



Les «appareils» de l'enseignement

FRANCIS GIRES • NICOLE HULIN

Au XIX^e siècle, l'expérience était «le principe et le nerf de la science».

La physique expérimentale se développe en France, au milieu du XVIII^e siècle, sous l'influence de l'abbé Nollet, entraînant l'essor des cabinets de physique et du métier de constructeur d'instruments. Des «démonstrateurs de physique», vendant des appareils, montrent dans les collèges des phénomènes électriques ou magnétiques, des expériences dans le vide ou des objets au microscope.

Au XIX^e siècle, l'enseignement secondaire, quasi exclusivement réservé à la bourgeoisie, concerne moins de cinq pour cent des enfants (et seulement les garçons jusqu'à la loi Sée de 1880). Si l'étude de la physique est d'abord repoussée en fin de cursus, les progrès des sciences et des techniques imposent au système éducatif d'évoluer. Au début des années 1850, le baccalauréat ès sciences devient indépendant du baccalauréat ès lettres, et l'enseignement des disciplines scientifiques commence dès la troisième. Les instructions officielles recommandent aux professeurs de physique de «partir de l'expérience fondamentale toutes les fois que le sujet le permet», sans «décrire les instruments dans tous leurs détails». Des crédits sont prévus pour l'équipement des laboratoires, et les professeurs sont encouragés à construire eux-mêmes des instruments. Des épreuves pratiques sont introduites au concours d'agrégation. Au tout début du XX^e siècle, une réforme marquante est adoptée ; on y insiste sur le caractère expé-

mental de l'enseignement de la physique et l'on instaure des manipulations pour les élèves, mais nombre d'appareils des lycées sont jugés «surannés, mal conçus ou même absurdes» ; ils doivent être éliminés.

Récemment, 59 de ces objets, abandonnés dans les greniers des lycées, ont été rassemblés. On en trouve de trois types : les appareils à visée didactique (27) conçus pour vérifier les lois de physique, les instruments utiles (28), élaborés à partir d'un ou de plusieurs principes de physique, mais qui sont souvent des dispositifs de mesure (13), enfin, les objets récréatifs (3). Soulignons que certains instruments semblent ne pas fonctionner, et l'on s'interroge : les enseignants du XIX^e siècle faisaient-ils réellement des démonstrations ou se contentaient-ils de présenter l'instrument et de décrire une expérience dont les élèves devaient admettre le résultat ?

Dans cette collection, 11 instruments sont consacrés à l'électricité statique, 10 à l'optique, 9 à la chaleur, 6 à l'hydrostatique, 6 aux propriétés des gaz, 5 à l'électricité dynamique, 5 à la pesanteur, 4 à l'acoustique, 4 au magnétisme et 1 à l'astronomie. La collection de ces instruments et l'étude des textes explicatifs qui les accompagnent, réinterprétés à la lumière des connaissances du XX^e siècle, sont riches d'informations à l'heure de la nouvelle réforme des programmes de la physique enseignée dans les lycées.



LE MOUVEMENT PARABOLIQUE des objets en chute libre était mis en évidence sur cet appareil, décrit par l'abbé Nollet dans ses *Leçons de physique expérimentale*. Une bille, placée en haut de la gouttière (en haut à gauche) et abandonnée à elle-même, suit, à sa sortie de la gouttière, une trajectoire parabolique : elle passe par les deux anneaux, situés sur une parabole. En fait, cet instrument est trop sensible aux conditions initiales et aux frottements dans la gouttière : la bille ne passe pas toujours par les deux anneaux. Cet instrument semble être de ceux que l'on présentait en expliquant le résultat attendu, mais en se gardant bien de tenter l'expérience.

ARÉOMÈTRE DE NICHOLSON : l'instrument est constitué d'un cylindre creux (B), lesté d'un cône rempli de plomb (C) et surmonté d'une tige terminée par un plateau (A). Il sert à déterminer la densité d'un corps. On immerge l'aréomètre dans l'eau. On place le corps dont on veut déterminer la densité sur le plateau supérieur. On ajoute une tare pour que le repère (O) affleure à la surface de l'eau. Puis on enlève le corps et l'on ajoute, à sa place, des masses jusqu'à obtenir le même affleurement. Ces masses ajoutées représentent la masse du corps. Dans une troisième étape, sans toucher à la tare, on place le corps sur le plateau inférieur (M) et l'on ajoute des masses sur le plateau supérieur pour obtenir l'affleurement du repère. Ces masses équilibrent la poussée d'Archimède exercée par l'objet et représentent la masse d'eau qu'il déplace. La densité est égale au rapport entre la masse de l'objet et la masse d'eau déplacée.





Questions...

HERVÉ THIS

Des expériences simples suffisent-elles pour résoudre des on-dit culinaires ?



Dans cette rubrique, nous avons toujours présenté des résultats d'explorations de tours de main culinaires. Certaines questions ne seront résolues qu'au prix d'analyses fines, mais d'autres sont à la portée d'un expérimentateur équipé d'un matériel simple : une balance précise, un thermocouple, afin de mesurer la température, des éprouvettes graduées, du papier pH... Nous vous livrons quelques questions glanées dans les livres de cuisine, anciens ou modernes. Dans tous les cas, ne vous lancez pas trop vite dans l'interprétation : avant d'examiner les causes, vérifiez les effets. D'autre part, privilégiez les conditions opératoires de cuisine : un dicton peut devenir faux quand on le sort de son contexte.

N'hésitez pas à envoyer les comptes rendus de vos expériences à la revue *Pour la Science*. J'en ferai une synthèse dans quelques mois.



1. Les poires qui rougissent : dans un ouvrage intitulé *Le Cuisinier parisien*, publié en 1838, le chef Bernard Albert écrit à propos de compote de poires : « Comme les poires restent rarement blanches, il vaut mieux les avoir rouges tout à fait ; il suffit pour cela de mettre dans le sirop où elles cuisent un petit morceau d'étain fin ; ce morceau d'étain peut servir indéfiniment et son emploi n'a rien de malsain. Une casserole étamée produirait le même effet, mais si elle avait servi à d'autres usages, il faudrait auparavant y faire bouillir de la cendre pour en enlever tout ce qui peut être resté attaché à sa surface ».

L'expérience n'est pas difficile à faire ; si vous n'avez pas d'étain fin, vous pouvez utiliser du fil à soudure ou cuire votre compote dans une casserole étamée. Le chef ne donne pas les proportions

de sucre, d'eau et de fruit, mais sont-elles importantes ? Je vous laisse juger, et vous signale seulement qu'à ce jour, je n'ai jamais observé l'effet décrit.

2. Dans *La bonne cuisine de Madame Saint Ange*, l'auteur écrit que les oiseaux préparés en salmis ne doivent être que tièdes quand on les découpe : « S'ils sont découpés au sortir du rôti, tout leur jus s'écoulera des chairs. » Est-ce vrai et pourquoi ? Pour interpréter les phénomènes, n'oublions pas que la partie externe de la chair perd davantage son jus à la cuisson que la partie interne. C'est pour cette raison que les cuisiniers préconisent un repos des viandes rôties. Notons aussi que certains cuisiniers conseillent de laisser reposer les poulets rôtis en les plaçant en hauteur, sur une assiette, les suprêmes en dessous et le croupion en l'air, « afin de faire couler les jus dans les chairs les plus asséchées ».

3. Dans *Le meilleur et le plus simple*, le chef parisien Joël Robuchon indique que « pour brunir des oignons que l'on passe à la poêle, ne pas les saler. » Pourquoi cet effet ? Pour étudier le phénomène, il est utile de se souvenir que les oignons sont composés de cellules, lesquelles contiennent de l'eau. Or un cristal de sel approché d'une cellule d'oignon provoque la sortie de l'eau contenue dans l'intérieur de la cellule, par osmose. Avant d'étudier la question, nous vous proposons de tester l'effet du sel sur des oignons qu'on laisse reposer sans les cuire. Qu'observe-t-on ?



4. Madame Saint Ange, encore elle, écrit que : « Dans une omelette, le lait ajouté doit toujours être cru ; bouilli, il se mélange mal à l'œuf. »

Pour interpréter le phénomène, si vous le vérifiez, pensez que le lait est une solu-

tion de divers sels, d'un sucre, le lactose, et de protéines solubles ; y sont dispersées des gouttelettes de matière grasse et des micelles d'une protéine nommée caséine. L'omelette, elle, est faite d'œufs, c'est-à-dire d'une solution aqueuse de protéines.

5. Des feuilles de salade mises à tremper dans de l'eau légèrement sucrée retrouvent du croquant, dit-on. Est-ce exact ? D'autres dictons mentionnent que les salades reprennent du croquant quand on les plonge dans l'eau glacée. Quel procédé est le meilleur ? Pour interpréter, on se souviendra que les salades sont composées de cellules qui contiennent de l'eau et divers sels. L'osmose est un phénomène qui pourrait intervenir.



Question subsidiaire : un dicton japonais dit que des feuilles de salade flétrissent en présence de sel. Qu'observez-vous si vous recouvrez des feuilles de salade bien sèches avec du sel ? Pourquoi ?

6. Une expérience à faire en famille ou entre amis : on dit qu'une soupe trop salée peut être sauvée si l'on y plonge une pomme de terre pelée et cuite à l'eau. Est-ce efficace ? Pour ce test, il est utile d'avoir sous la main quelques dégustateurs et de pratiquer des tests « triangulaires ». On soumettra à chaque dégustateur un lot de trois bols, dont deux sont identiques. On aura tiré au hasard, pour chaque lot, le type de soupe qui sera dans un seul bol, ou bien dans deux bols : la soupe trop salée, et la soupe trop salée où l'on aura trempé la pomme de terre. Ne pas hésiter à soumettre plusieurs lots différents à la même personne : en notant la cohérence de ses réponses, on détermine sa fiabilité de dégustateur.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 25 mars 1999, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.