

ANDERS CELSIUS (1701-1744), **L'ASTRONOME** QUI NOUS
DONNA
NOTRE ECHELLE DE TEMPERATURE

Tõnu Viik

Traduction : Suzanne Héral

Origine

Le physicien, astronome et géodésiste suédois Anders Celsius naquit à Uppsala le 27 novembre 1701. Sa famille donna de nombreux professeurs à l'université d'Uppsala. Leur patronyme dérivait de la forme latinisée du nom de la paroisse d'Ovanåker signifiant en suédois « le champ d'en haut » et en latin « celsus » signifie « élevé ». Leur ancêtre, né en 1577 et originaire du comté d'Östergötland dans le sud-est de la Suède, s'était établi comme pasteur à Ovanåker. Son fils Magnus, grand-père d'Anders Celsius, fut professeur d'astronomie à Uppsala. Ce fut également le cas du père d'Anders, Nils Celsius, et de son grand-père maternel, Anders Spole.

Formation

L'on aurait pu penser qu'Anders Celsius (plus loin désigné simplement Celsius) choisirait la profession d'astronome mais la Grande Guerre du Nord avait dévasté jusqu'à Uppsala et ruiné sa famille. Son père avait lutté sans trop de succès pour améliorer sa situation et la décision fut prise en commun que Celsius étudierait le droit, bien qu'il eût montré beaucoup d'intérêt pour les mathématiques et l'astronomie. Il commença donc par suivre les cours de droit romain de l'assistant Castovius. Mais cela ne dura pas longtemps car « bon sang ne saurait mentir » et le goût de Celsius pour les sciences exactes se révéla si vif qu'il abandonna les études de droit en même temps qu'un autre étudiant de trois ans son aîné, Samuel Klingelstierna. Ce dernier partit pour Stockholm tandis que Celsius resta à Uppsala pour étudier l'astronomie auprès d'Erik Burman. En 1719 il entra dans la société scientifique Bokvettsgillet (en suédois « la Société de la Sagesse du Livre »), fondée par Erik Benzelius le Jeune qui devint plus tard évêque d'Uppsala.

Premiers emplois

Dès 1725 Celsius fut nommé secrétaire de la Société. En même temps il enseignait les mathématiques dans une école privée fondée par A.G.Duhre. En 1727 il publia un ouvrage intitulé « L'arithmétique ou l'art du calcul » qui acclama par Benzelius. Après avoir séjourné quelque temps à Stockholm au Bureau de Physique de Triewald où il expérimenta de nouveaux instruments de physique, il rentra à Uppsala où, le 29 avril 1728, il passa avec succès son examen de candidature au doctorat. Cela ne lui donnait pas accès à un poste de maître de conférences et il dut présenter un traité de philosophie « De existentia mentis ». Après quoi, il dut remplacer Klingenstierna au poste de professeur de mathématiques car ce dernier partait en mission d'information à l'étranger. Celsius fut nommé maître de conférences en octobre 1728. Il était surchargé de travail avec ses fonctions de professeur à l'université, d'enseignant à l'école Duhre et de secrétaire au Bokvetts-gillet. Par décision du roi du 11 novembre 1728, la Société fut transformée en « Societas Regia Litteraria et Scientiarum », ou plus simplement en Société Royale des Sciences. Cette Société fit une proposition inouïe au Chancelier de l'Université d'Uppsala où la chaire de poésie se trouvait vacante : Celsius préconisa de lui substituer une chaire de physique. Naturellement, une proposition aussi impudente ne reçut aucune réponse du Chancelier.

A la mort du professeur Burman en 1729, Celsius fut nommé titulaire de la chaire de mathématiques et de physique. Parmi les six candidats en lice, le corps professoral avait jugé que Celsius était l'homme qu'il fallait pour occuper le poste vacant et il se mit donc à donner des cours « ex cathedra ». Par ailleurs il mit fin à ses activités à l'école Duhre. Durant les premières années, il enseigna l'art de l'observation astronomique et la trigonométrie sphérique. Il donna aussi des cours privés de chronologie, de « computus ecclesiasticus » et d'autres matières liées à l'astronomie. Parmi ses œuvres scientifiques il convient de citer son traité « Nova methodus distantiam solis a terra determinandi » où il fixa la distance du Soleil à la Terre à 20.310 rayons de la Terre (aujourd'hui ce chiffre est de 23.500). Il

écrivit d'autres traités mais tous ne concernaient pas l'astronomie. En outre il devait préparer les publications de la Société et à les éditer.

Périple à l'étranger

En janvier 1731 la faculté de philosophie décida que Celsius devait aller perfectionner sa connaissance des mathématiques à l'étranger. Le Conseil de l'Université annonça en mars 1731 que le roi avait autorisé Celsius à partir à l'étranger en conservant son salaire. Celsius estima que ce n'était pas suffisant pour atteindre son objectif et demanda au Conseil de l'appuyer auprès du Chancelier pour obtenir une bourse Stiegler. Le Chancelier accepta sa candidature et Celsius obtint la bourse pour une durée de deux ans. Mais avant de partir, il dut attendre le retour de Klingenskierna. Alors seulement il entama ses préparatifs qui durèrent jusqu'en août 1732, moment où il commença son voyage en passant par Göteborg et Ystad. Un événement quasi-prophétique se produisit lorsqu'il quitta Ystad : le ciel explosa en une aurore boréale comme pour annoncer qu'il était important d'étudier ce phénomène. Tout au long de son périple, Celsius écrivit régulièrement à Uppsala, en particulier au futur archevêque Erik Benzelius, en lui décrivant les instruments des universités et observatoires et les recherches qui y étaient menées.

L'une de ses premières étapes fut Berlin où il passa l'hiver. Avant de poursuivre son voyage, il observa le 13 mai 1733 l'éclipse partielle du soleil (qui était totale en Suède). Puis il visita Wittenberg et Nuremberg. Pas plus qu'à Berlin il ne put recevoir de formation en astronomie à Nuremberg. C'est là qu'il mesura la hauteur du pôle avec le petit quadrant qu'il avait acheté de ses propres deniers. Il trouva que la hauteur du pôle était de $49^{\circ}27'28''$. [A l'époque une revue intitulée « *Commercium litterarium in incrementum rei physicae et medicinae* » était publiée à Nuremberg. Celsius y fit paraître les résultats du voyage de Carl Linné en Laponie. Il tenta de persuader l'imprimeur de la revue, Adelbulner, de publier une revue analogue sur l'astronomie et en même temps il discuta de ce problème avec le professeur de mathématiques Doppelmayer qui devait devenir le rédacteur en chef de la revue. Celsius dut rédiger une introduction pour la revue ainsi qu'un appel aux

lecteurs « *Epistoria invitatoria* ». Mais *Doppelmayer* exigea que le nom d'*Adelbulner* ne figure pas dans l'appel et le projet de revue n'aboutit pas. Cependant *Adelbulner* fonda son propre « *Commercium litterarium ad astronomicae incrementum in hujus scientiae amatores communi consilio insitutum* ». *Adelbulner* n'était pas un simple imprimeur de livres car il devint plus tard professeur de mathématiques et de physique à *Altdorf*.]

A Wittenberg Celsius fit la connaissance de J.F. Weidler qui avait observé des aurores boréales et publié ses résultats. Celsius publia aussi les siens, ainsi que ceux de quelques autres, en tout 316 observations d'aurores boréales en Suède.

Au bout de trois mois, Celsius continua son voyage par l'Italie. A Venise il fit la connaissance de Martin Folkes, vice-président de la Royal Society, mathématicien et numismate. Durant une courte visite à Padoue il rencontra le marquis Giovanni Poleni, professeur de mathématiques à l'Université de Padoue, avec lequel il discuta de la détermination de la ligne méridienne.

Celsius séjourna plus longuement à Bologne où il travailla avec le professeur d'astronomie de l'Université de Bologne Eustachio Manfredi qui s'était rendu célèbre par son ouvrage intitulé « *Ephemerides motuum caelestium 1715-1725* ». L'un des objectifs de Celsius étant de se familiariser avec les instruments astronomiques, il constata que le quadrant mobile et deux quadrants muraux qu'il trouva à Bologne étaient d'utilisation très pratique. Par ailleurs, il écrivit à sa mère que sa vie était très agréable et que chaque jour il avait l'impression de participer à un banquet de noces !

Celsius mena à Bologne quelques expériences photométriques qu'il avait déjà pratiquées à Uppsala. Les résultats l'incitèrent à penser qu'il avait découvert une nouvelle loi : si l'on double la distance d'un objet par rapport à l'œil d'un observateur, ce dernier peut continuer à bien voir l'objet à condition que l'éclairage de l'objet soit multipliée par 16.

Celsius donna à l'Université de Bologne une conférence sur le thème « *De ascensu et descensu Maris Baltici* » concernant la hauteur de la surface de la mer Baltique selon les saisons et la direction des vents. Cette conférence était fondée sur des observations faites en Suède à Hudiksvall.

Après un séjour de sept mois à Bologne, Celsius partit pour Rome

Séjour à Rome

Muni d'une recommandation de Manfredi, Celsius se rendit auprès du cardinal Da Via, connu pour être un astronome-amateur enthousiaste. Le cardinal lui prêta son quadrant et une horloge anglaise à balancier puis à son tour le recommanda au pape Clément XII qui autorisa Celsius à observer les objets célestes depuis le palais du Quirinal sur le Monte Cavallo. Le pape l'autorisa même à faire agrandir l'une des fenêtres du palais du Quirinal.

A Rome Celsius poursuivit ses expériences optiques. Il mesura la luminosité de la Lune en phase pleine et en phase de croissant ; trouva que la pleine lune est 8 fois plus brillante que le croissant de lune et que le Soleil est 300.000 fois plus brillant que la pleine lune. L'année suivante à Paris, il fit part de ses résultats qui furent critiqués par l'académicien de Mairan.

Toujours à Rome, Celsius vérifia la position de la ligne méridienne déterminée par les astronomes Bianchini et Maraldi. La moyenne de ses nombreux résultats montra dans leurs mesures une erreur de deux minutes d'arc.

[Il étudia le pied romain et trouva avec Martin Folkes que le pied romain différait peu du pied suédois.]

Celsius put observer l'éclipse solaire du 3 mai 1734 depuis la résidence du cardinal. Il publia ses résultats quatre ans plus tard à Londres dans les « Philosophical Transactions » de la Royal Society.

Séjour à Paris

Après avoir passé l'été à Rome, à l'automne de 1734 il prit la direction de Gênes pour gagner Paris. Il avait dû solliciter la prolongation de la bourse Stiegler qui lui était attribuée. A Paris il s'installa chez Joseph-Nicolas Delisle qui vivait avec sa mère et sa sœur, toutes deux instruites et férues d'astronomie.

A cette époque, les membres des sociétés scientifiques parisiennes discutaient de la théorie de la gravitation de Newton tandis que Cassini et ses disciples, en tant que cartésiens, ne la reconnaissaient pas. L'école de

Cassini était convaincue que la Terre était allongée aux pôles tandis que la théorie de Newton donnait des résultats exactement inverses. Pour trancher la question, l'Académie française décida d'envoyer une expédition au Pérou sous la direction de Charles Marie de la Condamine.

Or Pierre Louis Moreau de Maupertuis¹ était convaincu qu'en plus des mesures près de l'équateur, il fallait mesurer un degré de méridien près du pôle. En faisant jouer ses relations il réussit à trouver le financement d'une expédition en Laponie. Celsius avait joué un rôle essentiel dans le choix du lieu en recommandant de prendre des mesures sur la glace de la baie de Botnie en mer Baltique entre la Suède et la Finlande. On pense qu'à l'origine, Maupertuis avait envisagé de faire ses expéditions en Islande ; la recommandation de Celsius eut donc une importance décisive. Outre l'académicien Clairaut, les membres de l'expédition incluaient Camus, Le Monnier et Celsius. Ils étaient accompagnés d'Outhier, secrétaire du cardinal de Luynes, évêque de Bayeux, de Sommereux en qualité de secrétaire et du dessinateur Herbelot. Il convient d'annoncer dès maintenant que les deux expéditions obtinrent des résultats conformes à la théorie de Newton. Celsius, qui s'apprêtait à poursuivre son périple en Angleterre, fut chargé de commander là-bas quelques instruments pour l'expédition.

A ce moment-là Celsius avait passé près d'un an à Paris et cela avait été une période très fructueuse pour lui. Ses deux étudiants – Meldercreutz et Bjurman – avaient été ses compagnons mais Meldercreutz rentra en Suède et Bjurman accompagna Celsius à Londres.

A Paris Celsius s'était efforcé d'éviter à la Suède de prendre du retard dans son développement scientifique en affirmant qu'elle devait se doter des instruments les plus modernes. Il envoya de nombreuses requêtes à ses amis et au Chancelier de l'Université d'Uppsala. Finalement le Conseil de l'Université donna son accord après une intervention vigoureuse du Chancelier, mais la somme attribuée était modeste, à peine 3.000 thalers. Au moyen de ces fonds Celsius acheta un quadrant Langlois de trois pieds avec dioptré télescopique et micromètre qui fut expédié à Uppsala par voie maritime.

¹ Cf. Tõnu Viik, « La vie mouvementée de Maupertuis », *L'Astronomie*, N° 44/novembre 2011, pp. 32-37.

Trois années à l'étranger s'étaient écoulées et Celsius dut demander au Chancelier de l'Université d'Uppsala, le comte Cronhielm, la permission de poursuivre son voyage tout en conservant son salaire et sa bourse. Cette permission lui fut accordée.

Dans une lettre à Benzelius, Celsius rapporte qu'à Londres il était logé chez le secrétaire de la Royal Society, Cromwell Mortimer, et qu'il avait été aimablement reçu par son président, Sir Hans Sloane. Celsius fit la connaissance des astronomes Halley et Bradley. Il n'oublia pas le but de son voyage et acheta un secteur de 10 pieds et une horloge à balancier Graham. Sur ses propres deniers il fit l'acquisition d'un télescope à réflecteur d'un pied fabriqué à Edimbourg. Ses travaux firent visiblement grande impression car il fut très vite élu membre de la Royal Society.

A la fin du mois d'avril 1736 Celsius se prépara à regagner le continent afin d'être à Dunkerque fin mai pour y retrouver d'autres membres de l'expédition Maupertuis.

L'expédition en Laponie

L'expédition partit pour Stockholm à bord du navire « Le Prudent » et atteignit sa destination le 20 mai 1736. Après avoir été reçue par le roi Frédéric et avoir visité la maison de Celsius à Uppsala, une partie de l'expédition poursuivit son voyage par voie terrestre tandis que l'autre prit la mer en direction de Tornéå, dans la baie de Botnie. Le lieu exact où devaient se dérouler les mesures n'était pas encore fixé. L'une des possibilités, sur les îles de la baie de Botnie, fut écartée car ces îles étaient trop basses, obligeant à construire des signaux très élevés. Il fut aussi envisagé de percer une ligne droite à travers bois mais cela se révéla irréalisable, même avec l'aide des soldats suédois d'origine finnoise fournis en appui à l'expédition. L'idée de Celsius de procéder à des mesures sur la glace de la baie était certainement très judicieuse... mais c'était l'été, et Maupertuis ne voulait pas attendre la glace aussi longtemps et de plus, la glace n'était pas présente chaque année. Seule restait la vallée du fleuve Tornéå aux rives bordées de collines (« vaaras ») qui se prêtaient facilement à l'implantation de signaux. Au préalable, il était nécessaire de se familiariser

avec le terrain avant de décider des lieux où ériger les signaux. Une étude initiale permit de sélectionner les collines les plus adaptées et les membres de l'expédition commencèrent à installer les signaux. La plupart étaient des structures coniques formées de troncs d'arbres écorcés qui se détachaient facilement sur le fond sombre de la forêt. La seule exception était l'église de Tornéå dont la flèche élancée constituait un signal idéal. Les Français étaient terriblement importunés par les moustiques, très nombreux en été dans ces forêts. Mais les arbres abattus, les gros rochers abrupts et le passage de rivières au débit rapide dans des canyons encaissés n'étaient pas de moindres obstacles. Plus tard arriva l'hiver glacial et Maupertuis écrivit que ses lèvres se gelaient au contact d'un gobelet d'argent rempli de vodka. Celsius était en permanence occupé à construire des signaux et en outre il tenait un journal appelé « vinkelbok » où il consignait ses travaux en détail. Et parfois plus encore.

La mesure des angles entre les signaux fut achevée à Kaakamavaara le 6 septembre. Les observations astronomiques étaient menées en parallèle et les plus difficiles confiées à Le Monnier et à Celsius. Il restait à déterminer la longueur de la base avant de pouvoir déterminer celle de l'arc de méridien d'un degré.

Cette mesure fut réalisée en décembre car il avait été décidé de mesurer la base sur la glace de la Tornéå (14,4 km). Seule une barre de mesure en fer d'une toise (1,949 m) avait été apportée de Paris. Elle servit d'étalon pour la fabrication de barres supplémentaires en bois de sapin qui furent soigneusement mesurées. La question se posa alors d'évaluer l'expansion du bois de sapin en fonction de l'augmentation de la température. Maupertuis était d'avis qu'elle était négligeable et comme le prouvèrent les mesures de Celsius après l'expédition, Maupertuis avait raison.

Une fois terminés, les calculs montrèrent que dans la région polaire l'arc de méridien d'un degré était plus long que celui relevé près de Paris. Cela signifiait que la Terre était aplatie aux pôles. Le problème était réglé une fois pour toutes. Celsius résuma les résultats de l'expédition dans son

rapport à l'Académie suédoise « La forme et la dimension réelles de la Terre » en décembre 1741.

La contribution de Celsius au succès de l'expédition fut hautement appréciée à la fois par Maupertuis et par le roi Louis XV qui accorda à Celsius une pension annuelle de 1.000 livres. De plus, Maupertuis laissa à Celsius le petit quadrant ainsi que le fourgon utilisés durant l'expédition.

Retour à Uppsala

Après une absence de cinq ans Celsius retourna à Uppsala où l'attendait une foule de tâches urgentes, avant tout l'enseignement mais aussi la Société Royale qui s'était mise en sommeil pendant son absence, de même que la publication des « Acta literaria ». Par-dessus le marché, Celsius rêvait toujours d'un nouvel observatoire astronomique.

Olof Hjorter – qui épousa plus tard la sœur de Celsius, Sara Märtha – l'avait remplacé dans ses enseignements mais désormais, Celsius devait retrouver ses talents de conférencier. Durant les premières années il donna des cours facultatifs de mathématiques, essentiellement à base de trigonométrie sphérique. Plus tard il ajouta d'autres matières : l'astronomie, la géographie générale, la chronologie, la gnomonique (science des cadrans solaires) et l'art de la navigation.

Celsius présida le jury de bon nombre de thèses et, suivant l'usage de l'époque, il en était le premier auteur. L'une des thèses les plus intéressantes traitait les éclipses totales du Soleil du 12 mai 1706, du 3 mai 1815, du 22 mai 1724 et du 13 mai 1733 durant lesquelles la couronne solaire avait été observée. A vrai dire, il s'agissait seulement d'une description de ces phénomènes, mais néanmoins très détaillée. *[Toutes les thèses n'étaient certainement pas à caractère astronomique, certaines concernaient la chronologie ecclésiastique, les techniques de pêche dans les pays nordiques, la fabrication du charbon de bois, les aiguilles de compas, le nom des jours de la semaine chez les habitants de Svealand et Gotaland. (régions historiques de la Suède), la pluralité des mondes, le vortex cartésien, etc.]*

Certaines thèses d'astronomie étaient très modernes, ainsi celle d'Ericus Engman « De luna non habitabili », où il était affirmé que la Lune était inhabitable en raison de l'absence d'air et d'eau. D'autres décrivaient les lunes de Jupiter, la réfraction astronomique, la forme de la Terre (bien sûr !), les comètes et leur influence sur la Terre. Celsius croyait que les comètes pouvaient causer des inondations et des incendies. Il croyait aussi que certaines comètes pouvaient emporter la Lune.

De nombreuses thèses concernaient les constellations. Elles parlaient de la mythologie des constellations et aussi des étoiles dont la luminosité dépassait la magnitude 6,5. Ainsi il existait 70 de ces étoiles dans le Bélier. Les étoiles du catalogue Flamsteed ainsi que les observations de Ptolémée, Tycho Brahé et Hevelius étaient prises en compte et complétées par le catalogue Maraldi selon le manuscrit obtenu par Celsius. Pour chaque étoile était indiqués son numéro dans le catalogue correspondant, son nom ou sa désignation de Bayer, sa déclinaison et son ascension droite. Les observations de Celsius et Hjorter n'étaient pas non plus oubliées. Mais tout cela n'était qu'une préparation à la tâche la plus importante prévue par Celsius pour le nouvel observatoire, la compilation d'un catalogue stellaire détaillé. La méthode de détermination des magnitudes stellaires dans ce catalogue était peut-être le résultat le plus important. Elle était réalisée à l'aide du télescope d'un pied et de plaques de verre. D'après Celsius, en plaçant deux plaques de verre devant l'objectif du télescope, on réduisait la magnitude stellaire d'un point. La magnitude 12 était déterminée par l'étoile la plus faible encore visible au télescope. Sirius devenait invisible lorsque l'on plaçait 24 plaques de verre devant l'objectif. Les résultats obtenus par cette méthode différaient de ceux déterminés par Flamsteed ; par exemple 4^m de Flamsteed correspondait à 5^m de Celsius, 7^m devenait 10^m etc.

Construction de l'observatoire

Erik Benzelius et Erik Burman avaient déjà souhaité la création d'un observatoire à l'Université d'Uppsala et entrepris un travail préparatoire. Mais ce fut Celsius qui put faire aboutir le projet. A vrai dire, il avait construit dans sa maison une tour permettant d'observer les étoiles mais

cela ne pouvait convenir qu'à un amateur. Celsius disposait d'un quadrant de trois pieds et d'une lunette d'un pied achetés de ses propres deniers à l'étranger, ainsi que du petit quadrant donné par Maupertuis après l'expédition de Tornéå. D'un autre côté, il incitait le lycée de la ville suédoise de Linköping à acquérir un quadrant pour y stimuler les études d'astronomie.

Ayant appris que l'Académie avait vendu une propriété pour la somme de 18.000 thalers au printemps de 1738, Celsius lui adressa une lettre affirmant que dès 1723 le Riksdag (Parlement suédois) avait exprimé la volonté de transformer en observatoire une partie incendiée du château d'Uppsala. Malheureusement aucun moyen financier n'avait été alloué à cet effet et la résolution que Celsius rappelait était restée lettre morte. Le Conseil de l'Université discuta de la lettre de Celsius et décida d'attribuer à ce dernier 9.000 thalers, à condition qu'il trouve la somme manquante et s'engage à ne plus jamais réclamer de fonds pour l'observatoire. Cette décision ne tint pas longtemps car dès que la maison du professeur Reftelius, fut mise en vente, le Conseil accorda à Celsius une rallonge de 8.000 thalers en plus de la somme précédemment allouée ! Celsius s'adressa alors au Surintendant de la Cour, Carl Hårleman, pour lui demander de faire réaliser un projet de transformation de la maison de Reftelius en observatoire. Dès le 12 avril 1739 il signa un contrat avec l'entrepreneur en bâtiment Körner.

Celsius s'employa très énergiquement à trouver une aide financière et à promouvoir la nécessité de créer un observatoire. Il publia une brochure intitulée « De l'utilité de l'observatoire suédois » où il exposa les quatre missions importantes de cet observatoire. D'abord il fit valoir l'importance de l'art de la navigation pour la Suède en tant que puissance maritime, un art dépendant de l'astronomie. La seconde mission de l'observatoire serait de participer à la cartographie précise du pays qui avait été décidée par le Riksdag dès 1734. Troisièmement, il souligna l'amélioration pour l'Etat qu'apporterait l'observatoire au service de l'heure de même que la réforme du calendrier, puisque de nombreux pays avaient adopté le calendrier grégorien. Quatrièmement, il exprimait sa conviction que l'observatoire serait utile à

l'éducation de la nation, sans parler des observations météorologiques qu'il fournirait.

Entre-temps Celsius s'était procuré un secteur de 12 pieds avec un télescope convenable et une horloge à balancier Graham. Durant l'été 1742 un télescope de 42 (?) pieds arriva et au début de l'année suivante, le fabricant d'instruments de mesure Daniel Ekström fit don d'un télescope des transits de 5 pieds muni d'un micromètre et d'un niveau précis. Celsius avait déjà commencé à emménager dans le nouvel observatoire pendant l'été 1741. Le livre de comptes montrait que pour la construction de l'observatoire Celsius avait dépensé 31.007 thalers et 28 öre d'argent public, auxquels il avait ajouté sur ses propres fonds 2.551 thalers et 19 öre (en 1748 cette somme fut reversée à la mère et la sœur de Celsius).

Bien que cet observatoire constituât un grand pas dans le développement de l'astronomie suédoise, l'immeuble qui l'abritait ne se prêtait guère aux observations car il était situé sur la bruyante rue Svartbäck et il était privé de vue sur le sud que lui masquaient le château, la cathédrale et les bâtiments de l'université. Six ans après la mort de Celsius, son fidèle compagnon Hjorter se plaignait encore de ne pas avoir eu la possibilité d'observer la comète de Wargentin à cause de ces bâtiments (en réalité il s'agissait de la comète Swift-Tuttle).

[La Société Royale

Avant son périple, Celsius s'était consacré au fonctionnement de la Société Royale en qualité de secrétaire de l'institution. Il cherchait des moyens pour faire rétribuer les fonctions de secrétaire et pour publier les Actes de la Société. Il avait même différé son départ afin de publier les « Acta literaria » de 1729. Lors de la dernière réunion, il avait annoncé qu'il n'était plus en mesure d'assumer sa charge de secrétaire et recommandé le professeur Klingenstierna pour ce poste. Malheureusement ce dernier n'avait ni l'intérêt ni l'énergie nécessaires pour s'engager dans les activités de la Société : en 1732 il n'y eut qu'une seule réunion, en 1733 cinq et par la suite aucune n'eut lieu et la revue « Acta literaria » ne fut pas publiée.

A son retour Celsius n'eut pas d'autre choix que de ranimer la Société. Il écrivit à Benzélius que la publication des Acta serait retardée cette fois car aucun article n'avait été soumis. La charge de travail de Celsius diminua un peu dès que Olof Hjorter commença à travailler comme assistant à la Société.

Lors de l'assemblée de 1738, Celsius avait proposé de s'adresser au président d'honneur de la Société, le comte Gustaf Bonde, pour lui demander de convoquer une réunion afin de discuter des activités futures et du développement de la Société. Le comte Bonde invita les membres de la Société dans sa maison où, durant deux jours pleins, l'on discuta des moyens de ranimer les activités de la Société. Parmi les nombreux autres problèmes à traiter, le capitaine Triewald suggéra de publier désormais les Acta en suédois (jusqu'alors la revue était publiée en latin) en arguant que la Royal Society d'Angleterre publiait ses rapports en anglais. L'évêque Benzélius objecta en faisant remarquer que la langue suédoise était moins largement connue que l'anglais. Là-dessus Triewald avança une autre proposition : celle de laisser les Acta en latin mais de fonder en parallèle une revue suédoise. Bien que la Société n'eût pas rejeté cette proposition, la revue en langue suédoise ne vit pas le jour et bientôt fut fondée l'Académie des Sciences suédoise qui commença à publier ses propres bulletins.

La proposition de Triewald conservait cependant de l'intérêt car Celsius la reprit en 1741 en suggérant de suivre l'exemple des Danois et de publier la revue en suédois. Cette proposition fut acceptée et l'oncle de Celsius, Olof Celsius, en devint le rédacteur en chef. Malheureusement, la revue ne fut publiée qu'en 1742.

Lors de la réunion chez le comte Bonde, Triewald avait également proposé que les membres habitant Stockholm y fondent une filiale de la Société. Cette proposition fut acceptée et Triewald, Linné, von Höpken, Bielke, Alströmer et Cederhielm se réunirent le 2 juin 1739 pour fonder l'Académie des Sciences suédoise.]

La réforme du calendrier

Au retour de son périple, Celsius était plein d'énergie et en plus de ses autres obligations, il commença à s'occuper de la réforme du calendrier.

Jusqu'alors il s'était tenu éloigné du calendrier grégorien et son projet ne concernait que le calcul de la date de la foire du *disting*. Il convient d'expliquer ici la nature de ces foires et leur signification pour les Suédois. Pour cela, il faut remonter à la mythologie scandinave. Les *disas* étaient un groupe d'esprits féminins ou même de déesses chargées de nombreuses fonctions. Par exemple, l'une d'elles était de conduire les héros au Walhalla et de prendre soin de leur famille. Au Moyen Age le *disting* était une assemblée qui se tenait à Uppsala au début de février et comme beaucoup de gens s'y retrouvaient, il était normal d'organiser une foire à cette occasion. Cette assemblée était étroitement liée à un rituel de sacrifice aux *disas*, ou *disablot* (*blot* signifiant sacrifice en suédois). Cette coutume se perpétue encore de nos jours.

Le calcul de la date du *disting* était donc très important car dans des temps reculés le *disting* avait lieu à la fin de février ou au début de mars. Le religieux et écrivain érudit suédois Olaus Magnus (1490-1557) introduisit une règle selon laquelle la première nouvelle lune entre le 6 janvier et le 7 (février ?) après minuit marquait le début du mois de *disting*, tandis que le *disting* lui-même devait avoir lieu à la pleine lune suivante. A l'époque du paganisme, l'année commençait au solstice d'hiver, moment où était célébré *Yule* (le Noël suédois) et le mois de *Yule* débutait à la pleine lune la plus proche du solstice d'hiver. Le mois suivant était le mois du *disting*.

Mais l'adoption de la religion chrétienne amena à déplacer *Yule* au 25 décembre et le mois de *Yule* commençait avec la lunaison où la pleine lune se produisait le 25 décembre ou après. Mais si la pleine lune se trouvait être le 24 décembre avant le coucher du soleil, alors le mois de Noël commençait à la lunaison suivante. Cette règle fut introduite par le grand-père de Celsius, Magnus Celsius, mais ne fut pas acceptée par tous les compilateurs de calendriers. Ainsi, en 1730 où la pleine lune se produisit durant la nuit de Noël, le début du *disting* fut fixé en février dans les calendriers de Burman et de Celsius, alors qu'il le fut en janvier dans le calendrier de Birger Vassenius.

Afin d'éviter cette confusion, Celsius recommanda de retourner à l'ancienne règle, selon laquelle le jour de l'Épiphanie marquait le début du

mois de Noël, que la lune soit croissante ou non. Le Consistoire examina cette proposition et décida de ne pas la rejeter sans pour autant l'accepter, car elle désorganiserait toutes les fêtes chrétiennes mobiles. Celsius répondit à ce jugement par un « mémorandum » où il recommandait de calculer les fêtes mobiles au moyen de l'astronomie, comme cela se faisait en Allemagne et au Danemark. Le Consistoire voulut classer cette proposition avec la précédente. Cependant, Celsius put faire jouer sa relation avec l'évêque Benzélius pour gagner le soutien du clergé et le 30 janvier 1739, le roi Frédéric 1^{er} ordonna que les dates du *disting* et de Pâques soient calculées selon la règle de Celsius. Or cette réforme introduisait un vrai désordre dans le calcul du calendrier. L'un de ses résultats imprévus fut que Pâques se retrouvait trop proche de Noël. La confusion fut si grande que le roi chargea Klingerstierna et Celsius de trouver une solution à cet état de choses.

Au lieu d'adopter le calendrier grégorien, ces deux professeurs recommandèrent d'envisager deux nouvelles modifications du calendrier. La première, fondée sur le calendrier julien, aurait rendu mobiles toutes les fêtes chrétiennes et la seconde présentait un nouveau calendrier où janvier aurait commencé au solstice d'hiver et février au moment où le Soleil entrait dans le signe du Verseau. Il n'y aurait pas eu d'année bissextile et le nombre de jours de l'année aurait été calculé au moyen de l'astronomie. En fait, Celsius était derrière ces deux réformes et c'est seulement après sa mort que Klingenstierna se déclara partisan de Wargentin en acceptant le calendrier grégorien.

L'histoire du thermomètre

[La mise au point du thermomètre moderne est le résultat de longs efforts pour surmonter de nombreux obstacles. D'abord, quelle sorte de liquide utiliser ? On pense que Huygens a été le premier à suggérer l'utilisation du point d'ébullition de l'eau comme l'un des points de référence, alors que personne ne savait qu'il dépendait de la pression atmosphérique. Newton avait franchi un grand pas en recommandant d'abord l'utilisation de l'huile de lin, puis celle du mercure et son thermomètre comportait deux points de référence : l'un était le point de solidification de l'eau et l'autre la température

du corps humain. Sa graduation comptait 12 degrés. Dans ce cas l'eau aurait atteint l'ébullition à 34 degrés.]

Le premier à construire un thermomètre entièrement scientifique fut le physicien allemand Daniel Gabriel Fahrenheit en 1724. Il utilisa d'abord de l'alcool, puis il choisit le mercure. L'important est qu'il décida de prendre comme points de référence à la fois le point de solidification de l'eau et son point d'ébullition, tout en sachant que ce dernier dépendait de la pression atmosphérique. Lors d'un séjour à Amsterdam, Fahrenheit se lia d'amitié avec Carl Linné. C'est ainsi que Carl Linné se familiarisa avec le problème du thermomètre.

[Au cours du XVIIIe siècle furent présentées des échelles de température nombreuses et variées. Le premier à saisir l'intérêt de l'échelle centigrade fut Renaldini de Padoue en 1694. Johan Backman de Stockholm avait également fabriqué un thermomètre à échelle centigrade en 1716. Delisle, lui aussi, élaborait en 1724 un thermomètre dont le point zéro était le point d'ébullition de l'eau. Mais il modifia son échelle de sorte que le point zéro soit le point d'ébullition de l'eau et le point de solidification se situe à 150 degrés.]

En 1730 Réaumur commença la construction d'un thermomètre dont le point de solidification de l'eau constituait le point zéro et le point d'ébullition se situait à 80 degrés. Une raison de physique motivait ce choix : dans son thermomètre un changement d'un degré de la température du liquide induisait un changement de volume du liquide de 1/1000.]

Durant son périple à l'étranger, Celsius avait fait la connaissance de nombreux savants naturalistes préoccupés par le problème de la construction d'un thermomètre rationnel. Parmi eux Le Monnier et Delisle étaient peut-être les plus compétents. Il est possible que sa correspondance avec eux ait éveillé l'intérêt de Celsius pour la question. Il commença à expérimenter différents thermomètres, en examinant en particulier la dépendance du point d'ébullition de l'eau par rapport à la pression atmosphérique. En juillet 1742 il présenta à l'Académie des Sciences un rapport sur ses travaux avec un nouveau thermomètre et l'ouvrage fut publié la même année. Dans ce rapport il préconisait d'établir deux points de référence dans l'échelle de température : 0 degré pour le point d'ébullition de

l'eau (à 751,2 mm de Hg) et 100 degrés pour le point de solidification de l'eau.

Dans le journal d'observation d'Olof Hjorter se trouve une entrée où il est dit qu'en 1747 Ekström présenta un thermomètre centigrade où les points de repère étaient les mêmes que ceux que nous utilisons aujourd'hui. Dans une autre entrée de ce journal il est rapporté que la même année on commença à utiliser le thermomètre de Strömer qui était de construction analogue à celui d'Ekström. Ceci laisse à penser que quelqu'un d'autre à Uppsala s'occupait de la construction de thermomètres. En fait, cet homme n'était autre que Carl Linné ! Dans son livre publié en 1737 à Amsterdam figurait sur la première page un angelot tenant un thermomètre de 100 degrés où le point zéro correspondait apparemment au seuil de solidification de l'eau. De plus l'échelle descendait vers les températures négatives jusqu'à - 100 degrés. Nous savons que Linné avait fait la connaissance de Fahrenheit et ceci avait évidemment marqué le début de son intérêt pour les thermomètres. Lorsque Linné revint à Uppsala, le maître artisan d'instruments de physique Ekström rentrait d'Angleterre où il était aller perfectionner son savoir-faire. Linné lui commanda un thermomètre centigrade où le point zéro était le point de solidification de l'eau. Le premier thermomètre de ce type fut brisé lors de son transport de Stockholm à Uppsala. En artisan consciencieux et scrupuleux, Ekström en refit aussitôt un autre mais cela prit un certain temps. A la session du Conseil du 2 décembre 1745 (à cette date Celsius était déjà mort), Linné présenta le thermomètre et exigea pour cela une rémunération qui lui fut accordée. L'Observatoire commanda un thermomètre de ce type, qui fut plus tard utilisé sous le nom de thermomètre Ekström. Puis le directeur de l'observatoire en fit un pour son propre usage. C'est pourquoi il y a tant de noms pour le même instrument.

Le fait que Linné ait inversé l'échelle de température de Celsius est attesté dans les œuvres complètes d'Arago ainsi que dans l'*Encyclopedia Britannica*. Linné lui-même ne chercha pas à valoriser son action et depuis 1750 ce thermomètre est connu dans la littérature scientifique sous le nom de « thermomètre suédois ».

Mais pourquoi parlons-nous de nos jours du thermomètre Celsius et de son échelle ? L'une des raisons est apparemment l'ouvrage de chimie publié en 1818 (?) par Benzelius, où il affirmait que Celsius était le premier à avoir fourni un thermomètre moderne, divisé en cent parties égales. L'autorité de Benzelius était telle que personne ne contesta son affirmation pendant longtemps.

Les dernières années

A son retour d'expédition, Celsius traita de différents problèmes astronomiques, parmi lesquels il faudrait mentionner la description de nombreuses éclipses lunaires et solaires, la détermination de la longitude des villes d'Uppsala, Åbo (Turku), Linköping, Torneå et de quelques autres points, le calcul de la hauteur du pôle, etc. Celsius calcula les longitudes en observant les mêmes éclipses de différents points, comme Londres et Uppsala. Comme les éclipses lunaires n'étaient pas très fréquentes, Celsius utilisa ses observations des satellites de Jupiter. Il s'intéressait particulièrement au calcul des longitudes en mer mais l'observation sur un télescope à partir du pont instable d'un navire était impraticable (ce n'est qu'en 1736 que John Harrison fabriqua le premier chronomètre H1 adapté à la navigation).

Ces questions sont loin d'être les seuls problèmes scientifiques qu'ait eu à traiter Celsius car il embrassait les sujets les plus variés. Nous avons parlé de son calcul du coefficient d'expansion thermique du bois de sapin. Les résultats de cette recherche furent publiés en 1739. Des mesures très minutieuses montrèrent que ce coefficient était d'environ $1/6.000$. Si ce coefficient avait été pris en compte durant l'expédition Maupertuis, la Terre s'en serait trouvée plus aplatie, en fait très légèrement, car la base aurait été plus longue de 0,02%.

Outre ces sujets, Celsius discuta avec Hjorter de la déviation de l'aiguille de compas durant les aurores boréales. Ils expérimentèrent l'aiguille magnétique fabriquée par George Graham, en prenant soin qu'il n'y ait aucun objet métallique dans la pièce. Même les clefs dans leurs poches et les boucles métalliques de leurs souliers étaient bannies. Ils constatèrent que la

déviations de l'aiguille s'accroissait avec l'intensité des aurores boréales et ils en déduirent qu'elles étaient liées au champ magnétique de la terre. Leurs observations étaient d'une précision si admirable qu'ils purent identifier des déviations dans le champ magnétique de la Terre de l'ordre de quelques minutes d'arc. Ce travail n'était pas aisé car selon Hjorter, il (Celsius ? Hjorter ?) procéda à 6.638 observations de l'aiguille en 46 semaines. Et la plupart de ces observations eurent lieu dans une pièce glaciale à la lueur d'une bougie et à l'aide d'une loupe.

Celsius compara le pied suédois à d'autres unités de mesure similaires, étudia les terres émergées à la surface de la Terre, en particulier en Scandinavie où ces terres proviennent de la fonte d'énormes masses de glace depuis la dernière époque glaciaire, soit un mètre par siècle ! Il nomma ce phénomène « retrait de l'eau » (*vatnets förändring*) et l'expliqua par un rejet de vapeur ou par l'existence de cavités au fond de la mer. En 1744, l'année de sa mort, il écrivit un traité sur la différence de gravité en comparant la période d'oscillation d'un pendule à Londres et à Uppsala. Il expliqua cette différence par la théorie de Newton. En plus de son travail scientifique, il était membre du Conseil en tant que professeur de l'université. *[A cette époque tant le Riksdag que le Conseil étaient dominés par les membres du parti des Bonnets, fondé en 1737 pour faire contrepoids au parti des Chapeaux qui soutenaient une politique guerrière aventureuse. Au Conseil seuls portaient des chapeaux Anders Celsius, le professeur de théologie Olof Celsius, le professeur de poésie Beronius et le professeur Klingerstierna. Donc ils étaient en minorité mais comme il s'agissait de savants éminents, leur parole comptait, surtout quand Linné les rejoignit.]*

[En 1737 les étudiants de Småland désignèrent Celsius à une majorité écrasante comme inspecteur de leur confrérie provinciale. Ces confréries, nées au début du XVIIIe siècle, réunissaient les étudiants originaires du même comté. Il se trouvait que la confrérie de Jämtland-Medelpad avait déjà choisi Celsius comme inspecteur. Il en résultait une grande polémique à laquelle le Consistoire essaya de mettre un terme en prenant un décret interdisant à un professeur d'être inspecteur de plus d'une grande confrérie ou de deux petites dont la liste était spécifiée. De plus, il fut décidé que l'inspecteur de la

confrérie de Jämtland-Medelpad serait le professeur de logique Ullén, bien qu'il eût perdu les précédentes élections. Ceci ne fit pas fin à la polémique car Celsius remit une pétition en objection arguant que si la confrérie de Småland était passée dans la catégorie des grandes confréries, il fallait alors procéder à de nouvelles élections. La querelle continua jusqu'au moment où le parti des Bonnets perdit les élections et où le comte Gyllenborg fut nommé nouveau Chancelier en remplacement du comte Bonde. Même ce changement n'éteignit pas la querelle et même une lettre du roi resta sans effet. Finalement, après cinq ans de lutte, le Chancelier écrivit une lettre courroucée qui réinstalla Celsius au poste d'inspecteur de la confrérie de Jämtland-Medelpad.]

L'importance de Celsius au sein de l'université ne fait aucun doute car il fut élu deux fois « Rector Magnificus » et agit en promoteur de la faculté de philosophie. Cela signifie que 118 étudiants soutinrent leur mémoire de maîtrise sous son autorité. Ce chiffre est considéré comme un record de l'époque.

Celsius mourut prématurément de « phtisie galopante » à l'âge d'à peine 42 ans. Les conditions très rudes endurées pendant l'expédition avaient peut-être miné sa santé. Quand il apparut qu'il approchait de sa fin, son oncle Olof, doyen de la cathédrale, envoya son étudiant Baelter auprès de Celsius afin de le préparer à la mort. Comme il est d'usage en pareille circonstance, Baelter lui parla de la vie éternelle aux cieux, ce à quoi Celsius répondit : « Cher Maître, que me dites-vous là ? Je me trouve dans une situation où je ne tarderai pas à voir si ce conte est véridique ou pas. » Celsius fut inhumé à côté de son grand-père dans la vieille église d'Uppsala.

Un cratère de l'hémisphère sud de la Lune porte le nom de Celsius et l'Académie des Sciences suédoise attribue un prix très prestigieux, la médaille d'or Celsius, qui est décernée aux savants qui se sont distingués par leurs travaux en mathématiques et en physique.

Remerciements

Je suis très reconnaissant de leur aide au Professeur Emérite Mati Ereht et au chercheur associé Marju Lepajõe, tous deux de l'Université de Tartu.

Bibliographie

1. NORDENMARK, N.V.E., *Anders Celsius*, Lychnos, Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.B, Uppsala, 1936.
2. STEMPELS, H.C., "Anders Celsius' contributions to meridian arc measurements and the establishment of an astronomical observatory in Uppsala", *Baltic Astronomy*, 20, 2011, p. 179-205.
3. http://www.uu.se/digitalAssets/75/75997_scholarships-sholarshipbook.pdf
4. TOBE, E., 1986, Fransysk visit i Tornedalen 1736-1737, *Tornedalica*, Luleå.
5. OUTHIER, R., "Journal från en resa till Norden år 1736-1737", *Tornedalica*, Luleå, 1982.
6. MAUPERTUIS, P.L.M. de, "Jordens figure", traduction: Anders Celsius, *Tornedalica* nr 23, Kalix, 1977.
7. WENNSTRÖM, H.-F., Gradmätningar, lk 141-155. Ed. Thomas Lundén, „Kartan och verkligheten“, YMER, årgång 128, 2008.
8. WENNSTRÖM, H.-F., „P.L.M. de Maupertuis“, *Orbis Arctoi*, no. 4., 2009.
9. SIGURDSSON, J.V., REKDAL J.E. and BEUERMANN I., *Ideology and Power in the Viking and Middle Ages*, Eds. G. Steinsland, Brill, Leiden & Boston 2011.
10. BECKMANN, O., "Anders Celsius", Acta Universitatis Upsaliensis, *Skrifter rörande Uppsala universitetet. C. Ornagisation och historia*, 42 pp. Uppsala. ISBN 91-554-5661-8.
11. BECKMANN, O., <http://www.astro.uu.se/history/celsius.pdf>
12. Marsden, B., „The next return of the comet of the Perseid meteors“, *Astronomical Journal*, vol. 78, 1973, p. 654-662.

