

UNE MINUTIEUSE RESTAURATION DU TÉLESCOPE



Poussiéreux, mais complet et en très bon état, le télescope pyréliométrique de Féry a nécessité quelques travaux, financés par l'association ESPCI Alumni. Son miroir, notamment, avait besoin d'une nouvelle surface réfléchissante (*en haut*). La Société astronomique de France a pris en main cette opération. Après avoir mesuré sa sphéricité, elle a décidé de procéder à l'aluminisation de la surface, l'argenteure d'époque n'étant plus pratiquée aujourd'hui (*en bas*). De son côté, mon atelier-laboratoire a analysé le thermocouple : était-il encore fonctionnel ? Nous avons décidé de rendre interchangeable ce capteur : l'appareil serait présenté avec le capteur d'origine, mais mis en fonctionnement avec un thermocouple reconstruit et invisible. Durant l'été 2017, j'ai donc mis au point et monté un nouveau capteur thermoélectrique qui, associé au miroir restauré, a donné toute satisfaction en observation solaire. Ces travaux nous ont aussi permis de reconstituer le cheminement de Féry et Millochau pour concevoir et réaliser l'instrument avec les savoirs de l'époque. La seule présentation de l'appareil sans remise en fonctionnement n'aurait pu le permettre...

BERNARD PIGELET
restaurateur d'instruments scientifiques

cuivre et de nickel), constitua la soudure chaude du thermocouple. Le fonctionnement de l'appareil est simple : « Pour se servir de l'actinomètre, on le pointe dans la direction du Soleil, et on le maintient en direction aussi exactement que possible, puis l'observateur lit la déviation marquée [sur le galvanomètre couplé] et note le temps au moment où la lecture est faite. »

Comme pour le pyréliomètre, il suffit de l'étalonner avant ou après la mesure.

Au cours de la mission de l'été 1907, Millochau constata, comme attendu, que l'inertie de l'actinomètre était beaucoup plus grande que celle du pyréliomètre : le petit cylindre atteignait l'équilibre thermique en 23 minutes. L'instrument joua néanmoins son rôle et donna une première valeur de la constante solaire égale à 0,166 watt par centimètre carré, corrigée des 11 % d'absorption de l'atmosphère terrestre. Cela permit de déterminer le coefficient inconnu et ainsi de calibrer le pyréliomètre en mode actinomètre.

Les deux savants s'arrêtèrent à cette preuve de principe et présentèrent leurs nouveaux résultats à l'Académie des sciences début 1908. Ils ne proposèrent pas d'étude de la variation de la constante solaire au cours du temps, malgré une remarque de Millochau : « Il est presque certain que cette constante varie, et c'est même l'étude de cette variation probable qui serait la plus intéressante. » On sait aujourd'hui que cette « constante » est en réalité la moyenne d'une valeur fluctuante, le Soleil présentant une activité cyclique. Dans les années suivantes, Féry poursuivit ses travaux en précisant les conditions d'application de la loi de Stefan-Boltzmann à l'astronomie.

RETOUR À L'ESPCI

En dehors de ces deux expéditions, on ne connaît pas d'autres contributions du télescope pyréliométrique à la recherche. Il fut en revanche très vite utilisé à des fins d'enseignement. Dès novembre 1907, des élèves de la 24^e promotion de l'ESPCI procédaient à l'étalonnage du télescope lors d'une séance de travaux pratiques. Le dernier emploi connu de l'instrument remonte à 1933, date à laquelle il a été exposé à la bibliothèque de l'école à l'occasion des célébrations du 50^e anniversaire de l'institution. S'agissant d'un appareil destiné à un usage très précis en recherche fondamentale, on peut comprendre qu'il n'ait pas été réutilisé par la suite ; c'est probablement pourquoi il nous est parvenu en bon état, 111 ans après sa fabrication. Aujourd'hui, l'instrument est entièrement restauré (*voir l'encadré ci-dessus*). Il est donc à nouveau possible de l'utiliser pour mesurer la température de la surface solaire. Mais il n'est pas envisagé – pour l'instant – de le porter au sommet du mont Blanc ! ■

BIBLIOGRAPHIE

D. Beaudouin et al., **Un instrument retrouvé : le pyréliomètre**, *L'Astronomie*, mars 2018.

G. Durey et al., **Le télescope pyréliométrique de Charles Féry et la mesure de la température du Soleil**, *Nuncius*, à paraître.

D. Beaudouin, **Charles Beaudouin : une histoire d'instruments scientifiques**, EDP Sciences, 2005.

C. Féry et G. Millochau, **Contribution à l'étude de l'émission calorifique du Soleil**, *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, vol. 143, pp. 505-507, 570-572, 731-734, 1906.

Leur solution consistait à accompagner le pyréliomètre d'un... actinomètre. Les deux instruments sont très différents, comme l'explique Millochau : « Le télescope pyréliométrique donne directement la température apparente d'un élément de surface du radiateur visé, alors que l'actinomètre donne l'effet global du faisceau solaire et mesure directement la constante solaire. »

Ainsi, le rôle de l'actinomètre serait de fournir une première valeur de la constante solaire. Cette valeur permettrait de lever l'indétermination sur l'expression calculée à partir des grandeurs mesurées par le pyréliomètre, et ce dernier fournirait ainsi par la suite, avec plus de rapidité, de nouvelles valeurs de la constante solaire.

Féry conçut donc un actinomètre (aussi conservé à l'ESPCI) qui, contrairement à celui d'Ångström, le plus répandu à l'époque, ne nécessitait pas de courant compensateur. Sur une sphère métallique de 10 centimètres de diamètre, creuse et noircie à l'intérieur, il fixa un petit cylindre métallique qui, relié à deux tiges, l'une en laiton, l'autre en constantan (alliage de

R

ENDEZ-VOUS

P.80 Logique & calcul
P.86 Art & science
P.88 Idées de physique
P.92 Chroniques de l'évolution
P.96 Science & gastronomie
P.98 À picorer

L'ALGORITHME DES COQUILLAGES

Pour les mollusques, s'enrouler en spirale afin de construire un abri permanent se fait de multiples façons. Toutes sont des variantes d'un procédé général qu'on s'efforce de reproduire.

L'AUTEUR



JEAN-PAUL DELAHAYE
professeur émérite
à l'université de Lille
et chercheur au Centre
de recherche en
informatique, signal
et automatique de Lille
(Cristal)

L'intelligence artificielle prétend imiter l'intelligence humaine; elle avance sûrement, mais lentement. En biologie, des projets pour modéliser informatiquement une cellule en respectant toute sa complexité sont en cours, aussi difficiles qu'ils soient. Heureusement les coquillages, du moins leur partie calcaire, se laissent mieux copier.

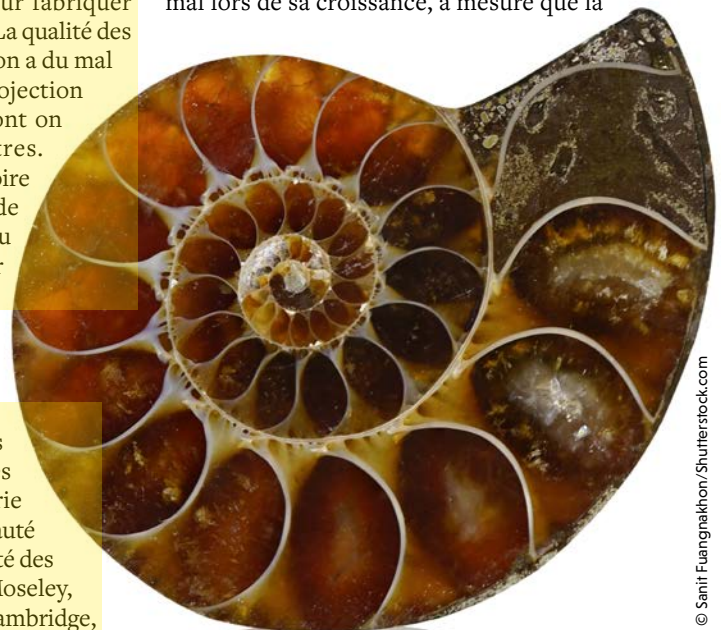
Les recherches sur la forme et les dessins à la surface des coquillages permettent aujourd'hui d'écrire des programmes de quelques dizaines de lignes qui, transmis à des imprimantes 3D, les guident pour fabriquer des modèles nombreux et variés. La qualité des objets ainsi produits est telle qu'on a du mal à croire qu'ils ne sont que la projection d'une formule mathématique dont on fait varier quelques paramètres. Francesco De Comitè, du laboratoire Cristal, à Lille, est un expert de cette informatique imitatrice du vivant et que l'on doit considérer comme un art mathématique.

UNE HISTOIRE QUI REMONTE AU XIX^e SIÈCLE

La régularité de la forme des coquillages a depuis longtemps frappé les esprits, et l'idée que des considérations de pure géométrie pouvaient donner la clé de leur beauté a, dès le début du XIX^e siècle, suscité des travaux. C'est ainsi que Henry Moseley, professeur au King's College de Cambridge,

en Angleterre, expliquait dans un article de 1838 les premiers éléments de cette mathématisation du vivant:

«Il y a une uniformité mécanique observable dans la structure des coquilles d'une même espèce; elle suggère que la figure génératrice des nouvelles couches augmente en taille en même temps que la chambre en forme de spirale se développe selon une simple loi géométrique. En considérant l'opercule de certaines classes de coquilles, la détermination de cette éventuelle loi semble possible. Continuellement agrandi par l'animal lors de sa croissance, à mesure que la



Jean-Paul Delahaye a récemment publié: **Les Mathématiciens se plient au jeu**, une sélection de ses chroniques parues dans *Pour la Science* (Belin, 2017).