

CHARLES-ÉDOUARD GUILLAUME

Par A. PÉRARD et CH. VOLET

La carrière entière de Charles-Édouard Guillaume a été consacrée à l'Institution internationale des Poids et Mesures. Pendant 53 ans au service de notre Bureau, dont 21 à sa direction, notre éminent Maître déploya une activité dont l'empreinte restera marquée longtemps encore dans les fastes de la métrologie. Son nom sera conservé parmi ceux des savants qui, grâce à un travail acharné, portèrent la renommée de notre institut jusque dans les plus lointains pays.

Charles-Édouard Guillaume est né à Fleurier, dans le Canton de Neuchâtel en Suisse, le 15 février 1861. Après avoir fait ses premières classes dans sa ville natale, puis ses études secondaires à Neuchâtel, il entra, en 1878, à l'École Polytechnique de Zurich; il y reçut un excellent enseignement, qui l'orienta définitivement vers les recherches physiques. Dans ce milieu cosmopolite des 2000 étudiants de l'École zurichoise, le jeune Guillaume eut sans doute la première initiation à la vie internationale, à laquelle il devait être mêlé tout au long de sa carrière. Ces études furent consacrées par une thèse de doctorat sur les condensateurs électrolytiques.

C'est Adolphe Hirsch, l'actif secrétaire du Comité international, qui fit entrer Guillaume, son ancien élève de Neuchâtel, au Pavillon de Breteuil, dès 1883. Le Bureau International était sous la sage direction de O.-J. Broch, le mathématicien norvégien. Un problème fondamental pour la métrologie se posait alors : celui de la mesure des températures. Dès son arrivée au Bureau, Guillaume fut chargé de calibrer des thermomètres. Cette besogne fastidieuse, accomplie durant plus d'une année, aurait pu rebuter un étudiant frais émoulu de l'Université; mais Guillaume ne fut pas insensible aux satisfactions qu'apportent, au métrologiste-né, une mesure bien faite, des résultats cohérents, ou la réalisation d'un perfectionnement qui permettra de gagner en précision. Le

résultat de ces travaux est publié dans les *Études thermométriques* (Travaux et Mémoires, tome 5), puis dans le *Traité de Thermométrie* paru en 1889. La technique du thermomètre à mercure venait de faire un progrès définitif ; elle n'a guère évolué depuis lors que dans des détails. Aussi le *Traité de Thermométrie* n'a-t-il vieilli que dans la mesure où le thermomètre à mercure lui-même a vu sa prééminence céder le pas au thermomètre à résistance électrique, en attendant, pour un avenir prochain sans doute, l'usage généralisé du thermomètre à mercure en quartz fondu.

Dans les années qui précédèrent la Première Conférence Générale des Poids et Mesures (1889), tous les efforts du Bureau furent mis au service de la détermination des nouveaux étalons qui allaient être sanctionnés. Il y avait plus de 30 Mètres et 40 Kilogrammes à étudier. Des retards successifs, causés en particulier par la difficulté qu'on avait rencontrée dans la fabrication d'un alliage convenable de platine iridié, avaient fait reculer cette Première Conférence bien au delà des délais prévus. On était pressé de conclure. Benoit et Guillaume furent chargés de la mesure des coefficients de dilatation des Mètres. Les valeurs qu'ils trouvèrent étaient légèrement différentes d'un Mètre à l'autre. Certaines de ces différences ayant paru dépasser les erreurs possibles d'observation, on admit, pour chacun des Mètres, les coefficients de dilatation que l'observation avait fournis. C'est bien plus tard que l'identité de ces coefficients de dilatation a été reconnue, grâce à des mesures spéciales de vérification. Quoi qu'il en soit, les résultats de Benoit et Guillaume furent fondamentaux et atteignirent une précision inégalée pour l'époque. Les méthodes qu'ils avaient mises au point sont encore, à quelques variantes près, celles que nous utilisons aujourd'hui ; elles sont à l'origine de la métrologie moderne.

Ainsi, les si délicates et pénibles mesures de dilatation au comparateur à microscopes marquaient le début de la carrière de Guillaume. Il ne devait jamais les abandonner. Ce sont elles qui l'ont conduit d'abord à l'invar, puis, tout au long de sa vie, aux découvertes des propriétés alors extraordinaires des ferro-nickels ou des alliages plus complexes de la même famille.

La découverte de l'invar a été maintes fois narrée. C'est Benoit qui, le premier, trouva, pour la dilatabilité d'une tige d'acier au nickel, une valeur jugée anormale ; elle était nettement plus élevée que celle des métaux constituants ; une anomalie dans ce

sens n'avait guère d'intérêt pour la métrologie. Un de ces hasards heureux qui ne favorisent que ceux qui en sont dignes, mit Guillaume sur la voie de son vaste champ de recherches : une tige d'acier, contenant 30% de nickel, lui révélait une dilatabilité, cette fois, bien inférieure à celle des métaux constituants. Il restait à explorer toute la série de ces alliages suivant les proportions.

Cette recherche fut la préoccupation constante de Guillaume. Chaque fois que ses autres travaux métrologiques ou la direction du Bureau lui en laissaient le temps, il entreprenait l'étude de quelques aspects particuliers de l'un de ces alliages ou d'une propriété commune à tous. C'est ainsi qu'il étudia la question de la stabilité, si importante pour les applications à la métrologie et aux industries de précision. Les actions de différentes additions métallurgiques : manganèse, chrome, carbone, cuivre, etc., ont été mises en évidence. Quand on songe que ces études portaient sur toute la gamme des aciers au nickel dans leurs différents états : recuit, étiré, trempé, etc. et sur toutes leurs propriétés métrologiques principales : dilatabilité, magnétisme, élasticité, stabilité, thermoélasticité, on comprend mieux qu'il ait fallu pour les alimenter plusieurs centaines d'éprouvettes et un nombre presque égal de coulées, exécutées et analysées avec le plus grand soin par la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville.

Guillaume reconnut bien vite que la dilatabilité exceptionnellement faible de l'invar ne s'étendait qu'à un domaine restreint de température. Au delà de 100° l'invar reprend une dilatabilité de plus en plus forte qui ne tarde pas à rejoindre, et même dépasser, celle de ses constituants. Le champ des applications de l'invar n'en reste pas moins considérable ; une des premières en date est celle que les horlogers en firent aux pendules astronomiques.

Le seul fait de pouvoir tracer les courbes représentant les coefficients de dilatation en fonction du titre de l'alliage mettait Guillaume en possession de métaux nouveaux, dont il vit aussitôt l'utilité pratique.

C'est l'alliage à 42% de nickel qui possède la dilatation du verre et peut se souder avec lui ; Guillaume disait, avec un légitime orgueil, toute l'immense valeur du platine économisé par son emploi dans les millions de lampes à incandescence.

L'alliage à 58% de nickel a la dilatation de l'acier, mais possède une grande résistance à l'oxydation ; il est utilisé pour la constitution de certains étalons de longueur.

Celui qui contient 38 % de nickel présente, dans un intervalle restreint il est vrai, une dilatabilité qui diminue lorsque la température augmente. Avec une rare perspicacité, Guillaume tira parti de cette propriété pour supprimer dans les chronomètres une cause de variation dite « erreur secondaire », qui fait que l'instrument, parfaitement réglé à deux températures, avance si on le maintient à une température intermédiaire.

Parmi les alliages plus complexes, mis au point par Guillaume, il ne faut pas manquer de mentionner l'élinvar, aboutissement d'une recherche systématique, dont le point de départ fut cette observation d'un horloger neuchâtelois, Paul Perret, qui, ayant muni une montre d'un spiral en invar, constata que, contrairement à ce qui se passait avec tous les métaux alors connus, l'invar avait un coefficient thermoélastique positif. En diluant cette anomalie au moyen d'additions judicieuses, Guillaume a obtenu un alliage à coefficient thermoélastique nul.

Après l'horlogerie, la géodésie est une des premières branches qui ont bénéficié de l'emploi des nouveaux alliages. Dans ce domaine encore, Guillaume découvrit, au moment opportun, le métal qui manquait. Un géodésien suédois, Jäderin, avait eu l'idée d'utiliser des fils tendus sous un effort constant comme étalons pour la mesure des bases. Les avantages de la méthode résidaient surtout dans sa rusticité et la rapidité des opérations qu'elle permettait. Mais la précision était fort inférieure à celle de la méthode classique de la règle ; malgré l'emploi simultané de fils de dilatabilité différentes, en acier et en laiton, selon le principe indiqué par Borda, la température restait un élément dont il était difficile d'apprécier exactement les effets. L'utilisation des fils en invar répondit à l'objection : les mesures devenaient pratiquement indépendantes de la température, si mal connue dans des expériences faites en plein air. Benoit et Guillaume s'attachèrent alors à codifier la technique des fils, à créer un matériel de campagne, à réfuter les objections opposées à la nouvelle méthode et à corriger les erreurs que l'emploi d'étalons aussi vulnérables pouvait entraîner. Une démonstration très remarquée de la méthode fut faite avec Guillaume lui-même, par la mesure d'une base dans le tunnel du Simplon en 1905. La précision atteinte était égale à celle des anciennes méthodes, alors que la rapidité et la facilité des mesures étaient incomparablement plus élevées. Aujourd'hui, les fils géodésiques en invar sont exclusivement utilisés dans les opérations de haute précision.

Dès l'origine, avait été inscrite au programme des travaux du Bureau International la détermination de la masse du décimètre cube d'eau. Depuis Lefèvre-Gineau et Fabbroni, cette mesure avait été effectuée à différentes reprises au cours du XIX^e siècle, et les résultats, fort discordants, témoignaient de sa difficulté. Ce n'est qu'après avoir terminé la longue série des travaux nécessités par la création des nouveaux prototypes que le Bureau put entreprendre cette étude. Guillaume fut chargé d'utiliser la méthode des contacts, qui consiste à déterminer les dimensions géométriques d'un corps par l'usage de palpeurs appropriés. Il créa les appareils, les perfectionna peu à peu et recommença patiemment les mesures qui ne donnaient pas entière satisfaction. Il obtint finalement un résultat extrêmement voisin de ceux auxquels étaient arrivés Chappuis d'une part, Macé de Lépinay, Buisson et Benoît d'autre part, en utilisant les méthodes interférentielles, sensiblement plus précises.

Armé de l'appareil à palpeurs ainsi établi, Guillaume se trouva encore bien placé pour entreprendre la première détermination des étalons industriels de longueur, que la Section technique de l'Artillerie, à Paris, créa vers la fin du XIX^e siècle, dans un but d'unification précise des constructions mécaniques.

Charles-Édouard Guillaume s'était fait l'apôtre du Système Métrique. Conscient des bienfaits qu'apporterait aux nations britannique et américaine la réforme si délicate à accomplir de leur système de mesure, différent de celui du reste du monde, il était en rapports constants avec toutes les personnalités de ces pays, favorables à la réforme, et ne manquait pas de les aider de ses conseils et de stimuler leur action. A chaque Conférence Générale, tous les six ans, il présentait les « Récents Progrès du Système Métrique » qui enregistraient fidèlement l'avance réalisée dans l'intervalle. Est-il besoin de relater que c'est à son initiative que l'on doit le « carat métrique », d'une valeur de 2 décigrammes, qui fut accepté d'office par tous les bijoutiers et négociants en pierres précieuses, alors que des dizaines d'années eussent été certainement nécessaires pour l'introduction dans cette branche du commerce des sous-multiples du gramme.

Nous ne devons pas non plus passer sous silence ce que lui doit le Bureau International des Poids et Mesures pour les ressources exceptionnelles et indispensables qu'il sut trouver aux heures critiques de son histoire. La prudente gestion de René Benoît avait lentement constitué des réserves qui avaient permis à

L'Institut international de subsister pendant les années de la précédente guerre pour reprendre, aussitôt après, son activité ; mais c'est bien grâce à Charles-Édouard Guillaume que, après amenuisement de ces réserves, purent être franchies les années de la dévaluation initiale, dans lesquelles, en attendant la réunion de l'assemblée habilitée pour augmenter les contributions des États, le budget total du Bureau restait figé en francs français à la dotation dérisoire d'avant-guerre. Les démarches pressantes de Guillaume, les relations qu'il possédait dans tous les milieux lui permirent de recueillir les sommes indispensables. C'est encore Guillaume qui put obtenir, de la Fondation Rockefeller, la subvention sans laquelle les nouveaux bâtiments, nécessaires à l'extension de notre observatoire, n'auraient pu être édifiés.

Éloquent, spirituel, doué d'une mémoire très sûre, Charles-Édouard Guillaume était un conférencier hors ligne ; il parlait sans note, tantôt d'abondance, tantôt d'après un texte, qu'il lui suffisait d'avoir rédigé pour pouvoir, non le réciter d'une façon banale, mais bien le dire de sa voix prenante et si apte à en faire ressortir toutes les finesses.

D'un accueil souriant et bienveillant, d'une conversation séduisante, bourrée d'anecdotes, parfois légères, parfois mordantes, mais toujours amusantes, d'une verve intarissable, Guillaume était un charmeur, dont tous ceux qui l'ont approché ont gardé un souvenir inoubliable.

Il possédait une grande connaissance des hommes, dont Hirsch lui avait inculqué les premiers éléments, et qu'il avait développée progressivement au cours de sa carrière. Cette connaissance, il la mettait constamment au service de l'Institution Métrique, dans les contacts fréquents que le Directeur doit avoir avec les diplomates des délégations des divers pays, et où il est bien obligé de se révéler un peu diplomate lui-même. Guillaume excellait dans ce genre d'entretien, qui lui avait valu quelques relations intimes avec les Ambassadeurs ou Ministres des pays signataires de la Convention du Mètre.

Les Sociétés savantes du monde entier tinrent à inscrire Charles-Édouard Guillaume parmi leurs membres. Il était, en particulier, Correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, aux séances de laquelle il assistait chaque semaine ; et il appréciait, tout spécialement, l'honneur d'avoir été le seul étranger élu Président de la Société Française de Physique.

Le couronnement de cette belle carrière fut le Prix Nobel de

Physique, qui lui fut décerné en 1920, et dont, suivant ses propres paroles, « le vif éclat rejaillit sur le Bureau International, et sur la Métrologie tout entière ».

Il était Grand Officier de la Légion d'Honneur de France et haut dignitaire de très nombreux ordres étrangers.

Profondément attaché à l'Institution à laquelle il avait consacré son existence, ce ne fut qu'avec un réel déchirement qu'il dut la quitter en 1936, quand sa santé déclina. Incapable de s'en séparer tout à fait, il établit sa retraite tout près, sur le versant opposé de la vallée de Sèvres, dans une villa, d'où il pouvait apercevoir encore les toitures du Pavillon et le faite de ses beaux arbres qu'il aimait à faire admirer.

C'est là qu'il rendit le dernier soupir, le 13 mai 1938. Des funérailles imposantes ont été célébrées par la ville de Fleurier qui l'avait vu naître, et où il repose maintenant.

