ALLIOT ; Vincent BLIN ; Antoine JAROUSSE ; Pierre-Yves Le MASNE ;

Arnaud MONTCHATRE ; François-Xavier PIRAUD

Collaborations

Fac de Sciences Labo M. CHARRIER ; Lycée Technique Saint Jean-Baptiste de la Salle ; I.M.N. Institut Labo de M. LEFRANC

Résumé du travail

Principe de la harpe :

- déclencher une note en coupant un rayon laser simulant une corde de harpe,
- une porte logique commandée par une photo diode commande un relai relié à un multivibrateur assurant la note.

Position et Vitesse d'un mobile

Titre complet

Acquisition en temps réel de la position et de la vitesse d'un mobile sur un rail à coussin d'air.

Enseignant responsable

Jean-Marie BACCIOCHINI

Lycée

Lycée Pierre d'Ailly

136, boulevard des États-Unis - 60200 COMPIÈGNE.

Élèves

Damien BOUTOILLE ; Jean-Baptiste HAUE ; Stanislas LHERITIER ;

Laurent N'GUYEN ; Clément CORDIER ; Jocelyn SCHARR

Résumé du travail

Un radar à écho utilisant des ondes ultra-sonores (inspiré d'un sujet de Bac F₂ Nice 1990) délivre à sa sortie une tension proportionnelle à la position du mobile à chaque instant. Cette tension est mesurée par l'intermédiaire d'une interface Orphy GTS et d'un ordinateur utilisant le logiciel Régressi.

La tension représentative de la position est appliquée à un montage dérivateur à ampli opérationnel suivi d'un amplificateur inverseur. A la sortie de cette chaîne électronique, on obtient une tension proportionnelle à la vitesse du mobile à la date t . Cette tension est mesurée par le même procédé que la position.

On étalonne en comparant ces tensions avec des mesures effectuées par des moyens plus classiques (mètre, cellule photo et chronomètre). On peut alors paramétrer le logiciel pour qu'il affiche les résultats des mesures en m et m/s.

Le dispositif permet ainsi d'étudier quantitativement les mouvements du mobile tels que uniforme, uniformément varié, rectiligne sinusoïdal, et de mettre en évidence les phénomènes de vitesse limite et d'impulsion.

Ozone troposphérique

Enseignant responsable

Marie-Christine BAURRIER

Lycée

Lycée Pothier - 45000 ORLÉANS.

Élève

Fabien GANDON

Collaborations

Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement (CNRS) ;
Station départementale de Météo-France.

Résumé du travail

L'activité entre dans le cadre d'une participation à *un traitement de données*.

Les mesures de quantité d'ozone au sol sont effectuées par le CNRS par voie électrochimique.

A partir de quelques kilomètres de rouleaux de données, il s'agissait de *déterminer les critères pertinents* (maxima, minima, moyennes horaires, moyennes diurnes, quantités totales journalières... et écarts-types) et de *corrélér ces valeurs* à des facteurs soit temporels (mois, week-end, jours fériés...) - piste vite abandonnée - soit à des facteurs météorologiques (température, pression, durée d'insolation directe, direction et force des vents...) afin d'*émettre des hypothèses* sur les conditions favorables à la formation d'ozone à basse altitude.

Spectroscopie solaire

Enseignant responsable

Claude PIGUET.

Lycée

Lycée Antoine de Saint-Exupéry - 82, rue Hénon - 69004 LYON.

Élèves

Mathieu LASSAGNE ; Julien MORAND ; Thomas VIDART.

Collaborations

Des astronomes de l'Observatoire de Lyon à Saint Genis Laval ont apporté leurs conseils éclairés ; Les élèves de l'Institut National des Sciences Appliquées à Villeurbanne, sous la conduite de leur professeur, ont fabriqué les pièces mécaniques du support.

Résumé du travail

Le projet consistait à réaliser un spectrographe pour obtenir des photographies du spectre solaire, puis à exploiter ces photographies pour en déduire la nature d'éléments chimiques présents dans l'atmosphère du Soleil grâce à l'identification d'un certain nombre de raies d'absorption caractéristiques.

Les élèves ont abordé le sujet par une recherche bibliographique personnelle sur la naissance de la spectrographie au XIX^{ème} siècle. Ensuite, pour mettre au point l'appareil, ils ont été confrontés à des problèmes concrets d'optique géométrique, de fonctionnement d'un réseau de diffraction et de photographie. Enfin, l'exploitation du spectre solaire les a amenés à se familiariser avec des éléments d'astrophysique qui requièrent quelques notions de physique atomique.

L'appareil construit est suffisamment performant pour permettre l'identification de quelques dizaines de raies et donc être utilisé avec profit pour des travaux pratiques en classe.

Étude d'une chute libre assistée par ordinateur

Enseignant responsable

Paul JEAN.

Lycée

Lycée Marie Curie - Rue O. Gréard - 14500 VIRE.

Élèves

Jérémie BOURDON ; Sébastien LAIGNEL ; Grégoire LAIR ; Mathieu VILLION

Collaboration

L'IMPULSION - Z.I. de la Sphère - 14200 HEROUVILLE SAINT CLAIR
qui nous a fourni son interface de saisie de mesures.

Résumé du travail

Le but était de réaliser un dispositif permettant de proposer un T.P. d'étude de la chute libre assistée par ordinateur. Le logiciel devait être conçu de telle façon qu'il laisse un maximum d'initiative à l'élève dans l'exploitation des mesures.

Le dispositif de capture des mesures est constitué - d'une règle de 150 cm portant tous les 7,5 cm un détecteur photoélectrique (diode IR et phototransistor) et d'une interface de mesure munie de 8 entrées logiques et de 2 timers montés en cascade.

Le logiciel met à la disposition de l'élève un «colonneur»* et un grapheur. Les instants de passage du mobile (instants de coupure et de libération de chaque capteur) sont transmis directement au «colonneur» dans deux colonnes préalablement choisies. L'élève peut calculer les grandeurs souhaitées (vitesses, énergies...) en choisissant une colonne et en écrivant la formule de calcul comme il la noterait sur son compte rendu. Le grapheur permet de tracer les graphiques souhaités en n'ayant à choisir que la colonne correspondant aux abscisses et celle correspondant aux ordonnées. Si la courbe est voisine d'une droite, il peut calculer la droite de régression. Les résultats obtenus en choisissant comme objets un parallépipède ou un cylindre en fer** ont permis d'obtenir pour g une valeur de $9,80 \pm 0,06 \text{ m.s}^{-2}$.

* Baptisé ainsi par analogie au tableur ; toutes les opérations s'appliquent à des colonnes et non à des cellules.

** la bille a du être abandonnée car sa forme induisait une trop grande incertitude lors du passage devant les capteurs.

Mesure de la vitesse de la lumière

Enseignants responsables

Mireille BARRIER ; Jean-Claude FROMONT ; Lucien SOURROUILLE

Lycée

Lycée Technique Jacquard - 2, rue Bouret - 75019 PARIS.

Élèves (1^{ère} E-TE)

Hamid AGUERBAL ; Georges DUQUE ; Rémi FLECHAIRE ;
Youji KOSHIISHI ; Laurent PLAZER ; Allaoui SAID.

Résumé du travail

L'objectif initial était de mesurer la vitesse c de la lumière, dans l'air ou une fibre optique, en utilisant un oscillateur électronique dans la boucle duquel a été inséré un trajet optique. Une variation de trajet se traduit par une variation de fréquence qui permet de remonter à c .

Cet objectif n'a pas été atteint entièrement faute de composants commutant assez rapidement (10 MHz) à des niveaux TTL.

Nous avons donc :

- d'une part, adapté la méthode précédente à la mesure de la vitesse de propagation d'une onde électromagnétique dans un câble coaxial (incertitude de l'ordre de 1 %) ;
- d'autre part, mesuré le temps de propagation d'un signal dans un système de transmission DEL - fibre optique - phototransistor ; l'expérience réalisée avec deux longueurs de fibre différentes permet par différence des temps d'évaluer la vitesse de la lumière dans la fibre (incertitude de l'ordre de 5 %).

Détection de neutrons

Enseignants responsables

Anne-Marie CAMARD ; Michel MERTENS

Lycée

Lycée Blaise Pascal - 36, avenue Carnot - 63000 CLERMONT-FERRAND

Élèves

Marc BOURON ; Philippe DE LA CRUZ ; Benoît NEVOUET ;
Alban REDHEUIL ; Benoît ROBINET

Collaboration

M. Jean-Pierre ALARD Laboratoire de Physique Corpusculaire de Clermont-Ferrand.

Résumé du travail

Le travail de l'équipe a consisté à assembler les différentes parties d'un détecteur de neutrons (scintillateur plastique, guide de lumière, photomultiplicateur) puis à en vérifier le fonctionnement. Les élèves ont ensuite participé à l'installation d'une source de neutrons récemment acquise par le laboratoire de Physique Corpusculaire de Clermont-Ferrand. Ils ont réalisé un spectre d'énergie neutronique et des séries de mesures d'absorption par divers type de matériaux.

Découverte du ciel

Enseignants responsables

Michel BONIN ; Gérard GOUTIERE

Lycée

Lycée Montchapet - Boulevard Pompon - 21000 DIJON.

Élèves

Christelle LATRASSE ; Georges MOREIRA ; Alix PINCIVY ; Magalie PLAIE ; Olivier ROLLOT.

Collaboration

Société Astronomique de Bourgogne.

Résumé du travail

Le sujet abordé par cinq élèves du lycée Montchapet de Dijon avait pour but une initiation à l'observation et à la photographie astronomiques. Le groupe s'est intéressé d'abord à l'observation du ciel à l'œil nu (utilisation de cartes, reconnaissance des constellations, visualisation de la voie lactée, aspect du ciel en fonction des saisons) puis à l'observation du ciel à l'aide de jumelles (la Lune, les planètes, quelques nébuleuses, la voie lactée...). Ensuite des observations plus précises ont été faites dans un observatoire d'amateur équipé d'un télescope de type Newton de 300 mm de diamètre : les élèves ont pu s'initier au maniement de l'instrument, d'une part en observant de nombreux objets (planètes, Soleil, étoiles doubles, amas, nébuleuses, galaxies) et, d'autre part, en réalisant des photographies du Soleil et de la Lune ainsi que de quelques planètes.

Chambre à brouillard permanent

Enseignant responsable

Mathilde PIGEON

Lycée

Lycée Pierre Brossolette - 161, cours Emile Zola - 69100 VILLEURBANNE.

Élèves (TC)

Yohan DESIERES ; Cédric GUINET ; Renaud HUGUES ; Cédric MARINE

;

Olivier RINEAU

Collaboration

I.P.N. de Lyon avec deux chercheurs CNRS : Brigitte CHEYNIS et Daniel GUINET.

Résumé du travail

Matérialisation, à l'aide d'une vapeur sursaturée d'éthanol, des parcours de particules alpha. Ces particules alpha résultent de la désintégration spontanée des noyaux d'uranium d'un morceau de pechblende.

Vérification de la relation empirique donnant le parcours R_α des particules α en fonction de leur énergie cinétique $E_{c\alpha}$.

$$R_\alpha = 0,318 E_{c\alpha}^{3/2}.$$

Vérification expérimentale du théorème du Centre d'Inertie

Enseignant responsable

André MEGEL

Lycée

Lycée Félix Esclangon - 04100 MANOSQUE.

Élèves (TC)

Marie COULLET ; Sophie DEBLOIS ; A.-Marie LESSART ;
S. FALGAYRETTES ; J. REYNIER ; J. SALMON

Résumé du travail

Le projet a consisté à construire «un bras mécanique» permettant à un mobile de se déplacer en translation par rapport à un point fixe O et en rotation autour de ce même point O. Ce bras est destiné à vérifier le théorème du centre d'inertie en réalisant une expérience assistée par ordinateur. Le capteur est le stylet d'une table à digitaliser déjà utilisée au lycée Esclangon pour d'autres expériences de mécanique.

• Construction du bras

- étude du projet avec le bureau d'études de la Société BARRAS PROVENCE
- construction du bras avec le LP Martin Bret de Manosque et l'O.H.P.,
- financement (O.M.J. de Manosque - Société BARRAS PROVENCE - Observatoire de Haute-Provence),
- réalisation complète du logiciel par les élèves.

• Étude expérimentale du dispositif et utilisation

- réalisation d'une expérience et interprétation des résultats,
- recherche du centre d'inertie et détermination du moment d'inertie
- vérification expérimentale des résultats précédents,
- étude de la translation et mesure des frottements dûs aux glissières,
- étude de la rotation et de la conservation du moment cinétique,
- étude du cas général et interprétation des résultats.

Conclusion : Ce travail a beaucoup intéressé les élèves qui ont pu travailler avec une entreprise pour construire entièrement l'appareil. Ils ont aussi fait beaucoup de physique pour répondre aux questions posées par les résultats expérimentaux obtenus.

Ultrasons, applications médicales

Enseignants responsables

Bernard CHARRIÉ ; Henri LLUEL ; Jean-Marie MERCIER

Lycée

Lycée Pierre de Fermat - Parvis des Jacobins - 31000 TOULOUSE.

Élèves

Claudine BONNET ; Caroline BOUSQUETVERNHETTES ; Laurent CABALLÉ ;
Guillaume GARRIC ; Julie GARRIGOU ; Jean-Baptiste GUILBOT ;
Cyril ROUSSEAU ; Hélène ROUZEAUD ; Bruno SERNY ; Isabelle VIDAL

Collaboration

Service d'exploration fonctionnelle du CHU Rangueil à Toulouse.

Résumé du travail

Le point de départ a été la volonté de trouver une application expérimentale de certaines parties du cours de Première. Après concertation, nous avons pensé qu'un sujet sur les applications médicales des ultrasons constituerait une bonne illustration de l'électronique et des phénomènes de propagation.

Après quelques rappels et compléments sur l'électronique et sur les ondes, le travail a consisté en la conception, puis la réalisation d'un ensemble émetteur-récepteur à ultrasons avec un cahier des charges dont voici les points principaux :

- stabilité de la fréquence et de l'amplitude de l'émetteur,
- mesure de l'amplitude reçue avec une sensibilité suffisante,
- mesure de la fréquence reçue avec une précision de quelques Hz,
- couplage à un micro-ordinateur pour pouvoir effectuer des mesures automatiques et répétitives d'amplitude et de fréquence.

Dans une troisième phase, les appareils et les logiciels étant réalisés, nous avons effectué quelques mesures de vérification et d'étalonnage : mesures de célérité, de vitesses et d'accélération par effet Doppler, ainsi que quelques mesures de facteurs de réflexion et de transmission.

Enfin, après une visite instructive au Service d'Exploration Fonctionnelle du CHU Rangueil, nous avons réalisé quelques expériences illustrant certains principes de l'imagerie médicale ultrasonore :

- différenciation de plusieurs matériaux par la mesure de leur coefficient de réflexion,
- mesure de la vitesse d'un écoulement par effet Doppler.

Rayonnement infrarouge

Titre complet

Le rayonnement infrarouge et quelques unes de ses propriétés.

Enseignant responsable

Dominique SACEPE

Lycée

Lycée J. Haag - 1, rue Labbé - 25000 BESANÇON.

Élèves

Franck GIRARDIN ; Alexandra JANNY ; Isabelle ROMAND ;
Sonia SALOMON

Collaborations

Le Laboratoire MERCK nous a donné gracieusement de l'encre à cristaux liquides ; M. VAN LABECKE (professeur au laboratoire d'optique, Faculté des Sciences) est venu nous donner des conseils théoriques pendant une demi-journée avant le concours.

Résumé du travail

Une visite au jardin botanique montre qu'en plein hiver (-2°C dehors) des bananiers magnifiques se développent à l'intérieur des serres. Comment cela est-il possible ?

1 - A l'aide d'un radiomètre et de substances adaptées on met en évidence l'existence d'un rayonnement chauffant émis par une source à incandescence simulant le soleil.

2 - Ce rayonnement à effet chauffant obéit-il aux mêmes lois que la lumière visible ?

a - expérience de réfraction (prisme) ;

b - expérience de réflexion (miroir cylindrique, miroir elliptique) ;

c - des expériences d'interférence et de diffraction ont du être abandonnées car trop coûteuses.

3 - Retour à l'effet chauffant :

a - enregistrement de la température à l'intérieur d'une enceinte simulant la serre du jardinier. Rôles respectifs, rayonnement, conduction, convection.

b - tentative d'explication de l'effet de serre à l'échelle du globe. Rôle du sol, rôle de gaz tels que vapeur d'eau et dioxyde de carbone. Une expérience simple met en évidence l'échauffement relatif important de CO_2 par rapport à de l'air propre.

Enceinte thermostatée par effet Peltier

Titre complet

Réalisation d'une enceinte thermostatée par effet Peltier pour le transport de l'insuline, des sérums ou des vaccins.

Enseignant responsable

Robert BROUILLAUD

Lycée

Lycée Gay Lussac - Boulevard G. Perrin - 87000 LIMOGES.

Élèves (1^{ère} S et 2^{nde})

Frédéric ALVÈS ; Xavier BENOIST ; Vincent BERNARD ;
Didier BEUVELOT ; Cédric BLANCHER ; Sébastien CHARGÉ ;
Cédric HORTHOLARY ; Yves JEANEAU ; Catherine LAPOUGE ;
Fabien TUYÉRAS ; Alexandra VAUZELLE ; Mickaël DAMOUR

Collaborations

M. Paul LEKIEN, ingénieur à la C.E.D.E.P.E. - 87570 Rilha-Rançon (collaboration permanente : tous les mercredis après-midi au lycée, en présence des élèves) ; Collègues de la faculté des sciences : conseils occasionnels, quand nous les sollicitons.

Résumé du travail

Étapes dans les travaux :

- Comprendre les phénomènes mis en jeu : les «trois» effets thermoélectriques (Peltier - Thomson - Seebeck), étudiés d'abord par l'évolution du potentiel des charges conventionnelles dans le circuit électrique, puis selon les échanges de puissances électriques (et les conversions en une autre forme d'énergie).

- Expérimenter : la discussion expérimentale est la base de notre dialogue. Les expériences des livres (Bruhat - Encyclopédie Universalis...) ont pratiquement toujours échoué... ce qui, selon une suggestion de M. le Recteur de l'Académie de Limoges, doit nous amener à tirer un grand coup de chapeau à ceux qui les ont réussies ! En effet, nous avons pu accumuler «certaines preuves expérimentales» *grâce à du*

matériel moderne en particulier l'AOP, utilisé parfois pour obtenir des gains... confortables (jusqu'à 30 M, ce qui peut laisser rêveur !).

- **Construire** : chaque discussion expérimentale a entraîné la *construction de dispositifs* simples ou complexes, voire sophistiqués, évidents ou... énigmatiques.

La construction des enceintes thermostatées a été menée sous la direction essentielle de M. LEKIEN, depuis les *calculs techniques préliminaires* d'après les abaques proposées par le fabricant de cellules à effet Peltier, jusqu'au *calcul des radiateurs*. L'adjonction des ventilateurs à notre construction n'était pas prévue au départ, mais... les élèves l'ont imposée avec bon sens ! (d'où un deuxième montage).

L'alimentation à courant constant a été réalisée par M. LEKIEN et expliquée quand le cours de physique a été suffisamment avancé.

- **Exploiter** : Les performances de notre construction correspondent sensiblement à notre cahier des charges : transport de l'insuline à $5^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, pour une température ambiante inférieure à 35°C .

Pour une réalisation industrielle il faudrait être plus draconien : (la température ambiante dans une automobile peut atteindre 65°C en plein été).

D'un *point de vue commercial*, nous avons seulement compris que nous étions *incapables* de fixer un prix, tellement celui-ci dépend des débouchés !

Fractales

Enseignant responsable

Sosthene Nicaise IBALA.

Lycée

Lycée J. Monod - Rue Léon Blum - B.P. 159
45803 SAINT JEAN DE BRAYE.

Élèves

S. RAGOT ; P. BIGAUD ; S. KOUASSI

Résumé du travail

1 - Introduction

Les objets fractals sont de plus en plus étudiés, à cause de l'universalité de la géométrie fractale. En effet on retrouve des objets fractals dans différents domaines scientifiques : en biologie (croissance des bactéries...) [1] en informatique : (image de synthèse) [2], [3], en physique (décharge dans un plasma de fusion [2], rupture des matériaux [4]). Notre travail a eu pour objectif de définir de manière simple la notion de géométrie fractale ou objet fractal, et de calculer pour une expérience d'électrodéposition de zinc, la dimension fractale du dépôt.

2 - Définition

Un objet fractal est autosimilaire, c'est-à-dire qu'il est identique à lui-même quelque soit l'échelle dans laquelle il est représenté. Une courbe fractale n'a pas de longueur définie.

3 - Mesure de la dimension d'un dépôt de zinc

3.1. - Théorie

a - Dimension fractale

La masse m d'un objet homogène est donné par la relation suivante :

$$m \propto r^D \quad \begin{array}{l} r : \text{Longueur caractéristique} \\ D : \text{Dimension dans laquelle est représenté l'objet} \end{array}$$

Lorsque l'objet possède une dimension non entière, la dimension D est noté D_f ; la dimension masse de zinc déposé à la cathode.

$$m(r) \propto r^{D_f} \quad (1)$$

b - Électrodéposition

La loi de Faraday nous permet de déterminer la masse de zinc déposé à la cathode.

$$m = \frac{1}{96500} \times \frac{M}{a} \times I, t \quad \begin{array}{l} M: \text{Masse molaire du zinc (65 g/mol)} \\ a = 2 : \text{Charge de l'ion } \text{Zn}^{2+} \\ I, t : \text{Courant x durée de l'électrodéposition} \end{array} \quad (2)$$

c - Mesure de la dimension fractale

m est tirée de la fractale (2) et r est déterminée par la mesure. On trace $\ln m(r) = f(\ln r)$; la pente de la courbe vaut Df.

3.2. - Résultats

Pour différentes valeurs de concentration c de la solution de sulfate de zinc on obtient :

c (mol/l)	0,1	0,25	0,5	1
Df	1,6	1,59	1,41	1,59

4 - Conclusion

Nos résultats sont proches de ceux de l'article [5].

Nous avons vérifié que la dimension des motifs ne dépendait pas de la concentration de la solution qui, elle, agit sur la finesse du dépôt (plus la solution est concentrée et plus le dépôt est rapide et épais) ; les auteurs de l'article [5] ont eu besoin d'un microscope pour observer leur dépôt ($C = 10^{-2}$ mol/l).

Bibliographie

- [1] D. SAPOVAL, Conférence sur les fractales, Orléans, février 1993.
- [2] Science illustrée n° 9, p. 11, septembre 1991.
- [3] François FLEURET, Amiga revue n° 44, p. 37-39.
- [4] «Fractales dans la rupture des matériaux», La Recherche n° 233, volume 22, p. 808, juin 1991.
- [5] Chao PENG CHEN et Jacob JORNE, Journal «Electrochem soc.» volume 137, n° 7, july 1990.