

Aux aurores de la chronobiologie

par André Klarsfeld
Professeur ESPCI ParisTech
Laboratoire de Neurobiologie (ESPCI/CNRS UMR 7637)
Equipe "Gènes Circuits Rythmes Neuropathologie"

"Jean-Jacques d'Ortous, Écuyer, sieur de Mairan" (1678-1771), alors membre de l'Académie Royale des Sciences avec rang de "Pensionnaire-géomètre", n'a pas présenté lui-même son "*Observation botanique*" de 1729 à la dite Académie¹. Est-ce à dire qu'il se désintéressait de sa propre découverte ? Non, sans doute, car cette pratique académique a toujours été très courante, surtout à des époques où les voyages étaient longs et difficiles. La communication a d'ailleurs été jugée digne de figurer dans son éloge funèbre², fût-ce en passant (j'y reviendrai), parmi ses contributions de "Physique expérimentale et d'Histoire Naturelle". Ce qui est beaucoup moins courant, c'est que cette découverte, qui date de bientôt trois siècles, est encore mentionnée dans des textes scientifiques, y compris des articles spécialisés. La plupart des spécialistes la voient même comme la toute première véritable publication, sinon la publication fondatrice, de leur domaine, qui s'est pourtant constitué bien plus tard : la chronobiologie³. J'imagine que M. de Mairan serait fort surpris du succès posthume qu'a connu ce travail d'apparence somme toute modeste.

Dans les quelques pages qui suivent, je vais suivre pas à pas le texte de l'"*Observation botanique*", en essayant d'explicitier les notions et problématiques modernes qui le sous-tendent, ainsi que quelques-unes des expériences ultérieures qui ont permis de préciser ou de développer le travail de Mairan. J'essaierai aussi, beaucoup plus brièvement, de restituer le contexte dans lequel il s'inscrit, eu égard notamment aux principaux sujets de réflexion de l'auteur, tels qu'ils apparaissent dans son éloge funèbre, et dans la partie la plus facilement accessible de sa volumineuse correspondance avec le monde savant de son temps.

1. Le présentateur est vraisemblablement Jean Marchant (~1650-1738), l'académicien qui a lu les descriptions de trois plantes mentionnées à la page suivante.

2. Prononcé par Jean-Paul Grandjean de Fouchy, successeur de M. de Mairan au poste de Secrétaire perpétuel (Hist. de l'Acad. Royale des Sciences, 1771, 89-104 ; cf p.100). Les citations non référencées, autres que celles du texte analysé, sont toutes tirées de cet éloge.

3. Dans la base de donnée bibliographiques *PubMed*, la première référence qui inclut le mot "chronobiology", pour décrire ce champ scientifique, remonte à 1967.



Figure 1 : *Jean-Jacques Dortous de Mairan (1678-1771) (portrait par Louis Tocque, 1696-1772, gravure par Pierre-Charles Ingouf, 1746-1800) (Dibner Library of the History of Science and Technology, Smithsonian Institute).*

On sait que la Sensitive est héliotrope, c'est-à-dire que les rameaux & les feuilles se dirigent toujours vers le côté d'où vient la plus grande lumière, & l'on sait de plus qu'à cette propriété qui lui est commune avec d'autres Plantes, elle en joint une qui lui est plus particulière...

Il est difficile de savoir sur quelle espèce végétale M. de Mairan a effectué ses observations, car il n'était pas en mesure de la nommer précisément, avant la première publication du *Système de la Nature* par le célèbre naturaliste suédois Carl von Linné (1707-1778), en 1735. Voici en tout cas la définition qu'en donnait alors le dictionnaire de l'Académie française, dans son édition de 1694 : "Espèce de plante, qu'on appelle ainsi, parce qu'elle semble avoir du sentiment, & s'éloigner de celui qui la veut toucher." Lorsque le botaniste d'origine genevoise Augustin-Pyramus de Candolle (1778-1841) décrira ses propres expériences, menées au jardin des Plantes de Paris au tout début du XIX^e siècle, il prendra soin d'identifier sa Sensitive selon la classification latine issue des travaux de Linné : elle porte le nom évocateur de *Mimosa pudica*...



Figure 2 : Mimosa pudica, ou Sensitive.

Cette propriété "plus particulière" décrite dans le texte de 1729, propriété lui valant son nom, c'est d'être

sensitive à l'égard du Soleil ou du jour, les feuilles & leurs pédicules se replient & se contractent vers le coucher du Soleil, de la même manière dont cela se fait quand on touche la Plante, ou qu'on l'agite.

En réalité, des mouvements quotidiens réguliers de cette sorte, à heures pratiquement fixes, sont assez répandus dans le monde végétal. Le début du second paragraphe le reconnaît, qui parle

d'autres Plantes, dont les feuilles ou les fleurs s'ouvrent le jour, & se ferment la nuit.

Candolle aura d'ailleurs l'heureuse idée de voir dans ces rythmes foliaires un "sommeil des plantes", ce qui captera l'attention du public savant, en suggérant un lien, plus justifié qu'il ne l'imaginait peut-être, avec les cycles quotidiens des animaux. Ce "sommeil" sera étudié par la suite sur de nombreuses espèces végétales, notamment par le botaniste et physiologiste allemand Wilhelm Pfeffer (1845-1920)⁴. Linné lui-même avait remarqué que les fleurs de différentes espèces s'ouvrent (puis se ferment) à des heures différentes de la journée, et pas nécessairement au lever (et au coucher) du soleil. Il en avait conçu une horloge florale : un parterre circulaire où les différentes espèces seraient disposées selon les moments de la journée où elles écartent leurs pétales, de manière à y lire directement l'heure.



Figure 3 : Une horloge florale (Blumen-Uhr), telle qu'imaginée (et décrite espèce par espèce⁵) par Linné en 1751.

4. La langue allemande parle pour les plantes de "Schlafbewegungen", littéralement "mouvements de sommeil", repris par l'anglais "sleep movements".

5. On trouvera sur Wikipédia {en} la description de Linné ([lien](#)).

@@@@@@@

Mais M. de Mairan a observé qu'il n'est point nécessaire pour ce phénomène qu'elle soit au Soleil ou au grand air, il est seulement un peu moins marqué lorsqu'on la tient toujours enfermée dans un lieu obscur, elle s'épanouit encore très sensiblement pendant le jour, & se replie ou se resserre régulièrement le soir pour toute la nuit. L'expérience a été faite sur la fin de l'été, & bien répétée.

Le scientifique moderne reconnaîtra l'importance de la reproductibilité de l'expérience, exigence qui n'allait pas forcément de soi à l'époque de Mairan. L'ordre d'exposition risque en revanche de le surprendre, car la conclusion de l'expérience précède sa description, qui reste assez elliptique ! Mais en une phrase tout est dit, ou presque : le rythme (mot qui n'est pas prononcé...) des feuilles persiste en absence de perception du jour et de la nuit. Cette persistance est LA marque de fabrique des rythmes que l'on qualifiera, à partir de 1960, de **circadiens**, du latin *circa diem* "environ un jour". On les opposera ainsi aux rythmes **nycthéméraux**, mot d'origine grecque cette fois, signifiant que ces rythmes-là ne sont observés qu'en présence d'une alternance nuit-jour – dont ils adoptent précisément **la période** de 24 heures – et cessent en même temps qu'elle. L'héliotropisme mentionné par Mairan en donne un exemple. Dans ce cas, il s'agit d'un effet direct de la lumière solaire, effet qui cesse bien sûr en obscurité constante.

C'est Candolle qui montrera le premier que la période des rythmes de "sommeil des plantes", lorsqu'elles sont coupées du jour extérieur, n'est que "circadienne", et non de 24 heures exactement. De plus, quand il éclairera sans interruption ses *Mimosa pudica*, plutôt que de les laisser tranquillement à une constante obscurité, il observera que leur rythme foliaire persiste aussi, mais avec une période plus courte d'une heure et demie à deux heures. Quant à Pfeffer, à qui l'on doit sans doute la somme la plus considérable sur le sujet⁶, il expérimentera sur de nombreuses espèces, confirmant sans l'ombre d'un doute que ces rythmes foliaires ne pouvaient être de simples reflets de la rotation terrestre : non seulement leur période n'était pas exactement de 24 heures, mais en plus elle était propre à chaque espèce.

6. 154 pages, intitulées sobrement *Contributions à la connaissance de la formation des mouvements foliaires*, parues en 1915 dans les *Mémoires de la section de mathématiques-physique de l'Académie Royale des Sciences de Saxe* (en allemand).

Mairan concède cependant que le rythme foliaire de sa Sensitive est un peu moins marqué quand il la place en obscurité, ou du moins pénombre, constante. Les chronobiologistes du XX^e siècle qualifieront ces conditions de DD, pour Dark-Dark, par opposition à des cycles de lumière-obscurité, LD, pour Light-Dark. Un rythme circadien persiste certes (par définition) en DD, mais il n'a généralement pas les mêmes caractéristiques qu'en LD. Son amplitude peut y être plus marquée qu'en DD, mais l'essentiel est ailleurs. Les variations cycliques de lumière déterminent en effet **la phase** du rythme biologique considéré. En d'autres termes, elles **synchronisent** le rythme, en lui imposant non seulement leur période⁷, mais aussi l'heure à laquelle il passera par ses valeurs extrêmes (de fermeture et d'ouverture maximales des feuilles, dans le cas des rythmes foliaires). C'est exactement ce que propose de faire Mairan dans le passage qui suit :

Il serait curieux d'éprouver [...] si on pourrait faire par art, par des fourneaux plus ou moins chauds, un jour & une nuit qu'elles sentissent; si l'on pourrait renverser par là l'ordre des phénomènes du vrai jour & de la vraie nuit.

Aux XX^e et XXI^e siècles, l'avènement de l'électricité permettra aux chronobiologistes d'imposer à leurs sujets d'expérience les cycles de lumière-obscurité ou de chaud-froid les plus variés, voire de combiner les deux types de cycles à leur guise. Ainsi a-t-on pu montrer que la plupart des organismes vivants, animaux comme végétaux, suivent le passage des saisons en se fiant à la longueur relative du jour⁸, ou de la nuit, au cours des cycles journaliers de 24h. La discussion de ces expériences nous entraînerait trop loin, mais elles ont des conséquences pratiques considérables, car elles permettent aux agriculteurs et éleveurs d'obtenir la floraison ou la reproduction d'une espèce presque en toute saison, simplement par exposition à des cycles jour-nuit artificiels qui imitent la saison favorable.

Si Mairan propose d'utiliser des cycles chaud-froid inversés, plutôt que jour-nuit inversés, c'est sans doute qu'il craint ne pas pouvoir maintenir un niveau d'éclairement artificiel suffisant pendant toute une nuit. La très grande sensibilité à la lumière des rythmes circadiens, qui ne sera pleinement démontrée qu'au

7. Donc de 24 heures précisément s'il s'agit d'une alternance jour-nuit naturelle, mais en laboratoire on peut "forcer" des oscillations de période différente, dans certaines limites dites "d'entraînement"... exactement comme pour des oscillateurs physiques.

8. Appelée photophase, ou photopériode, d'où le terme de photopériodisme pour décrire ce contrôle saisonnier de la physiologie par les changements de durée du jour.

début du XXI^e siècle, laisse penser qu'il était inutilement pessimiste, et que la lumière d'une seule bougie pouvait suffire.

Mais son pessimisme lui suggère l'idée intéressante que les variations nyctémérales de température pourraient, comme celle de lumière, synchroniser les rythmes circadiens. Sur ce point, il avait raison : bien que les voies d'action de la température restent beaucoup moins bien comprises que celle de la lumière, ces deux facteurs cycliques de l'environnement sont considérés comme les principaux "donneurs de temps"⁹ des rythmes circadiens. La sensibilité des rythmes circadiens à des cycles de température, même de faible amplitude, conduit d'ailleurs à la critique potentiellement la plus gênante pour Mairan, à savoir que sa *Sensitive*, aussi bien protégée du jour qu'elle fût, était peut-être exposée à des variations thermiques entre le jour et la nuit. Celles-ci auraient alors été responsables de la poursuite des rythmes foliaires¹⁰. À moins que l'épaisseur des murs du château seigneurial l'ait suffisamment climatisé... Il est surprenant que Mairan n'ait pas discuté ce point, alors même qu'il suggérait d'utiliser des cycles de température pour synchroniser les rythmes foliaires.

C'est entre autre pour répondre à cette objection que Henri-Louis Duhamel du Monceau (1700-1782) répètera, en 1758, les expériences de Mairan. Il ira donc jusqu'à installer ses plantes dans une profonde cave à vin, où la température est très stable et la lumière du soleil ne peut absolument pas pénétrer, ou encore dans de grandes malles de cuir enveloppées d'épaisses couvertures. Les plantes persévèreront dans leurs rythmes foliaires, bien qu'elles soient beaucoup plus efficacement coupées du jour extérieur.

@@@@@@

Qu'en est-il chez les organismes endothermes – oiseaux et mammifères, dits "à sang chaud" – dont la température centrale, contrairement à celle des plantes ou des autres animaux, est pratiquement indépendante de la température ambiante ? Indépendante, mais pas constante pour autant : notre température interne suit elle-même un rythme circadien¹¹, avec un minimum en milieu de nuit, et donc des valeurs un peu plus élevées le soir qu'au réveil, de

9. Le terme d'origine, en allemand, est *Zeitgeber*.

10. Des cycles de température d'une amplitude d'un ou deux degrés suffisent à synchroniser les rythmes circadiens de la plupart des espèces.

11. Considéré comme le premier décrit chez l'Homme. "*Cette malheureuse délicatesse d'un grand nombre de Malades, qui s'aperçoivent dans leurs Lits de la différence du jour & de la nuit*" pourrait suggérer l'influence, aujourd'hui reconnue, de rythmes **internes** sur le cours d'une maladie, mais ici Mairan parle seulement d'influences **externes** subtiles, qui ne seraient mises en évidence que par l'alitement des patients à l'écart de la lumière du jour, ou par leur sensibilité exacerbée à ces influences.

quelques dixièmes de degrés Celsius. Il se trouve que ces petites variations sont capables de synchroniser d'autres rythmes circadiens au sein de l'organisme ! Ce qui nous amène à un dernier concept de la chronobiologie, crucial mais totalement absent du texte pourtant si important de Mairan, celui **d'horloge circadienne**. Son article pose donc une très bonne question d'un point de vue expérimental. Il rapporte une observation correcte (au petit bémol près du contrôle de la température), qui semble répondre à la question posée. Mais elle restera une simple observation, tant que manquera le cadre conceptuel qui lui donne sa véritable signification. En d'autres termes, tant que ce ne sera pas vraiment la bonne question ou, si l'on préfère, qu'elle ne sera pas posée pour les bonnes raisons.

@@@@@@

La Sensitive sent donc le Soleil sans le voir en aucune manière.

Cette interprétation de l'étude de Mairan semble aller de soi. Elle est reprise dans son éloge funèbre, qui mentionne, au détour d'une longue liste de travaux, "son observation sur la Sensitive qui paroît sentir l'action du Soleil & du jour, lors même qu'elle n'y est pas exposée". Et c'est ainsi que de nombreux chercheurs continueront à raisonner pendant les deux siècles suivants, en s'obstinant à poursuivre un hypothétique "Facteur X", lié à la rotation terrestre, auquel seraient sensibles les organismes vivants même quand ils ne semblent "*voir (le Soleil) en aucune manière*". Les observations de MM. de Candolle et Pfeffer, évoquées ci-dessus, et de bien d'autres, ne montraient-elles pourtant pas que les rythmes étudiés étaient difficilement attribuables à "l'action du Soleil", puisqu'ils battaient une tout autre mesure ?

Sans entrer dans le détail de cette controverse, qui ne s'éteindra vraiment que dans les années 1970¹², suggérons un possible obstacle épistémologique à sa résolution : l'impossibilité d'imaginer un mécanisme biologique qui entretienne des rythmes aussi réguliers, et d'une période aussi longue (relativement aux processus biochimiques courants), pendant des jours, des semaines, voire des mois. Ce sera finalement la découverte de tels mécanismes, au cœur des cellules végétales, animales, ou même bactériennes, qui clôturera définitivement le débat. Ces mécanismes y font tourner de véritables horloges biologiques, qui rythment la vie des cellules, le fonctionnement des tissus et le comportement des

12. cf "La controverse des horloges biologiques", A. Klarsfeld, *La Recherche*, n° 351, 44-47 (2002) ([lien](#)).

organismes. Réparties dans tous les organes, elles sont à la fois douées d'une certaine autonomie, et inter-reliées les unes aux autres pour assurer une bonne orchestration générale de la physiologie, en harmonie avec les cycles jour-nuit. C'est de leur cacophonie que nous souffrons transitoirement, avec le syndrome du décalage horaire, ou *jet-lag*, lorsque nous franchissons rapidement plusieurs fuseaux horaires lors de voyages transmériidiens.

L'horloge circadienne chez les mammifères

On peut schématiser les mécanismes moléculaires de l'horloge circadienne, ou du moins une de leurs dimensions essentielles, sous forme d'une boucle de rétroaction négative. Elle repose sur une alternance entre activation et inhibition, celle-ci résultant de celle-là : en début de journée, un premier groupe de facteurs active l'expression d'un deuxième groupe, qui inhibe progressivement l'action du premier. En début de nuit, la concentration des facteurs négatifs va donc en diminuant, car leur expression n'est alors plus du tout activée. Les facteurs positifs sont ainsi de moins en moins inhibés, et un nouveau cycle peut débuter. Chez les mammifères, les facteurs positifs sont deux protéines : les facteurs de transcription CLOCK (abrégé en CLK) et BMAL1¹³. Les facteurs négatifs sont aussi deux protéines : PERIOD (abrégé en PER) et CRYPTOCHROME (abrégé en CRY).

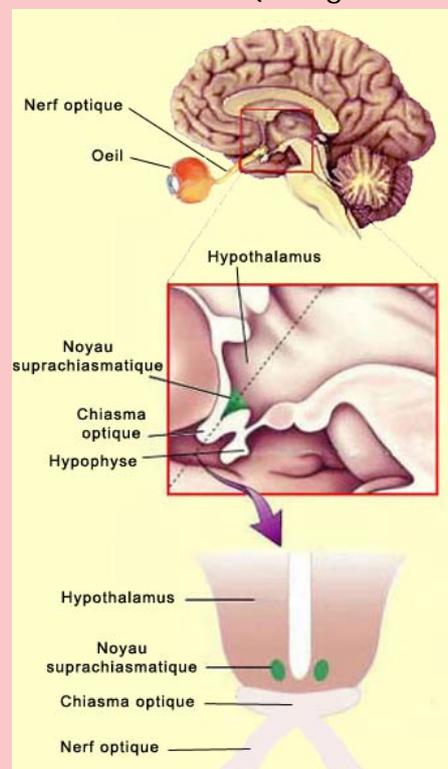


Figure 4 : Le noyau suprachiasmatique chez l'humain (image McGill University, Montreal). C'est là qu'est située l'horloge centrale des

13. Abréviation de "Brain and muscle Arnt-like protein-1".

mammifères. Cette structure d'environ 0,5 × 1 mm et 10 000 cellules, dans l'hypothalamus juste au-dessus du chiasma optique, synchronise les horloges dites "périphériques" localisées dans tous les organes. Toutes ces horloges utilisent pratiquement les mêmes rouages moléculaires.

@@@@@@

Mais les occupations ordinaires de M. Mairan ne lui ont pas permis de pousser les expériences jusque-là, & il se contente d'une simple invitation aux Botanistes & aux Physiciens, qui pourront eux-mêmes avoir d'autres choses à suivre. La marche de la véritable Physique, qui est l'Expérimentale, ne peut être que fort lente.

La chute de l'article est d'une sobriété étonnante, mais visionnaire¹⁴. Il faudra en effet attendre le milieu du XX^e siècle pour que l'"*Observation botanique*" de 1729 soit comprise comme indice d'un mécanisme biologique endogène de mesure du temps, et encore quelques décennies supplémentaires avant d'en identifier et d'en localiser les rouages. Quant à l'"*invitation aux Botanistes & aux Physiciens*", elle est également prémonitoire. Comme s'il voulait en fêter le bicentenaire, l'Institut pour l'étude des bases physiques de la médecine, à l'Université de Francfort, recrutera en 1928 deux jeunes botanistes allemands (Erwin Bünning et Kurt Stern), afin d'élucider la nature du fameux "Facteur X". Leurs expériences sont devenues des classiques. En résumé, elles démontrent une sensibilité des plantes, jusque-là inconnue, à la lumière rouge utilisée dans les laboratoires... pour justement, croyait-on à tort, éviter toute perturbation des rythmes ! De fait, la chronobiologie est aujourd'hui un domaine de recherche fondamentalement pluridisciplinaire, réunissant généticiens et biochimistes, botanistes et zoologistes, neurobiologistes, agronomes, physiciens, mathématiciens, psychologues, médecins...

@@@@@@

Pour finir, je voudrais évoquer aussi "*les occupations ordinaires*" de M. de Mairan (qui "*ne lui ont pas permis de pousser les expériences*" plus à fond sur la Sensitive), car leur nombre et leur variété me semblent en réalité peu ordinaires. Celui que Voltaire considérait déjà en 1736 comme l'un des cinq savants les plus

14. L'un des pionniers de la chronobiologie moderne, Colin Pittendrigh (1918-1996), se serait exclamé, lors d'un séminaire en février 1970 : "How right he was!" ("Combien il avait raison!"), cf *The Living Clocks*, R.R. Ward (1971). Cette lenteur échappe au grand public, d'une part parce que l'histoire des sciences est souvent présentée comme un progrès ininterrompu, où les découvertes succèdent aux découvertes, d'autre part parce que la rhétorique des médias ("L'immortalité est pour demain") et des décideurs politiques ("Gagner la guerre contre le cancer") est forcément court-termiste.

remarquables du XVIII^e siècle¹⁵ écrivit de très nombreux articles et traités. Certains eurent un grand retentissement, comme son *Traité physique et historique de l'aurore boréale*, sur lequel il travaillait justement à l'époque de son *Observation botanique*¹⁶. Il est l'un des premiers à voir dans ces impressionnantes débauches de couleurs un phénomène d'origine cosmique, lié aux tâches solaires, plutôt qu'atmosphérique. Auparavant, il est récompensé trois années de suite, de 1715 à 1717, par l'Académie Royale des Sciences de Bordeaux, pour ses dissertations "sur les variations du baromètre", "sur la glace" – cette dernière étant réimprimée à Paris en 1730 et 1749 – et "sur la cause de la lumière des phosphores et des noctiluques". L'Académie de Bordeaux le prie alors de ne plus concourir : "mais ce ne fut qu'en le mettant au nombre de ces mêmes Académiciens qui l'avoient déjà trois fois couronné. Cet honneur & la façon dont il lui fut déferé valaient bien une quatrième couronne."

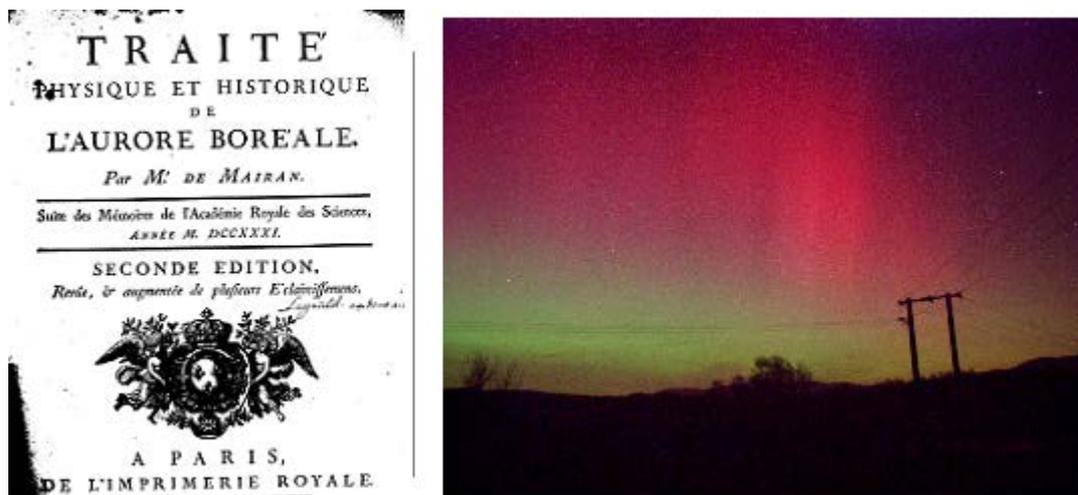


Figure 5 : (à g.) *Traité physique et historique de l'aurore boréale*, M. de Mairan, 1731 (ici 2^e édition revue & augmentée, 1754, Gallica) ; (à dr.) *Aurore boréale près de Belfort*, 20 novembre 2003 (WikiCommons, auteur Raymond Mercier).

Il envoie aussi chacune de ces mêmes années un mémoire distinct à l'Académie Royale des Sciences de Paris. Ajoutés aux trois « triomphes » bordelais, ils inspirent « à l'Académie (de Paris) le désir de se l'acquérir ». « L'occasion s'en présente en 1718, presque aussitôt après son arrivée à Paris », et il obtient « la place d'Associé-Géomètre (...), sans avoir auparavant passé par

15. Au point de le comparer très favorablement à M. de Fontenelle (1657-1757), auquel M. de Mairan succède d'ailleurs en 1740 comme Secrétaire perpétuel de l'Académie : "il me semble", écrit Voltaire en 1769, "que M. de Mairan possède en profondeur ce que M. de Fontenelle avait en superficie".

16. Car ce traité est paru initialement en 1731. Il a été réimprimé à Paris en 1754 avec de nombreux ajouts.

le grade d'Adjoint ; preuve bien évidente de l'estime que l'Académie avoit conçue pour lui¹⁷. » En 1743, c'est au tour de l'Académie française de l'accueillir.

Mairan a entretenu une correspondance importante, notamment avec Malebranche¹⁸ et d'autres illustres contemporains, dont Voltaire et Mme du Châtelet. L'une des études¹⁹ consacrées à ses échanges avec plusieurs savants genevois, sur plus d'un demi-siècle, y dénombre pas moins de 11 thèmes majeurs : forme de la Terre, aurores boréales, lumière et son, chaud et froid, *vis viva* (forces vives), électricité, machines animales, monstres, affinités chimiques, mathématiques, philosophie naturelle newtonienne. On peut en déceler quelques-uns dans son intérêt pour les mouvements foliaires : distinguer entre simple influence de la lumière solaire, et influence à distance d'une autre nature (pourquoi pas électrique : ce sera en tout cas l'hypothèse de travail initiale de Bünning et Stern, qui ne donnera rien) ; utiliser les variations de température pour mimer l'alternance du jour et de la nuit ; élucider les rouages des machines animales (même s'il s'agit ici de plantes, leurs mouvements sont ce qui les rapproche en apparence le plus des animaux) ; voire même rechercher d'autres effets du soleil, aussi méconnus mais plus quotidiens, que les aurores boréales. Celle qui semble l'avoir poussé à rédiger son *Traité physique et historique de l'aurore boréale* date justement d'octobre 1726. Elle fut « admirable, mais [...] pénétra d'un tel effroi une grande partie des habitants de ce Royaume » que l'Académie est chargée d'en « donner dès la St-Martin, une explication qui pût rassurer les esprits ». Bel exemple d'esprit des Lumières...



(septembre 2013)

17. "Il en reçut, peu de mois après, une nouvelle marque. M. Rolle, accablé d'années & d'infirmités, demanda sa retraite & l'obtint. M. de Mairan qui comptoit pour lors à peine sept mois de réception, fut préféré à tous ses rivaux, & choisi pour le remplacer le 8 Juillet 1718. L'Académie crut qu'une très grande capacité pouvoit bien compenser la brièveté du temps pendant lequel il avoit été à portée d'en faire usage."

18. Publiée pour la première fois en 1841, rééditée en 1947 (Librairie philosophique J. Vrin).

19. "Jean-Jacques Dortous de Mairan and the Geneva connection: scientific networking in the 18th century", Ellen McNiven Hine, Voltaire Foundation, Oxford (1996).