

<b>Zeitschrift:</b>	Archives des sciences [2004-ff.]
<b>Herausgeber:</b>	Société de Physique et d'histoire Naturelle de Genève
<b>Band:</b>	63 (2010)
<b>Heft:</b>	1-2
<b>Artikel:</b>	Jean Senebier : de l'astro-météorologie au prévisionnisme empirique en passant par la météorologie instrumentale
<b>Autor:</b>	Grenon, Michel
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-738471">https://doi.org/10.5169/seals-738471</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 31.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Jean Senebier: de l'astro-météorologie au prévisionnisme empirique en passant par la météorologie instrumentale

Michel GRENON\*

Ms reçu le 25 mai 2010, accepté le 29 octobre 2010

## Abstract

**Jean Senebier: from astrometeorology to empirical forecasts through instrumental observations.** – Evolving in a society much inclined towards natural sciences, addicted to the collation gathering of meteorological time series, Senebier was very conscious of the interest of reliable forecasts for the farmer, traveller, merchant and even the epicurean. He showed an early interest to meteorology in the footsteps of Saussure and Deluc. Elected by the Société des Arts of Geneva, he served as an observer, from 1782 to 1789, in the frame of the international campaign coordinated by the Palatine Academy of Sciences in Mannheim. Deeply disappointed by the lack of reliability of forecasts based on instrumental data alone, using barometers, thermometers, hygrometers, etc, he moved aside from the official metrology, considered as an inefficient luxury. He became involved in an empirical approach, merging observations of natural phenomena by eye and with instruments, with traditional clues from farmers and boatmen. Convinced of the influence of the Sun and Moon on the wind system and of the possibility of deterministic weather prediction, he built up a curious astro-meteorological almanac, published in 1784 and 1785, which appeared to be in open conflict with observed weather patterns. His ultimate work, the « Météorologie pratique » issued in 1810, is a mixture of meteorological, climatic and phenological observations, partly based on his own work, but mostly taken from Antiquity litterature or compiled from foreign contemporary authors. The pronostics turned out to be poorly adapted to the Geneva area. His natural phenological calendar resulted to be, conceptually and practically, unapplicable to plan farming activities.

**Keywords:** Senebier, meteorological forecasts, almanac, hygrometry, meteorological series, phenological calendar

## Résumé

Évoluant dans un milieu adonné à la collation de mesures météorologiques et conscient de l'utilité d'une prévision fiable pour l'agriculteur, le négociant, le voyageur, Senebier entrevoyait très tôt la possibilité de se faire un nom en météorologie, sur les traces de Saussure et Deluc. Sur proposition de la Société des Arts, il contribue, de 1782 à 1789, à la campagne internationale de mesures météorologiques, initiée et coordonnée par l'Académie palatine des Sciences de Mannheim. Profondément déçu par le manque de fiabilité des pronostics basés sur les seules variations des instruments de mesure – baromètre, thermomètre, hygromètre, etc. – il se distancie de l'approche météorologique officielle, qu'il considérera comme un luxe inutile, pour se tourner vers des méthodes empiriques, alliant les observations des phénomènes naturels aux indices des agriculteurs, bateliers etc, tout en tentant de les interpréter au moyen de données instrumentales. Convaincu de l'influence du Soleil et de la Lune sur les vents et de la possibilité de pronostics déterministes, il publie un curieux almanach astro-météorologique en 1784 et 1785, qui se révèle incompatible avec les situations observées. Sa « Météorologie pratique », de 1810, est un mélange d'observations météorologiques, climatiques et phénologiques, en partie personnelles, et en majorité empruntées à la tradition antique ou compilées chez des auteurs étrangers contemporains. De ce fait, ses pronostics sont mal adaptés à la région de Genève. Son calendrier phénologique se révèle inutilisable pour planifier les activités agricoles.

**Mots-clefs:** Senebier, pronostics météorologiques, almanach, hygrométrie, séries météorologiques, calendrier phénologique

\* Observatoire de l'Université de Genève, CH-1290 Sauverny. Michel.Grenon@unige.ch

## ■ Avant-propos

De nombreuses études ont été consacrées à la vie et à l'œuvre de Jean Senebier par des chercheurs de divers horizons. Les travaux relatifs à la météorologie, aux effets des astres sur le temps, aux pronostics du temps et aux relations entre le climat et le développement des plantes, ont été soigneusement recensés, notamment par Huta (1997), sans toutefois avoir fait l'objet d'une évaluation quant à la pertinence des problématiques, concepts et résultats publiés. Les champs susmentionnés paraissent situés en marge du domaine de compétence de Senebier, surtout pour les aspects physiques et mathématiques. Leur approche implique une extrapolation de son savoir et donc un questionnement permanent, ainsi que le recours à des sources bibliographiques multiples. La question se pose alors de l'originalité du travail et de la part des emprunts à des auteurs contemporains ou anciens, le plus souvent non cités.

Il a paru nécessaire de situer l'œuvre météorologique de Senebier dans le cadre scientifique de son temps, en particulier à Genève, avec le début des recherches en astronomie, chronométrie et climatologie dès 1773, et le développement de l'agronomie, sous l'impulsion de la Société des Arts. Un traitement extensif du sujet n'entre pas dans le cadre de cet article; ce qui est proposé ici est une enquête suffisamment détaillée pour expliquer les limites, les succès et les échecs de Senebier en matière de météorologie. Le point de vue présenté est celui d'un astrophysicien naturaliste, ayant quelques compétences en météorologie, climatologie et végétation régionales, et non celui d'un historien des sciences.

## ■ 1. Le contexte historique aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles

A l'issue de la guerre de 30 ans, l'Europe était dévastée, les champs ravagés ou abandonnés; il fallait reconstruire l'agriculture au plus vite et augmenter les rendements par la sélection des meilleures espèces et l'amélioration des techniques pour faire face aux besoins des populations, dont l'état sanitaire s'était fortement dégradé. La nécessité de connaissances météorologiques et climatiques fiables, pour l'économie comme pour la santé publique, était largement reconnue à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle. Elles devaient être fondées sur des mesures instrumentales, en de nombreux sites, cela pour remplacer les dictions et proverbes populaires, formulés sans base scientifique et colportés en des régions situées hors de leur domaine de validité. On cherchait en outre à

identifier les facteurs météorologiques responsables de l'occurrence de maladies endémiques et de la propagation des épidémies, tant pour les hommes que pour le bétail. Les premiers efforts concertés pour collecter des observations météorologiques l'ont été au niveau des Etats, par le biais des sociétés savantes:

- Accademia del Cimento, fondée par les Médicis à Florence, active entre 1654 et 1667;
- Royal Society à Londres, qui collecte des observations individuelles entre 1724 et 1735, d'utilité limitée par la qualité disparate des instruments et l'absence de protocoles d'observation uniformes.

Un renouveau d'intérêt pour une météorologie exacte, perçue comme essentielle pour l'économie des états commerçants, est consécutif aux dégâts de la Guerre de sept ans (1756-1763) et à la baisse des rendements agricoles, due aussi à une décennie d'été froids et humides à partir de 1763, selon Leroy-Ladurie (1967) et Cassidy (1985).

En France, le premier réseau d'observateurs – médecins et vétérinaires – a été créé en 1774 par Turgot, contrôleur Général des Finances, en vue de l'acquisition de données médico-météorologiques. L'avènement d'une météorologie de précision passe par la production d'instruments de mesure bien calibrés. Pour les thermomètres, ce sera l'œuvre de Cavendish en Angleterre en 1776 et de Lavoisier en France en 1777. Dès 1776, le Père Cotte compile des données météorologiques, médico- et botanico-météorologiques pour le compte de la Société Royale de Médecine de Paris, et cela jusqu'à la suppression de la Société par la Convention en 1793. Son réseau est composé d'amateurs, pour la plupart peu familiarisés avec l'instrumentation et utilisant des instruments disparates, malgré ses encouragements répétés à n'utiliser que les instruments calibrés de Paris. En 1783, il se plaint que

- La majorité emploie des instruments défectueux, vendus par des colporteurs de baromètres. Il n'est pas possible d'établir des comparaisons entre observations faites avec des instruments aussi disparates.

De leur côté, les météorologistes tels van Swinden aux Pays-Bas, Lambert en Allemagne, Toaldo à Pavie et Lavoisier à Paris s'accordent sur le besoin d'observations coordonnées. Elles commenceront en 1778 avec Lavoisier, qui met en place un réseau équipé de baromètres finement étalonnés, réseau qu'il souhaite étendre à l'ensemble du Royaume de France, puis au reste de l'Europe l'année suivante.

## ■ 2. Les observations météorologiques à Genève

### 2.1 Les précurseurs: Lubières et G.-A. Deluc

En Suisse, l'intérêt de constituer des séries d'observations s'est concrétisé dès le milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle: les mesures débutent à Bâle en 1755, à Berne en 1760, sous l'égide de la Société économique, et la même année à Genève par le baron de Lubières, puis dès 1768 par Guillaume-Antoine Deluc.

Charles Benjamin de Lubières, fils de François de Langes de Montmirail de Lubières, habitait en été au Petit-Saconnex, près de Genève, et passait l'hiver à la rue Beauregard, en ville de Genève. Son journal météorologique commence le 1<sup>er</sup> janvier 1760, sans précisions quant au but poursuivi. Sa structure est d'une double page par mois avec, à droite, le quantième, la température à 7h du matin et parfois celle du soir, la pression atmosphérique en pouces décimaux<sup>1</sup> et le secteur du vent, puis, en remarque, l'état du ciel et la quantité de précipitations, en lignes<sup>2</sup>. La page de gauche contient des informations sur l'avancement de la végétation, l'état des cultures, les phénomènes particuliers comme les aurores, à Genève et en Europe.

Dès les années 1770, Lubières calcule la somme mensuelle des précipitations et compare ses valeurs avec celles de l'abbé Cotte à Montmorency (F). A partir d'avril 1773, Lubières complète ses mesures par celle de l'humidité relative, mesurée à midi. Dès septembre 1775, il notera les phases de la lune, les dates des apogées et périodes, et résumera les conditions du temps pour chaque intervalle entre phases lunaires, cela suite à la lecture du traité de Toaldo (1770), cf. Fig. 1. A partir de 1776, les température, hygrométrie et état du ciel seront consignés deux fois par jour, presque sans interruption jusqu'en 1789.

Son programme est très proche de celui qui sera proposé 15 ans plus tard par l'Académie Palatine. La motivation de Lubières paraît être d'évaluer l'impact des températures, vents, gels, pluies et sécheresses sur l'avancement de la végétation et les rendements agricoles. Les données accumulées seront léguées à l'Observatoire de Genève en 1911, sans avoir été éditées.

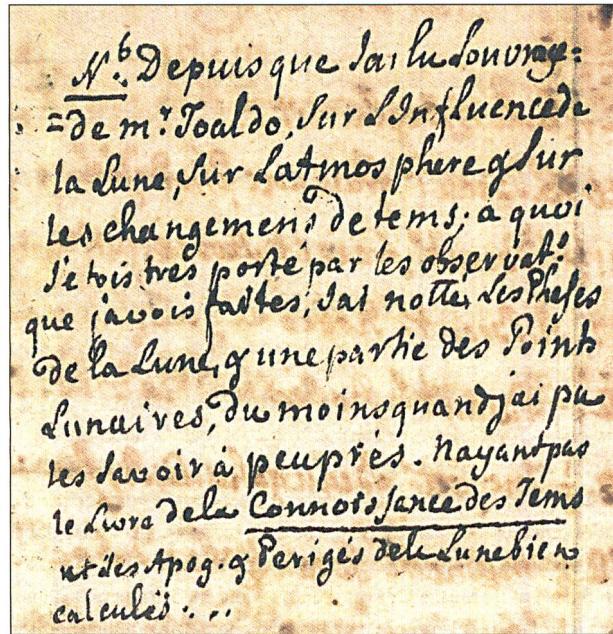


Fig. 1. Note de Lubières, de septembre 1775, attestant son adhésion aux idées de Toaldo quant à l'influence de la Lune sur l'atmosphère et les changements de temps (Manuscrit de Lubières, Vol. 2: années 1770-1776, Bibl. Observatoire de Genève).

Guillaume-Antoine Deluc bénéficie de l'expérience de Micheli pour la thermométrie et de celle de son frère Jean-André pour la barométrie et l'hygrométrie. Il commencera ses observations au début 1768, avec un programme soigneusement défini: à 7h du matin, il mesure la température au demi degré Réaumur<sup>3</sup> près, la pression barométrique en pouces et lignes du Roy, à une demi-ligne près, observe l'aire du vent au huitième de cercle près et note l'état du ciel et des précipitations. Pour Deluc, l'acquisition d'une série de données sans lacunes paraît suffisamment importante pour qu'il prenne l'engagement suivant:

■ Et pour que ce Journal ne soit pas interrompu, je me propose, chaque fois que je serai dans le cas de m'absenter, de charger quelqu'un de suivre, aux mêmes observations, & je les écrirai à mon retour.

Comme la plupart des observateurs de son temps, il consigne avec grand soin les événements susceptibles d'être causés par des facteurs météorologiques (cf. Fig. 2):

■ Et j'ai réservé la cinquième [colonne] pour les principaux événements qui arriveront en Europe, et surtout à Genève; avec les maladies qui pourraient régner dans cette ville et ses environs; le degré de fertilité, le prix des denrées &c<sup>a</sup>.

Les données accumulées par Deluc, de 1768 à 1800, seront analysées par A. Gautier (1842). Celui-ci a montré qu'en raison de la localisation du baromètre

<sup>1</sup> Un pouce du Roy équivaut à 2.707 cm.

<sup>2</sup> Une ligne vaut 1/12 de pouce, soit 2.256 mm.

<sup>3</sup> Dans l'échelle de Réaumur, le degré 0°R est fixé au point de congélation de l'eau, le degré 80°R au point d'ébullition. Un degré Réaumur vaut donc 1.25°C.

pleine Lune le 2 <sup>e</sup> .		May . 1768 .			nouvelle Lune le 16 <sup>e</sup> . fol. lune le 31 <sup>e</sup> .
Jours du Mois	Deg. du Thermo.	Haut. du Baro.	Vent	Temps	Fertilité, Epidémies, Evénements &c.
2. 1	+7° $\frac{1}{2}$ Th. m.	26 fol. 10l.	Nord puis S. O.	Ciel fermé de nuages puis couvert & polaire	
2	+9 ° Dm	26. 11.	Calme puis S. O.	de même	Le Régiment de Cambresis composé d'un Bataillon, est arrivé dans le País de Gex avec des Ingénieurs. On les dit destinés à finir le chemin neuf, qui fut commencé l'année dernière de Mérin à Versoix, afin d'ôter à Genève le passage des marchandises qui vont de France en Suisse ou de Suisse en France. On les dit encore destinés à faire de Versoix une ville forte et construire un Port.
3	+10 ° Dm	26. 10 $\frac{1}{2}$ Dm Bise & S. O.	Ciel fermé de vapeurs & de nuages		
4	+11 ° Dm	27. ~	Sud-Ouest	Ciel fermé de nuages	La vigne fait de tels progrès qu'il y a déjà de petites feuilles, telles beaucoup de raisins. Tout nous promet une année abondante, il plaît à Dieu de conserver les biens que la main libérale offre à nos regards.
5	+12 $\frac{1}{2}$ Dm	27. 1 $\frac{1}{2}$	Calme	Ciel clair puis ferme de nuages	

Fig. 2. Deluc note les événements marquants de sa cité et du monde sous la rubrique Fertilité, Epidémies, Evénements &c. (Bibliothèque Observatoire de Genève). Pour la période du 2 au 4 mai 1768, il indiquera:

Le régiment de Cambresis composé d'un bataillon, est arrivé dans le País de Gex avec des ingénieurs. On les dit destinés à finir le chemin neuf, qui fut commencé l'année dernière de Mérin à Versoix, afin d'ôter à Genève le passage des marchandises qui vont de France en Suisse ou de Suisse en France. On les dit encore destinés à faire de Versoix une ville forte et construire un Port.

La vigne fait de tels progrès qu'il y a déjà de petites feuilles, telles beaucoup de raisins. Tout nous promet une année abondante, il plaît à Dieu de conserver les biens que la main libérale offre à nos regards.

dans une pièce ensoleillée, sans thermomètre adjacent pour corriger l'effet de dilatation thermique du mercure, les pressions lues par Deluc dépendaient de l'ensoleillement. De plus, le thermomètre extérieur, placé au-dessus des toits de la ville basse, à 60 pieds du niveau du lac, indiquait des températures plus élevées de 1 à 2°R en été, et en hiver en cas de gel, que celles mesurées à 2 m du sol. Ces mesures sont donc difficilement utilisables pour décrire l'évolution du climat de Genève au XVIII<sup>e</sup> siècle.

## 2.2 L'Observatoire de Mallet de 1773

Avec la mise en service de l'Observatoire de Mallet, dans le but de fournir un temps moyen précis aux horlogers de Genève, la connaissance des variations de pression et de température devenait impérative pour corriger la marche des pendules de référence – les régulateurs – durant les intervalles sans observation de transits du Soleil ou d'étoiles à la lunette mérienne.

A l'aide des instruments achetés ou conçus par M.-A. Pictet, les observations étaient effectuées de 1 à 3 fois par jour, notamment vers 8h du matin et à midi local, par Mallet, Pictet ou Trembley. La température de l'air (T) est relevée dans le local des pendules et à l'extérieur, avec une précision de 0.1 à 0.5°R, la pression (P), en pouces et lignes, est mesurée à 0.3-0.5 ligne près<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Les conversions entre hauteurs de mercure et millibars, mb, sont les suivantes: 760 mm(Hg) = 1013.2 mb; 1mm(Hg) = 1.33 mb; 1 pouce = 36.09 mb; 1 ligne = 3.01 mb.

En 1777, Mallet reprend la gestion de son grand domaine d'Avully, situé à 15 km à l'Ouest de Genève à la même altitude que l'Observatoire. Pour un suivi scientifique de ses cultures et essais agronomiques, il y installe une station météorologique où il mesure le volume des précipitations en plus des paramètres usuels. En 1786, il adopte les préceptes de l'Académie Palatine, sans toutefois mesurer l'humidité relative. Dans son Journal sur le domaine d'Avully, rédigé de 1773 à 1789 et édité par Delleaux (2009a, 2009b), Mallet évalue l'impact des températures, des gelées, des périodes de pluies continues, de sécheresse et de vent, sur le développement, les arrêts et redéparts de la végétation, et finalement sur les rendements en quantité et qualité des céréales, légumes, vignes et arbres fruitiers. Il tient compte de l'orientation et de l'exposition au vent lorsqu'il fournit les dates de feuillaison, floraison et maturation des plantes. Pour Mallet, la température n'est que l'un des facteurs météorologiques contrôlant les rendements agricoles.

A l'Observatoire, c'est M.-A. Pictet qui assurera, de 1779 à 1788, les mesures de T et P, trois fois par jour, et relèvera l'état du ciel et l'importance qualitative des précipitations. En 1780, il publie, sous forme de courbes, un premier résumé des variations diurnes et annuelles de P et T observées en 1778. Entre 1774 et 1787, ni l'humidité relative, ni les précipitations ne seront mesurées à l'Observatoire. De 1787 à 1827, l'agronome Frédéric-Guillaume Maurice mesurera trois fois par jour les valeurs de P, T, de l'humidité relative (H%) et des précipitations. Il notera le secteur du vent, l'état du ciel, la température du lac et les phénomènes botanico-météorologiques.

En parallèle, Jean-André Deluc avait développé l'hypsométrie – la détermination de la hauteur des sites – par la mesure différentielle des pressions barométriques, ramenées à température constante, et l'hygrométrie, discipline parachevée par H.-B. de Saussure, qui en perfectionne la théorie et construit des hygromètres à cheveu de plus en plus sensibles et stables, travaux qui aboutiront à la publication des quatre *Essais sur l'hygrométrie* en 1783.

### ■ 3. Premiers travaux météorologiques

#### 3.1 La démarche de Senebier

Dans ce riche contexte scientifique local, il peut sembler surprenant que Senebier, qui ne possède pas de formation en physique et mathématiques<sup>5</sup>, se lance à son tour dans des études des propriétés de l'atmosphère et, en particulier, sur sa teneur en vapeur d'eau. En fait Senebier, qui n'appartient pas à l'oligarchie intellectuelle locale, cherche à se rendre à la fois utile et célèbre par le moyen qu'il décrira plus tard:

■ L'homme-de-Lettres dispose donc pour lui de l'immortalité; son génie utile à la société s'élance au travers des siècles pour les éclairer par la lumière déposée dans les ouvrages qu'il a produit, et pour contribuer au bonheur général par les leçons utiles qu'il donne à tous.<sup>6</sup>

Le domaine de la météorologie appliquée à l'agriculture, d'utilité incontestable, est idéal à cette fin. Une lettre de l'Abbé Rozier, de 1776, agronome et éditeur du *Journal de Physique* nous informe de la proposition de Senebier de fournir des relevés météorologiques pour ce Journal de grande diffusion. La réponse de Rozier est réservée:

■ Si vous avez un tableau ou plutôt un précis d'observations météorologiques de plusieurs années, je l'imprimerois volontiers, mais si ce sont des tableaux mois par mois, ou par année, alors les tableaux tiennent trop de place et coûtent trop pour l'impression.<sup>7</sup>

Senebier, qui ne dispose pas de ce type de données, se tournera temporairement vers d'autres champs de recherche. Fort des connaissances en chimie acquises dès 1775 auprès de Tingry, alors démonstrateur

de chimie à Genève, et du savoir des Anciens dispensé par l'Académie de Genève, Senebier se sent apte à arbitrer les approches des savants de son temps, des physiciens en particulier, voire même de proposer des méthodes alternatives. Son assurance est étonnante, au vu de la modestie de sa culture scientifique. Sa réponse à Mollerat de Souhey, médecin du Roi, qui s'était permis des observations sur son *Second Mémoire sur le Phlogistique* (Senebier, 1777a) est révélatrice de cette attitude:

■ Je suis fâché que l'Auteur des Observations n'ait pas suivi les excellents Cours de Chymie qu'on fait à Paris, & qu'il n'aït pas pénétré dans les Laboratoires de MM. Rouelle, Macquet & Baumé, ou dans celui de Tingry, savant Chymiste & Démonstrateur à Genève, il auroit perdu bien des préjugés dont il paroît imbu, il auroit vu des opérations qu'il croit uniquement entre ses mains, & il auroit appris une foule d'autres qui l'auroient éclairé<sup>8</sup>...

La chimie paraît être la voie privilégiée pour percer les secrets de l'Univers, et toute approche qui négligerait de prendre en compte l'ensemble des réactions chimiques, même les plus rares, serait vouée à l'in-sukses pour Senebier.

#### 3.2 Le Premier mémoire sur les hygromètres

Le premier sujet météorologique abordé par Senebier est celui de l'hygrométrie, cela dans le contexte de la dispute entre J.-A. Deluc et H.-B. de Saussure, qui prônaient l'un l'hygromètre à fanon de baleine, l'autre l'hygromètre à cheveu, développé par Saussure depuis 1775 (Carozzi, 2005).

Dans ce mémoire, Senebier (1778d) se positionne en continuateur, bien qu'en retrait, de J.-A. Deluc qui s'est élevé par son génie jusqu'à la partie la plus sublime de cette recherche<sup>9</sup>. Si l'introduction est pertinente quant à la distinction entre hygro-scope et hygromètre, la suite du traitement du sujet l'est moins. Elle est par contre illustrative de la stratégie de communication de Senebier: un effet d'annonce – un second Mémoire est à paraître –, qui traitera des aspects théoriques de l'hygrométrie, ce qui le dispense d'entrer dans des préliminaires qui seraient pourtant nécessaires, mais qu'il ignore encore. Les arguments sur l'importance des recherches sur les hygromètres révèlent une belle méconnaissance du sujet, masquée par l'usage de l'argument d'autorité:

■ Il est impossible de trouver une théorie solide des mouvements du baromètre si l'on ne connaît pas leur rapport avec la quantité de vapeurs contenues dans l'atmosphère, c'est au moins ce que mes observations m'ont démontré.<sup>10</sup>

<sup>5</sup> Huta, 1997, p. 64 et note 2.

<sup>6</sup> Senebier, 1786, T. III, p. 340.

<sup>7</sup> Lettre de F. Rozier à Senebier, du 14 octobre 1776, BGE, Ms. suppl. 1040, f. 167, Paris.

<sup>8</sup> Senebier, 1778b, p. 121.

<sup>9</sup> Senebier, 1778d, p. 421.

<sup>10</sup> Ibid., p. 422.

Ces observations ne sont ni décrites ni publiées. De fait, la pression au sol est correctement mesurée par le baromètre; elle est indépendante de la teneur en eau ou méthane de l'atmosphère. Ou plus loin:

■ On ne peut consulter le thermomètre avec sûreté, si l'on ne corrige pas ses indications par le moyen de l'hygromètre: l'évaporation étant une cause de refroidissement, il est «évident» que l'évaporation plus ou moins forte de l'humeur que l'air applique sur la boule, doit faire varier les réponses de cet instrument.

Cette évidence est une ineptie: le verre sec n'est capable ni d'adsorber ni d'évaporer l'eau à température et humidité constante. Ou encore:

■ La Médecine retirera sur-tout une utilité considérable des bons hygromètres: il n'y a aucune partie du corps humain qui ne soit affectée par l'humidité. Les nerfs, les muscles, les cartilages, les membranes, la peau, les vaisseaux, les os pompent l'humidité & changent d'état en raison de la quantité d'humidité dont ils sont chargés...

Ceci n'est pas plus pertinent car les organes internes, baignant dans un liquide, sont insensibles à l'humidité externe.

La seconde partie, intitulée *Efforts inutiles des Physiciens pour perfectionner l'Hygrométrie*, est révélatrice de l'attitude de Senebier face aux physiciens. Si les moyens à employer pour réaliser des hygromètres comparables sont correctement présentés, certains considérants trahissent un savoir plus livresque que pratique, et montrent que l'expérience n'a pas toujours été tentée:

■ Les corps le plus propres pour faire des hygromètres comparables seront: 1° très-minces, en observant pourtant que s'ils étoient trop amincis, ils seraient d'abord saturés d'eau, l'humeur couleroit & et on ne pourroit la retenir.<sup>11</sup>

C'est le contraire qui est vrai, car plus les corps sont minces, moins ils possèdent d'inertie thermique et

<sup>11</sup> Ibid., pp. 428-429.

<sup>12</sup> Ibid., pp. 431-432.

<sup>13</sup> soit 0.000294 gr.

<sup>14</sup> Durant ce laps de temps, l'humidité relative peut varier d'un facteur deux. C'est le cas par beau temps entre le lever de soleil et midi.

<sup>15</sup> La quantité de vapeur saturante est de 2.36, 4.85, 9.40, 17.30, 30.38 gr/m<sup>3</sup> pour T = -10, 0, +10, +20 +30 °C respectivement, avec P = 1013 mb.

<sup>16</sup> Lettre de Saussure, dans Senebier 1778d, p. 431.

<sup>17</sup> Lettre de Toaldo à Senebier, du 19 août 1780, BGE, Ms. suppl. 1040, ff. 203-209.

sont susceptibles de condenser l'humidité à leur surface lorsqu'ils sont exposés à l'air.

La contribution propre de Senebier paraît être la comparaison des propriétés des sels minéraux susceptibles de fortement s'hydrater. Le plus commode pour lui est le sel de tartre ( $KCO_3$ ) qui, bien pilé, offre une grande surface de contact à l'air et peut prendre jusqu'à trois fois son poids d'eau<sup>12</sup>.

La mesure de la teneur en eau se résume à peser le sel, exposé à l'air, avec une balance de précision capable de mesurer la 180<sup>e</sup> partie d'un grain<sup>13</sup>. Pour atteindre la plus grande précision, il convient d'exposer le sel 5 à 6 heures<sup>14</sup>. Cette technique fournit une valeur approchée de l'humidité absolue, si elle est effectuée en cuve fermée.

Ce type de mesure est impraticable dans la nature; Senebier se rabat donc sur un hygromètre à boyau de mouton, tel que décrit par Lambert (1769) et qui fournit une indication imprécise de l'humidité relative. Pour calibrer «son» hygromètre, Senebier détermine le point de saturation à 0°R par la méthode de Deluc. Le point sec est obtenu en cuve fermée, à fond recouvert de sel de tartre, par la méthode de Saussure. Senebier ne distingue pas clairement l'humidité relative (H%), qui est le pourcentage de vapeur d'eau présente dans l'air par rapport à la vapeur saturante à la température de l'air, de l'humidité absolue, qui est la quantité totale d'eau précipitable par unité de volume à P et T données. La quantité d'eau saturante est une fonction géométrique de la température: elle double tous les 10°C et est proportionnelle à la pression<sup>15</sup>. Senebier tente en fait de calibrer des hygromètres sensibles à l'humidité relative, par des mesures d'humidité absolue (le sel de tartre吸水 toute l'humidité disponible) dans des conditions de pression et de volume non spécifiées.

Senebier publiera en annexe<sup>16</sup> la lettre que Saussure a fait l'honneur de lui écrire en 1777, où sont décrits les défauts et qualités de l'hygromètre à cheveu, cela à la fois comme faire valoir pour la technique qu'il propose, et comme caution scientifique. A titre de publicité, Senebier proposera à Toaldo, l'un des meilleurs climatologues du moment, un exemplaire de son hygromètre. La réponse de Toaldo sera:

■ J'attendrai, je ne scay vous dire avec combien d'empressement, l'hygromètre que vous avez la bonté de me destiner et je tâcherai d'en faire bon usage<sup>17</sup>...

Le *Second Mémoire sur l'Hygrométrie* ne paraîtra jamais, car la problématique de l'hygrométrie aura été magistralement traitée entretemps par Saussure (1783) dans ses *Essais sur l'Hygrométrie*.

Pour Saussure, l'hygromètre de Lambert, et donc celui de Senebier, appartient à la catégorie des hygromètres « paresseux »:

■ ... qui n'indiquent jamais qu'une espèce de moyenne entre les différents états par lesquels a passé l'atmosphère pendant les heures antérieures au moment où l'on observe<sup>18</sup>...

alors que l'hygromètre à cheveu fournit une valeur correcte de l'humidité relative, en 3 à 12 minutes au plus, et permet de suivre les variations rapides de l'humidité atmosphérique.

#### ■ 4. L'Essai sur l'influence de la Lune

Le manuscrit de la BGE, intitulé *Observations météorologiques sur Genève*<sup>19</sup>, débute par une liste des phénomènes physiques et météorologiques remarquables, extraite des *Chroniques de Genève* de Michel Roset<sup>20</sup>. A la suite d'une note datée de 1763, s'intercale un texte manuscrit de 13 pages, fol. 9 à 21, écrit d'une traite – apparemment une copie ou traduction d'un ouvrage non cité – qui décrit l'influence de la Lune et du Soleil sur le régime des vents et des précipitations. La liste des événements remarquables à Genève reprend avec une note pour 1769, ce qui donne une fourchette de six ans pour la transcription du document source. Le texte, de nature astro-météorologique, débute comme suit (la ponctuation est ajoutée):

■ Il y a plusieurs causes des vents ; les unes plus générales, les autres, plus particulières. Quelques observations tendent à faire croire que l'air suit le mouvement de la Lune, quand elle va du Sud au Nord le vent allant de même, et vice versa quand elle va du Nord au Sud<sup>21</sup>. Si cela est, le Soleil doit toujours produire le même effet, mais d'une manière incomparablement plus faible. Ainsi du Capricorne au Cancer, la Lune fait le Sud, aussi bien que le Soleil du Cancer au Capricorne [...]. La Lune va toujours de l'Ouest à l'Est<sup>22</sup>. Sur ce principe, on devrait toujours sentir un vent d'Ouest, mais il varie dans les différents signes. Dans les signes des Gémeaux et du Cancer, il doit être très fort pour ces pays, et il doit être moins fort dans le Sagittaire et le Capricorne, et de même du

Soleil [...]. La 2<sup>e</sup> cause est la dilatation de l'air. Le Soleil s'avance de l'Est à l'Ouest<sup>23</sup>, dilate l'air de ce côté, de sorte que ce mouvement vers l'Est doit balancer en certains cas l'Ouest des causes précédentes [...]. Le mouvement rapide du ☽ (Soleil) qui parcourt 1° en 4' [minutes de temps] [...] produit un vent d'Est général assez fort, mais il doit être plus fort à l'occident du ☽ qu'à son orient puisque, peut-être, à peu de distance du ☽ [...] on observeroit un vent produit par les parties de l'air qui se dilatent et écartent les plus voisines; ainsi si la Lune est à l'ouest du ☽, le vent d'Est du ☽ a moins de force pour arrêter le vent d'ouest de la Lune...

Le mécanisme proposé est des plus curieux: dans le cas du Soleil, c'est le mouvement apparent qui est considéré: le Soleil chauffe l'atmosphère et la dilate; il en résulte une onde de pression qui fait un tour de Terre par jour. Le Soleil « pousse » l'atmosphère devant lui, d'Est en Ouest. Dans le cas de la Lune, c'est le mouvement sidéral lié à sa révolution autour de la Terre en 27j 7h 43 min, soit sa trajectoire sur la voûte céleste, qui est retenue, et non son mouvement apparent, qui pourtant régit les marées. Cette trajectoire sidérale est quasi-sinusoidale: elle se compose d'un déplacement moyen vers l'Est, de 13.2°/j, qui décale les marées de 52.7 minutes par jour, et d'une oscillation Nord/Sud, d'amplitude 23° 30' effectuée au cours de sa révolution sidérale. La Lune pousserait l'atmosphère d'Ouest en Est, avec une composante N ou S selon qu'elle se meut du Sud vers le Nord, ou l'inverse, par rapport à l'équateur céleste. Pour des raisons non précisées, l'effet de la Lune excéderait « incomparablement » celui du Soleil, alors que la luminosité lunaire est 200 000 fois plus faible que celle du Soleil à la pleine lune, et que la force de marée de la Lune n'est jamais que le double de celle du Soleil.

The image shows a photograph of a handwritten manuscript page from folio 17 of the BGE. The text is written in French and discusses the influence of the Moon and Sun on the atmosphere. It includes tables of data for the zodiac signs, with columns for Apogee (Apogée), Perigee (Perigée), Right Ascension (R.A.), and Declination (Déc.). The data is organized by sign: Poissons (Poissons), Verseau (Verseau), Taureau (Taureau), Gémeaux (Gémeaux), Cancer (Cancer), Lion (Lion), Vierge (Vierge), Balance (Balance), Scorpion (Scorpion), Sagittaire (Sagittaire), Capricorne (Capricorne), and Cancer (Cancer again). The handwriting is in blue ink on aged paper.

Fig. 3. Partie inférieure du folio 17 du manuscrit *Observations météorologiques sur Genève donnant, pour les années avec climat extrême, la position des noeuds de l'orbite lunaire et des apogées et périodes dans le Zodiaque. Symboles: ⚡ = Poissons; ⚛ = Verseau; ⚔ = Taureau.* (BGE, Ms. fr 642).

<sup>18</sup> Saussure, 1783, p. 61-62.

<sup>19</sup> Senebier, BGE, Ms. fr. 642.

<sup>20</sup> Roset, BGE, Ms. 492.

<sup>21</sup> Il s'agit ici du mouvement relatif au plan de l'équateur.

<sup>22</sup> C'est le mouvement sidéral sur la voûte céleste qui est considéré ici.

<sup>23</sup> Il s'agit ici du mouvement apparent diurne, d'un tour par jour, d'Est en Ouest. Le mouvement sidéral du Soleil, sur la voûte céleste est de 0.986 °/jour, en sens opposé.

La récurrence des périodes sèches ou humides, froides ou torrides, est attribuée aux effets des hauteurs extrêmes (excessives ou minimales) de la Lune, relatives à l'équateur céleste, lorsque celle-ci se trouve à ses apogée ou périgée<sup>24</sup>, cf. Fig. 3 et sa transcription. Les configurations particulières de la Lune et du Soleil sont compilées pour l'intervalle 1671 à 1745, ce qui date le document source, encore non identifié.

### Transcription du passage de la figure 3

■ Mr de la Hire<sup>25</sup> dit que la chaleur de 1701 a été extraordinaire. 1702 de même pr<sup>r</sup> la sécheresse du Printemps et de l'Eté. on diroit la même chose de 1708 et 1719, or la lune a été dans la même situation

Apogee	1701	☿	6° 23	Noeuds Lat.	19° 15
	1718	☽	8° 37		18° 29
	1702	☽	17° 32		20° 21
	1719	☿	19° 17		19° 40

#### ■ Règle

L'Apogée étant [à] l'Equinoxe de Printemps et la Latitude étant minime, la chaleur et la sécheresse sont excessives. En 1710 l'année sèche la chaleur non excessive, en 28 de même. L'apogée dans l'une et l'autre à l'Eq[uinoxe] du Printemps mais la Lat[itude] excessive

1710	☿	19° 5	Lat. 27° 56
	☽	25° 28	28° 29

Une fois reformulée, Senebier soumettra cette théorie – devenue sienne – à l'appréciation de Toaldo à Padoue, le 25 avril 1778. Toaldo répondra le 9 mai:

■ ... Pour les vents, qui suivent avec un certain ordre la situation de la Lune dans les signes du Zodiaque, je n'ai pas eu le temps de vérifier dans mes journaux votre théorie, [...], mais pour le peu que j'en ai essayé, il me semble que les faits correspondent assez à vos principes. Il faut songer que la Lune entraîne avec soi, ou pousse avant, une certaine masse d'air: en effet au lever de la Lune, il s'élève souvent un petit vent et les nuages se brisent.<sup>26</sup>

La remarque de Toaldo n'est pas pertinente, car l'effet décrit serait dû au mouvement apparent de la Lune et non à son mouvement sidéral. Mais, bien plus importante, suit une critique de fond à l'égard de la théorie de Senebier:

■ Je remarque seulement que vous ne semblez ne reconnoître, ici, que les vents d'ouest, car vous ne nommez jamais les vents du demi-cercle oriental de l'horizon: est-il que vous prenez pour un seul vent les deux vents opposés, par ex. le NO et le SE, qui en effet ont une grande affinité ensemble, et souvent se succèdent l'un à l'autre immédiatement?

Toaldo, en météorologue averti, explique ensuite pour Senebier la distinction qu'il y a lieu de faire quant à la direction des vents à l'origine des précipitations, selon que l'on est situé au Sud ou au Nord des Alpes:

■ En second lieu il y a une différence entre nos pays d'Italie, et ceux au delà des Alpes; chez nous le vent pluvieux est le sud-est, le siroco, qui se réfléchissant dans les Alpes prend souvent l'apparence de Nord-Est ou d'autre vent du Nord. Ce vent vient par le golfe de Venise ayant traversé la Méditerranée par le golfe d'Arabie, qui enfile celui de Venise [...], de l'Océan indien. Chez vous, au contraire, au delà des Alpes jusqu'à l'océan, le vent dominant et pluvieux est d'ouest et sud ouest, qui vous vient de l'océan Atlantique et vous apporte, de même (comme le nôtre) la masse des vapeurs.

Senebier n'entendra pas la leçon et inventera un mécanisme exotique pour expliquer l'existence de vents d'Est au Nord des Alpes. Il publiera sa théorie telle quelle, comme sienne, discrètement traduite en hollandais (Senebier, 1782a), cf. Fig. 4.

*L'Essai* débute par un historique de la découverte des effets de la Lune sur les mers et l'atmosphère, à partir de Newton. Senebier cite Lambert pour ses observations des variations barométriques induites par la Lune, avec une hauteur maximale le jour qui précède le périgée, et minimale le jour qui suit l'apogée, et Toaldo pour sa découverte des relations entre changements de temps et phases lunaires, basées sur 40 ans<sup>27</sup> de données acquises par le Marquis Poleni à Padoue.

Senebier mentionne cependant que l'effet de la Lune sur les vents n'est accepté ni par d'Alembert dans ses *Reflexions sur la Cause Générale des Vents* de 1747, ni par Fontana dans *Delle Altezze Barometriche*, ni non plus par l'Abbé Frisi (1774-75) dans sa *Cosmographia*. Il note que la variation de pression barométrique due à la marée lunaire sur l'atmosphère n'excède pas 1/44 ligne pour Fontana, ou 1/48 pour Frisi, soit 0.051 et 0.047 mm(Hg) respectivement. Cette variation est minime en comparaison des écarts de pression observés. A Genève, un maximum de

<sup>24</sup> L'inclinaison moyenne de l'orbite de la Lune sur l'écliptique est de 5° 8' 42". La hauteur maximale de la Lune sur l'équateur céleste (sa déclinaison maximale) peut donc excéder la hauteur maximale du Soleil (23° 28' en 1780) de la valeur de l'inclinaison lunaire, selon l'orientation de l'orbite lunaire, repérée par la ligne apogée – périgée.

<sup>25</sup> Philippe de la Hire (1640-1714), astronome et mathématicien français, ou l'un de ses deux fils.

<sup>26</sup> Toaldo G., lettre à Senebier du 9 mai 1778 (ou 6), BGE, ms. suppl. 1040, fol. 205.

<sup>27</sup> Traduction fautive en hollandais: 4 ans au lieu de 40.

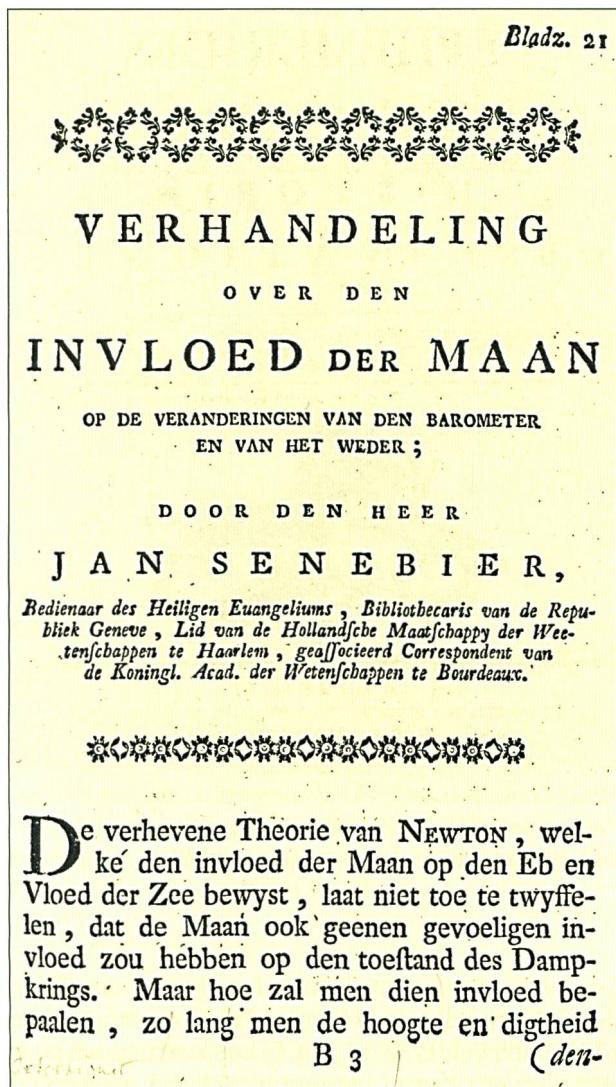


Fig. 4. En-tête de l'Essai sur l'influence de la Lune sur les variations du baromètre et du temps, publié à Haarlem en 1782.

27.6927 pouces est observé le 16 décembre 1778, un minimum de 25.7813 le 18 janvier 1784<sup>28</sup>, soit une amplitude de 1.9115 pouces ou 22.94 lignes. L'effet de marée lunaire sur l'atmosphère correspond à 0.09% de l'amplitude observée entre les situations de grand beau et de tempête. Par des considérations sur l'élasticité de l'air, son ressort, sur la différence de hauteur de marée entre côté dirigé vers la Lune et direction opposée, Senebier conclut que l'amplitude de l'oscillation barométrique doit être de 1/8 de ligne, ce qui reste négligeable. Pour sauver sa théorie, il fera l'hypothèse que même si l'effet lunaire est peu significatif, c'est l'application continue d'une petite force qui rend notable l'effet intégré.

La suite de l'article est la traduction du manuscrit inséré dans les *Observations météorologiques* à

<sup>28</sup> Senebier, 1810, p. 46.

Genève, cf. supra, qui donne la recette pour construire une rose des vents solaire et lunaire, avec les dates de changement de temps et le type de temps associé à chaque quartier de la lunaison. Senebier admet implicitement que les phénomènes météorologiques varient en phase dans un hémisphère donné, et que seules les zones intertropicales subissent un vent d'Est permanent, les alizés ou *Easterlies* des Anglais.

Senebier affirme à la fin de son *Essai* qu'il a établi les règles de sa théorie d'après les Tables météorologiques des Académies de St-Petersbourg, de Berlin, de Paris et du Marquis Poleni à Padoue. Si cela avait été le cas, il aurait pu découvrir que les périodes de précipitations et les vents associés ne sont pas synchrones à Berlin et à Padoue, à Paris ou St-Petersbourg, que lorsqu'il pleut le plus au Nord des Alpes, en juillet, la sécheresse estivale culmine dans le monde méditerranéen. Ces différences régionales étaient déjà reconnues dans l'Antiquité: vers 80 av. J.-C., Geminus, dans son *Introduction aux Phénomènes*, rappelait aux utilisateurs de ses pronostics que *le même pronostic ne peut valoir pour Rome, dans le Pont, à Rhodes ou à Alexandrie*.

En fait, les mesures de Poleni, commencées en 1725, avaient été analysées, puis poursuivies par Toaldo qui publiait en 1770 déjà un ouvrage intitulé *Della vera influenza degli astri, delle stagioni et mutazioni di tempo; saggio meteorologico, fondato sopra lunghe osservazioni ed applicato agli usi dell'agricoltura, medicina, nautica &c.*, suivi des Pronostics d'Aratos. L'ouvrage fut réimprimé en 1781. En 1773, Toaldo publie ses *Novae tabulae barometri aetusque maris*, où il entreprend de montrer les rapports des variations du baromètre avec les situations du Soleil et de la Lune. De fait, Senebier n'a pas eu à traiter les données brutes de Poleni.

Senebier conclura ainsi son *Essai*:

Het groot antal Waarnemingen, welke ik gemaakt heb op deze Theorie, doet my hoopen, dat men'er vinden zal de algemene grondbeginzelen van eenen algemeenen Almanak, die evenwel nog tot meer volkommenheid moeten gebragt worden, en by welke ik geloof dat ik nog eenige anderen kan voegen.

ou, retraduit en français:

Le grand nombre d'observations que j'ai faites pour cette théorie me fait espérer qu'on pourra y trouver les fondements généraux d'un Almanach général, qui devra être amené à une plus haute perfection, et pour lequel je crois pouvoir contribuer encore quelque peu.

Senebier ne commencera des observations régulières qu'un an plus tard, en 1783, pour la Société Palatine.

## 5. La Société météorologique Palatine

### 5.1 La situation au Palatinat

La Société météorologique Palatine a été fondée en 1780, par le Grand Electeur Karl-Theodor, dans un climat de distanciation de l'influence de l'Eglise de Rome et d'ouverture à l'esprit des Lumières.

La création de l'Académie des Sciences à Mannheim était en partie une réaction à l'emprise des Jésuites. Même Christian Mayer S.J., l'astronome de la Cour qui avait réduit les données des transits de Vénus, observés en Russie en 1769 entre autres par Mallet et Pictet de Genève, fut exclu de l'Académie lors de la dissolution de l'ordre des Jésuites en 1773.

Le Père Hemmer, nouvel aumônier de la Cour, et Stefan de Stengel, fils du Ministre de la Culture, créèrent la Société Météorologique Palatine. A cette occasion, Hemmer pouvait affirmer que, puisque les plus grands besoins de l'homme sont la nourriture et la santé, et que les deux subissent les vicissitudes de l'atmosphère, qui véhicule les maladies mais fournit également les conditions favorables pour les plantes et les hommes, les deux devraient bénéficier d'une meilleure compréhension du temps, acquise par la collection concertée de données météorologiques.

L'annonce par Toaldo en 1773 d'une influence avérée de la Lune sur le climat a fait germer, à Genève comme en Europe, l'espoir de découvrir enfin les lois jusqu'alors cachées qui régissent la météorologie à long terme. Dans ce but, Hemmer fait construire un barographe enregistreur pour suivre en continu les variations du baromètre et les comparer aux marées atmosphériques luni-solaires; il note en parallèle les phénomènes naturels tels que la croissance des végétaux, les migrations des oiseaux, la mortalité et la fertilité humaines, etc.

### 5.2 L'uniformisation des instruments

Seul un réseau d'observateurs zélés, équipés d'instruments identiques, paraissait à même de déterminer l'influence de la Lune pour l'agriculture. En 1780, le facteur d'instruments Carlo Artaria commencera à Mannheim la production en série des instruments à donner aux membres du réseau. L'instrumentation fournie est la suivante:

- 1 baromètre à mercure;
- 2 thermomètres à mercure, gradués en °R, l'un monté à côté du baromètre pour corriger l'effet de la dilatation thermique du mercure, l'autre placé à l'extérieur, à l'ombre et à l'abri de la pluie, pour la mesure de la température à l'air libre;
- 1 hygromètre à plume d'oie;
- 1 aiguille de déclinaison, pour des sites choisis.

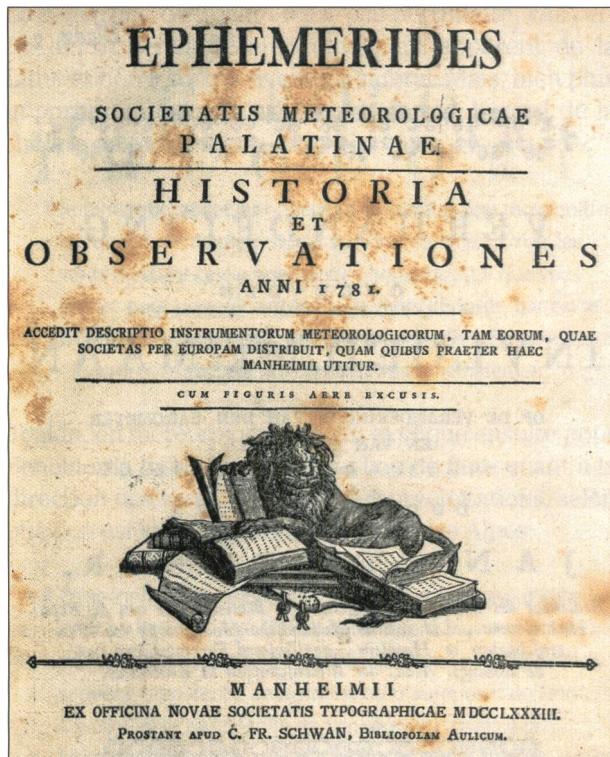


Fig. 5. Frontispice du Tome I du premier volume des Ephémérides de la Société météorologique Palatine, contenant les instructions aux observateurs (BGE).

Les instruments sont décrits dans le premier Tome des Ephémérides de la Société Palatine pour l'année 1781, publié en 1783, cf. Fig. 5. Les instructions pour leur mise en place et usage sont rédigées avec grand soin par Hemmer. On notera qu'il a suivi exactement les prescriptions de Deluc pour la calibration des thermomètres en deux points: à la température de la glace fondante à 0°R et à celle de l'ébullition de l'eau, à 80°R, sous une pression atmosphérique constante de 27.0 pouces de Paris.

Les instruments complémentaires, soit la girouette, le pluviomètre et l'électromètre, sont décrits et illustrés dans le même Tome des Ephémérides, cf. Fig. 6, à faire construire localement par les observateurs. Ces instruments ne nécessitent pas de calibration particulière, seuls leur mise en place et leur usage sont prescrits par Hemmer.

### 5.3 Des protocoles d'observation uniformes

Les protocoles d'observation sont extrêmement précis: les heures d'observations sont spécifiées, tout comme le nombre de chiffres significatifs pour les valeurs de température, pression et humidité relative, cf. Fig. 8. La rose des vents est standardisée, cf. Fig. 7, pour éviter de perpétuer des usages locaux discordants. La correspondance avec les noms

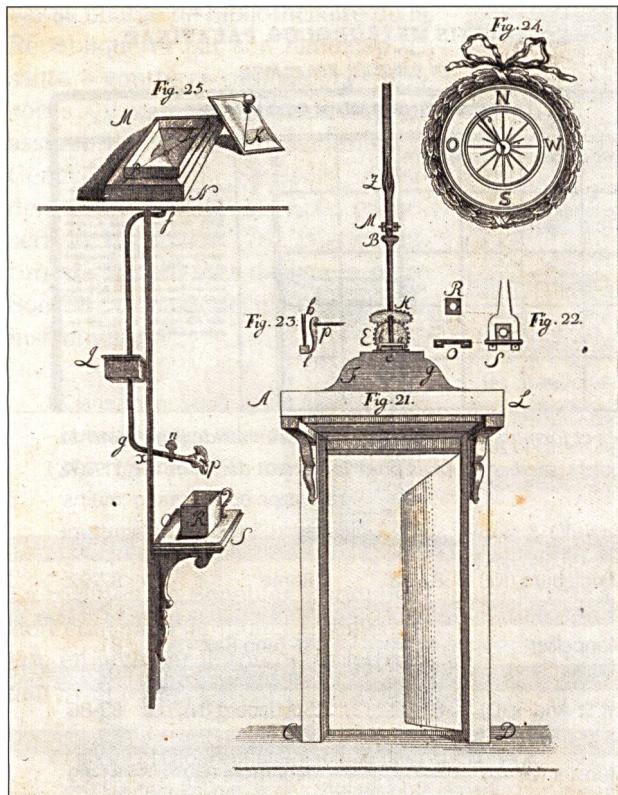


Fig. 6. Illustration des instruments à faire construire par les observateurs: Fig. 24, la boussole de déclinaison magnétique; Fig. 25, le pluviomètre; Fig. 21, la girouette et son support (BGE).

antiques grecs et latins est donnée pour mémoire, mais l'usage des notations N, NNW, NW, WNW, W, etc est imposé. La vitesse des vents est notée de 0 à 4, selon une échelle utilisant le niveau d'agitation des feuilles, rameaux et branches des arbres. Pour maximiser le volume de données par feuille de protocole, des symboles conventionnels sont imposés. Ceux décrivant les météores pluie, neige et grêle sont peu distincts.

Les observations de l'état du ciel, du type de couverture nuageuse, de la nature et la quantité des précipitations sont requises; les observateurs situés près d'un lac ou d'un fleuve en noteront en outre les fluctuations de niveau.

Des observations botanico-météorologiques sont hautement souhaitées, bien que laissées au bon vouloir des observateurs. Elles concernent, pour les arbres sauvages et fruitiers et les plantes croissant à l'air libre, les époques de feuillaison, floraison et maturité des fruits; on notera la date des moissons et des vendanges, le rendement des récoltes de foin, fruits, pommes et légumes, en quantité et qualité, ainsi que l'occurrence de maladies et infections affectant les plantes. A ceci, on ajoutera les dates d'arrivée et de départ des oiseaux migrateurs, tels que les cigognes,

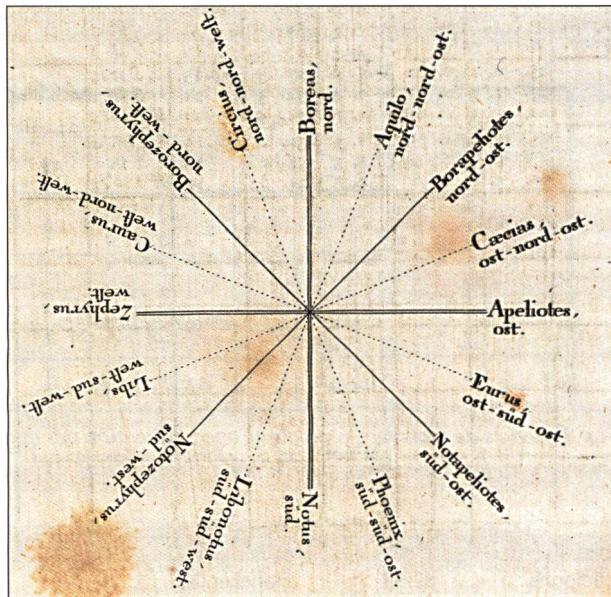


Fig. 7. Rose des vents à 16 secteurs, avec nomenclature en grec, latin et allemand. Les abréviations des directions N, W, S, O sont dérivées des noms allemands des points cardinaux (BGE).

coucous, hirondelles, fauvettes, etc. Les maladies et épidémies touchant les hommes adultes et les enfants sont à reporter mois par mois, tout comme les naissances, ventilées par sexe et par religion. Les feuilles d'observations pré-imprimées sont à renvoyer une fois remplies, à la fin de chaque semestre, à la Société Palatine à Mannheim.

L'ensemble des règles pour l'observation constitue le *Monitum ad observatores*, qui tient lieu de contrat entre la Société Palatine et l'institution participant au programme. Ce n'est qu'après réception de l'engagement formel à se conformer aux instructions du *Monitum* que les instruments sont expédiés.

#### 5.4 Le réseau géographique

Les sites ont été sélectionnés pour assurer une large couverture géographique, en latitude, longitude et altitude, dans les Länder allemands d'abord (1780), puis dans le reste de l'hémisphère Nord, de l'Atlantique à l'Oural. Les invitations à participer au programme ont reçu des accueils distincts avec:

- 37 réponses favorables au Centre, au Nord et à l'Est de l'Europe;
- abstention de l'Autriche, de l'Espagne, du Portugal et de la majeure partie de la France, déjà engagée dans le programme de Lavoisier;
- non réponse des Anglais, Ecossais et Irlandais;
- abstention des spécialistes de la chimie, physique et hydrodynamique comme Dalton, Cavendish, Jean-André Deluc ou Lavoisier.

The image shows a historical meteorological observation table from 1780. The table is divided into several sections: 'HISTORIA' at the top left, 'SOCIETATIS METEOROLOG. PALATINÆ' at the top right, and 'IN TABULAM RELATARUM.' below it. The main title 'SPECIMEN OBSERVATIONUM' is centered above the table. The table itself is titled 'TABULA METEOROLOGICA' and 'PRO MENSE JANUARIO ANNI 1780.'. The columns represent various meteorological parameters: 'Diss.', 'Hora.', 'Barom.', 'Therm.', 'Therm.', 'Hygrom.', 'Declinat.', 'Ventus.', 'Pluvia.', 'Evap.', 'Rhenus.', 'Luna.', 'Coeli facies.', 'Meteora.', and 'Diss. eti'. The data is presented in a grid format with specific units: 'dig. min. sec.' for time, 'gr. dec.' for temperature, 'gr. dec.' for pressure, 'gr. min.' for humidity, 'direct. rev.' for declination, 'gr. dec.' for wind, 'mm.' for precipitation, 'pieds' for evaporation, 'ped.' for Rhine level, 'm.' for moon phase, 'a. t.' for celestial aspect, and 'pouces' for meteora. There are also annotations on the right side of the table.

Fig. 8. Modèle de table météorologique avec indication des quantités et formats (pouces, lignes et dixièmes de ligne pour la pression, lignes et dixièmes pour la pluie et la quantité d'eau évaporée, pieds et pouces pour le niveau du Rhin, etc.) (BGE).

Berlin	81-88	Erfurt	81-88	Marseille	82-92	Regensburg	81-91
Bologna	82-92	Franeker (NL)	---	Middleburg (NL)	82-88	Rome	82-92
Bruxelles	82-92	Genève	82-89	Montmorency	---	St-Petersburg	83-92
Budapest	81-92	Godthaab (GRÖ)	87	Monpellier	---	St-Zeno Bav.	81
Cambridge USA	82-87	Göttingen	83-87	Moscou	83-92	Sagan (PL)	81-92
Copenhagen	82-88	Hohenpeissen	81-91	Mt St Andex (D)	81-92	Spydeberg (N)	83-86
Delft	84-85	Ingolstadt	81-82	St-Gothard	81-92	Stockholm	83-92
Den Haag	82-83	La Rochelle	82-90	Münster (D)	---	Tegernsee Bav.	81-89
Dijon	83-84	Lemberg (UKR)	---	München	81-92	Turin	---
Dublin	---	Lisbonne	---	Padua	81-92	Vienne (A)	---
Düsseldorf	82-84	London	---	Paris	---	Würzburg	81-88
Edinburgh	---	Madrid	---	Prague	81-91		---
Eidsberg (N)	87	Mannheim	81-92	Pyshmen (Oural)	90-91		---

Table 1. Liste des stations invitées et participantes avec les années d'observations. En Suisse, Senebier à Genève et le Père Onuphrius à l'Hospice du Saint-Gothard couvriront la majeure partie du programme.

Le programme est défini sur le long terme; il faut couvrir plus d'un Saros (18.6 ans), soit la période de précession du plan de l'orbite lunaire, pour tester les effets de la Lune au périphée et à l'apogée. Comme le programme est très exigeant pour les observateurs, en présence et durée, la préférence a été donnée aux Académies et aux monastères afin d'assurer le suivi en cas de maladie ou décès. De ce fait, c'est un réseau d'observateurs qui sera constitué, plutôt que de scientifiques à même d'analyser les données. La Table 1, adaptée de Cassidy (1985), donne les sites des institutions invitées, avec les années d'observations fournies.

La défection des Anglais, Irlandais, Espagnols et Portugais constituera un handicap majeur, qui réduira considérablement le retour scientifique du projet. En effet, la façade de l'Atlantique Nord, dont les voisinages de la dépression d'Islande et de l'anticyclone des Açores, ne seront pas couverts. Les mécanismes de transport de la vapeur d'eau et de la circulation des vents auraient pu être découverts en peu d'années; ils resteront en partie hors de portée du programme.

### 5.5 L'implication de Genève

L'invitation à participer au programme Palatin est parvenue à l'Académie de Genève, si l'on en juge par la réponse de la Société des Arts, traduite en latin à Mannheim:

■ Non habemus Genevæ universitatem proprie dictam, sed genus gymnasii seu universitatis non omnes numeros habentis<sup>32</sup>...,

c'est-à-dire:

■ Nous n'avons pas à Genève une Université proprement dite, mais une sorte de gymnase sans toutes les facultés d'une Université...

Bien que Genève ait compté plusieurs observateurs expérimentés dès 1760, aucun ne souhaitait semble-t-il s'engager dans un programme aussi contraignant, impliquant de rester en ville durant la bonne saison plutôt que la savourer dans la campagne genevoise. Senebier, tout intéressé à la météorologie, était un pasteur libéré de charges ecclésiastiques. Sédentaire de

par sa charge de bibliothécaire de la République et par son handicap de santé – goutte et rhumatismes précoce –, il était le candidat idéal pour assurer le suivi des observations à Genève. H.-B. de Saussure, président de la Société des Arts, proposera le 12 janvier 1782 la candidature de Senebier et désignera cette Société comme récipiendaire des instruments:

Clarissimum Senebier aut quivis alias, quem designare vobis placuerit observationes faciet, societas vero artium, quae in urbe nostra est, instrumenta recipiet & praestabit.

La réaction de Senebier à son élection était pour le moins ambiguë, si l'on en juge par le ton de sa lettre à van Swinden<sup>33</sup>:

J'ai eu [...] l'honneur d'être mis au rang des Météorologues de l'Electeur Palatin, je ne prétends qu'à la partie pratique de cette science, car je suis occupé ailleurs et tant d'autres s'en occupent plus utilement que moi que je ne pense pas m'y enchaîner d'avantage, j'ai même presque perdu de vue cette Science pour la partie théorique...

## 5.6 La contribution de Senebier

Senebier installera les instruments reçus au Musée de l'Académie, à 200 m de l'Observatoire de Mallet. Il relèvera consciencieusement les données requises, de 1782 à 1789, voir Fig. 9, mais attendra juillet 1783 pour mesurer l'humidité relative, à l'aide d'un hygromètre à cheveu, de Saussure probablement, plus sensible que celui à plume d'oie reçu de Mannheim. Il décrira très succinctement les phénomènes célestes et météorologiques et se montrera de plus en plus critique quant à l'utilité d'effectuer de telles mesures. Les observations botaniques sont assez détaillées au

Observations zoologiques	en 1782	en 1783	en 1784
le pinson chante		15 fév.	
la migration des oies débute	26 fév.		
les bécasses reviennent			28 fév.
les gélinottes migrent <sup>29</sup>	2 mars		
les corneilles migrent <sup>30</sup>	11 mars	18 mars	
l'alouette chante	13 mars	23 fév.	25 fév.
les hirondelles reviennent	27 mars	2 avril	21 mars
le coucou chante <sup>31</sup>	4 avril	27 avril	29 mars
le merle niche	11 avril		18 mars
la bergeronette chante			22 avril
les cailles chantent	8 mai	13 avril	10 mai
les oies repassent			12 oct.
les bécasses repassent	20 nov.	20 nov.	12 oct.
les corneilles repassent		20 nov.	12 oct.

Table 2. Observations ornithologiques extraites des Observationes quaedam zoologico-meteorologicae annexées aux Tabulae meteorologicae Genevae factae des années 1782 à 1784.

début: elles portent sur les phases végétatives d'arbres et de plantes sauvages et cultivées. On pourrait en déduire le retard ou l'avance de la végétation, si les mêmes objets et phases de développement étaient observés chaque année, ce qui est rarement le cas. Les résultats indiquent une grande variabilité interannuelle. Par exemple, la floraison des poiriers a lieu les 30 mars, 9 et 20 avril en 1782, -83 et -84 respectivement. Les notes ornithologiques sont éparpillées et peu utilisables: les phénomènes observés diffèrent d'une année sur l'autre, cf. Table 2, et les espèces ne sont pas toujours précisées (hirondelles sp.), voire incorrectement identifiées (gélinotte). Enfin, Senebier ne fournira pas d'information sur l'évolution démographique ou les épidémies dans la République de Genève. Il cessera d'envoyer des observations botaniques et zoologiques après 1784<sup>34</sup>.

## 5.7 Les premiers résultats à Mannheim

Les travaux d'interprétation des variations barométriques se sont concentrés sur les trois premières années de mesures, testant pour la plupart l'influence de la Lune. C'est Hemmer qui fit la recherche la plus poussée en corrélant tous les paramètres collectés avec les phases de la Lune. A l'aide du barographe de Changeux, il affina sa méthode en 1783 pour aboutir à un résultat capital, mais très décevant pour la plupart, à savoir **la quasi-nullité de l'influence lunaire**. Pour Hemmer, le seul effet astronomique avéré est la baisse de la pression, d'une fraction de ligne, au passage du Soleil dans le plan méridien, avant midi et avant minuit (Hemmer, 1789). Le phénomène est confirmé par les mesures modernes: Haurwitz & Cowley (1973) détectent des extrêmes de pression entre 9h30 et 10h a.m. et p.m., avec des amplitudes de 0.45 mB à la latitude de Genève, soit 0.15 ligne.

<sup>29</sup> La gélinotte est strictement sédentaire. Elle vit entre 1000 et 1600 m et n'est pas visible à Genève.

<sup>30</sup> Avant le XX<sup>e</sup> siècle, les corneilles étaient migratrices. Au XIX<sup>e</sup> s., la migration de printemps avait lieu entre mi-février et mi-mars, celle d'automne entre mi-octobre et mi-novembre.

<sup>31</sup> Pour Mallet, en 1783 le coucou chante dès le 11 avril.

<sup>32</sup> Ephemerides 1783, p. 36.

<sup>33</sup> Lettre à van Swinden du 9 juillet 1782, Rijksuniversiteit Bibliotheek, Leyden.

<sup>34</sup> La supposition de Huta (1997, p. 138), que Senebier utilise les relevés effectués pour le Journal de Genève pour alimenter les rapports à la Société Palatine est infondée: le Journal de Genève ne paraîtra qu'à partir d'août 1787.

Fig. 9. Extrait des Tables météorologiques établies par Senebier pour le mois de juin 1782. Durant la première année, Senebier n'observe pas l'humidité relative (Hygr.) (BGE).

Le résultat de Hemmer marquait, pour la plupart, la fin du rêve de prédire l'évolution du temps de façon déterministe à partir de la mécanique des trois corps: la Terre, la Lune et le Soleil. En revanche, il allait permettre l'essor de la recherche en géophysique sur une base purement empirique. Après 1784, la collecte des données par la Société Palatine se poursuivra sans référence aux phases de la lune et aux dates des périodes et apogée.

### 5.8 L'évolution du projet

La collecte des données et leur publication dans les *Ephemerides* se sont déroulées sans difficultés autres que financières jusqu'à la disparition inattendue de Hemmer en 1790, mort intoxiqué par les vapeurs de mercure inhalées au contact des instruments.

Le successeur de Hemmer, Karl König, se contentera de publier des moyennes, sans aucune interprétation. Le traitement des données cesse en 1792. Le projet se termine irrémédiablement en 1795, avec la fermeture de l'Académie et la destruction du cabinet de Hemmer par les troupes françaises<sup>35</sup>. Durant les 12 ans du projet, aucune courbe ou carte synoptique interprétative n'aura été publiée à Mannheim, une attitude générant une insatisfaction croissante parmi les observateurs, et la défection d'une partie d'entre eux, cf. Table 1.

## 6. La vapeur de l'été 1783

Le nuage de poussières sèches qui s'est étendu sur l'Europe durant l'été 1783 a fait l'objet d'un très grand nombre d'observations et de mesures. Les rela-

422

**OBSERV. GENEVENSES.**

**Junius.**

	Barom.	Therm. intern.	Therm. extern.	Hygr.	Pluvia.		Barom.	Therm. intern.	Therm. extern.	Hygr.	Pluvia.	
1	26, 10, 0	12, 0	10, 1			I	26, 8, 4	14, 3	11, 0		3, 6	
	9, 4	13, 0	15, 0				8, 6	15, 0	18, 2			
	9, 3	13, 0	12, 1				9, 6	14, 0	12, 1			
2	26, 9, 2	13, 0	12, 0				26, 10, 1	14, 0	12, 0		5	
	10, 2	13, 0	12, 0				10, 6	14, 0	14, 2			
	9, 1	13, 0	14, 3		(C) h. 10.1/2.		11, 5	14, 0	11, 3			
3	26, 10, 1	13, 0	14, 0				26, 11, 4	14, 0	11, 0			
	10, 0	13, 1	12, 0				11, 3	14, 2	17, 2			
	10, 4	14, 2	16, 0				10, 7	14, 0	14, 2			
4	26, 9, 2	14, 0	14, 2				26, 9, 6	14, 0	12, 0		4, 1	
	11, 0	14, 0	14, 2				9, 0	14, 0	12, 1		4, 8	
	11, 7	14, 0	12, 3				10, 0	13, 3	11, 0		16, 2	
5	27,	0, 0	14, 0	12, 0			26, 9, 0	13, 2	11, 0		2	
	0, 5	15, 0	15, 2				8, 5	13, 2	14, 2			
	1, 1	14, 0	14, 0				8, 2	13, 1	12, 1			
6	27,	0, 7	14, 0	13, 1			26, 8, 0	13, 1	11, 1		1, 5	
	0, 6	14, 0	16, 2				9, 1	13, 1	12, 1		1, 5	
	0, 5	14, 0	13, 0				11, 0	13, 0	10, 3		1, 11	
7	27,	0, 0	13, 2	11, 2			27,	0, 2	13, 0	10, 3	1, 7	
	0, 1	14, 0	15, 0				1, 0	13, 2	14, 0			
	0, 3	13, 0	11, 1				1, 2	13, 0	11, 2			
8	27,	0, 2	14, 0	12, 0			27,	1, 4	13, 0	11, 2		
	0, 2	14, 0	16, 2				1, 7	13, 0	15, 2			
	26,	11, 6	14, 0	13, 0			2, 0	13, 0	14, 2			
9	26, 11, 4	13, 2	13, 2	15, 2			27,	1, 6	14, 0	11, 0		
	11, 3	14, 0	16, 2				1, 4	14, 0	18, 0			
	11, 1	14, 0	13, 2				1, 1	14, 0	15, 3			
10	26, 10, 7	14, 0	12, 0	15, 0			27,	0, 7	14, 0	12, 2		
	10, 7	14, 0	16, 2				0, 5	15, 0	18, 2			
	10, 4	14, 1	13, 2				1, 2	15, 0	16, 2			
11	26, 10, 4	14, 0	12, 0	17, 0			27,	0, 7	15, 0	13, 2	8	
	10, 0	14, 0	17, 0				0, 4	15, 2	20, 2			
	9, 7	14, 0	14, 3				0, 7	15, 1	15, 3		4	
12	26, 9, 4	14, 0	14, 0	14, 0			27,	0, 6	15, 0	13, 2	1, 1	
	10, 2	14, 0	18, 2				0, 3	16, 0	21, 2			
	10, 7	15, 0	16, 0				0, 7	15, 2	15, 3			
13	26, 10, 0	14, 1	15, 0				27,	0, 5	15, 2	13, 2		
	10, 2	15, 0	19, 0				0, 1	16, 0	20, 2			
	10, 7	15, 0	15, 1				0, 6	16, 0	16, 0			
14	26, 10, 7	15, 0	14, 0				27,	0, 6	15, 1	14, 2		
	10, 3	15, 0	19, 0				0, 1	16, 0	19, 2			
	9, 7	15, 0	16, 2				1, 0	16, 0	16, 0			
15	26, 8, 4	15, 2	14, 2				27,	1, 2	16, 0	15, 2		
	7, 2	15, 2	16, 2				1, 2	16, 0	20, 0			
	8, 3	15, 0	12, 2				1, 3	16, 1	17, 2			
							13, 3	15, 0				
							30					

tions publiées décrivent le phénomène lui-même, ainsi que ses effets sur la respiration des hommes, sur les plantes, les précipitations, la fréquence des orages et coups de foudre, etc. Les points de vue sont variés quant à l'origine du « brouillard sec ».

Senebier décrit le phénomène à Genève comme très extraordinaire, cf. Fig. 10. Il observe un nuage dense du 17 juin (il pleuvait les jours précédents) au 7 août, avec les montagnes qui restent souvent invisibles de l'autre côté du lac. La lune et le soleil sont rouge rubis à leur lever, éteints  $\frac{1}{2}$  à  $\frac{3}{4}$  d'heure avant leur coucher. Le nuage est sans effet notable sur le baromètre et l'hygromètre et n'induit pas de variation notable de température<sup>36</sup>. Le temps reste sec mais très orageux. Ses mesures sont précises et les observations en altitude rapportées du Grimsel par Saussure, et du St Bernard par les chanoines, sont bien interprétées: le nuage est sec et très épais. Senebier s'empresse d'envoyer ses conclusions au Journal de Physique.

Malgré l'existence de témoignages probants sur l'origine volcanique du phénomène, Senebier se montera d'un rare conservatisme, accordant la prééminence au témoignage des Anciens, plutôt qu'à celui de ses contemporains. La culture classique et la chimie prévalant sur les autres sciences, il écrira:

<sup>35</sup> Cassidy, op. cit., p. 20.

<sup>36</sup> Thordason et al. (2003) ont déduit une anomalie positive de température de +2.1 °C à Genève en juillet 1783, mais Senebier n'avait pas assez de recul pour la détecter.

Fig. 10. Début du compte-rendu de Senebier dans le *Journal de Physique*, tome XXIV, Part. I, de mai 1784.

■ XIX. Quelle est la cause de ce brouillard? La plupart des physiciens y voient l'effet des tremblements de terre qui ont renversé la Calabre [...]; d'autres croient y reconnoître l'éruption du nouveau volcan formé le 8 juin en Islande, parce qu'il sembleroit que cette vapeur s'est d'abord fait apercevoir dans le Nord. Mais combien il y a eu d'éruptions du Vésuve, de l'Etna qui n'ont pas produit cet effet? La catastrophe de Lisbonne [...] ne fit remarquer rien de semblable. Il y a plus: ces éruptions ne peuvent produire que des différents airs méphitiques que nous connaissons; ils sont tous plus pesants que l'air commun, & absorbés très vite par l'eau: ceux là ne seraient pas venus jusqu'à nous<sup>37</sup>...

Il conclura donc:

■ XX. Après y avoir bien réfléchi, je ne puis appercevoir de ressemblance à cette vapeur qu'avec celle que M. de Saussure à décrite le premier, dans son Essai sur l'hygrométrie art. 355. [...] Cependant, la vapeur que nous avons dépeinte ne sauroit être rigoureusement celle-là, puisqu'elle est dissipée par la pluie qui la précipite.

La seconde remarque est très pertinente: les aérosols volcaniques agissent comme noyaux de condensation favorisant les précipitations. La vapeur de Saussure correspond à la brume d'aérosols, dite aussi couche sale, qui culmine vers 2500 m d'altitude en été, et sédimente dans les vallées en cours de nuit<sup>38</sup>. Senebier enverra aussi son Essai à l'Académie de Mannheim, qui le traduira en latin et le publiera sous le titre *Dissertatio de Vapore Genevae observatio durante anno 1783 a bibliothecario urbis Senebier*<sup>39</sup>, mais en tronquant la discussion et les conclusions. En effet, dans le même Tome des *Ephemerides* paraissait l'article de S. M. Holm, intitulé *De Incendio Terrae in Islandia, Anno 1783*<sup>40</sup>, qui établissait l'origine volcanique du nuage sec, émis

**O B S E R V A T I O N**

**Sur la Vapeur qui a régné pendant l'été de 1783,**

**Faite à Genève, par Jean SENEBIER, Bibliothécaire de la République;**

**L**A vapeur qui a régné pendant l'été de 1783, est un événement météorologique très extraordinaire; je ne sais pas même s'il a jamais été observé, à moins qu'on ne le compare à l'état du ciel pendant l'année de la mort de Jules-César. Les Poëtes peignent le soleil obscurci & rouge, *cum caput obscura nitidum ferrugine testit impiaque aeternam tinxerunt fascula noctem*. Les Historiens disent, que l'on vit des couronnes autour du soleil, & que la lumière fut très-long-temps languiante. Tous les autres qu'on a voulu comparer à celui-ci, ont été d'une petite durée; & ce qui caractérise la vapeur de l'été passé, c'est non-seulement son épaisseur, mais encore la longueur du temps pendant laquelle on l'a vue.

suite à l'ouverture, sur 40 km, de la faille du Lakagigar, le 8 juin 1783, et expliquait la cause des intoxications par des composés soufrés dans le Nord et l'Est de l'Europe. Avec 110 cratères, 15 km<sup>3</sup> de basaltes émis et 200 Mt de SO<sub>2</sub> projetés dans l'atmosphère de juin 1783 à février 1784 (Thordarson et Self, 2003), l'éruption du Laki est la plus importante du millénaire.

Dans sa dissertation sur le brouillard extraordinaire de 1783, traduite par Lamanon (1784), Toaldo dresse la liste des phénomènes similaires apparus depuis 292 av. J.-C., avec extinction anormale du Soleil et de la Lune et couleur de sang à leur lever: il en trouve douze entre la mort de César et 1549 (au lieu d'un pour Senebier), la plupart d'origine volcanique, comme l'épisode de 1020, dû à l'éruption du volcan Hekla en Islande. Ni Toaldo, ni Senebier n'ont trouvé trace du nuage de 1602, induit par l'éruption du Huaynaputina au Pérou, avec le soleil *tout pasle et mortifere*<sup>41</sup> à Genève, et des pluies excessives durant tout l'automne (Grenon, 2002).

## ■ 7. Perfectionner la Météorologie

Après seulement deux ans de mesures pour l'Académie de Mannheim, Senebier propose, à l'instar d'autres météorologistes, des *Mémoires sur les moyens qu'on pourrait employer pour perfectionner la Météorologie* (Senebier, 1785c). Il publiera un Second Mémoire et deux suites dans les fascicules de Mars, Avril et Mai 1787 du *Journal de Physique* (Senebier, 1787b,c,d). Le thème récurrent est que, si la météorologie fait si peu de progrès, c'est que les moyens mis en œuvre sont insuffisants et inadaptés. Dans l'introduction du second Mémoire, Senebier précise:

<sup>37</sup> Senebier, 1784a, p. 410.

<sup>38</sup> Grenon, 2006, p. 198.

<sup>39</sup> *Ephemerides anno 1783*, p. 431.

<sup>40</sup> *Ephemerides anno 1783*, p. 689.

<sup>41</sup> Piuz & Mottu-Weber, 1990, p. 616.

■ ... j'ai pensé que l'étude des météores étoit très-propre à éclairer les ténèbres de l'atmosphère où ces météores se forment, à faire connoître son influence pour les produire, & ses rapports avec les différentes circonstances qui peuvent les modifier: cette étude qui est indispensable est presque négligée, on a fait quelques observations éparses [...] mais la plupart sont des faits observés à la volée, sans préparation, sans dessein, qui ne permettent qu'un léger degré de confiance [...] Il aurait fallu étudier avec soin chaque météore en particulier, le suivre scrupuleusement dans toutes ses circonstances, chercher ses rapports avec tous les autres, le voir dans le passé, l'analyser dans le présent, l'accompagner dans l'avenir: voilà la philosophie du Météorologue, voilà les ressources qu'il peut employer pour perfectionner la Météorologie.<sup>42</sup>

Le ton est donné, les buts idéaux sont fixés, restent à définir les moyens à mettre en œuvre. Pour Senebier, l'approche instrumentale est clairement insuffisante:

■ On comprend déjà combien des observations faites sous ce point de vue et avec cette méthode, seront plus utiles que les tables météorologiques, qui n'enseignent pour l'ordinaire que l'histoire particulière de deux ou trois pieds cubes pendant trois ou quatre minutes de vingt quatre heures.<sup>43</sup>

Si certains des moyens à mettre en œuvre sont correctement identifiés comme le recours aux documents anciens pour reconstituer les climats du passé, ou l'observation de l'effet du couvert végétal sur les précipitations, dans les pays en voie de défrichement comme l'Amérique du Nord, les méthodes à développer pour atteindre les buts font totalement défaut. Les considérants révèlent à la fois le manque de culture en physique et mathématiques de l'auteur et la présomption naïve que les recettes du laboratoire de chimie sont directement applicables à la solution des problèmes physiques de l'atmosphère. Par exemple:

■ Il y a un phénomène météorologique fort important, dont il me paroît qu'on ne s'est pas suffisamment occupé. Quand on mêle de l'eau froide avec de l'eau chaude dans un vase, il s'y forme bientôt une température proportionnelle à la différence de chaleur des deux eaux mélangées. [...] D'où vient dans une suite de couches perpendiculaires de l'atmosphère y a-t-il tant de différents degrés de chaleur?<sup>44</sup>

Pour Senebier l'air chaud dilaté tend à monter et ne peut s'arrêter qu'en communiquant sa chaleur aux couches traversées. Il est « clair » que cet air sera

suivi d'un autre air plus chaud qui montera plus haut et qu'en fin de compte toute la masse de l'atmosphère doit être isotherme. Senebier ne tient pas compte ici de la loi barométrique, qu'il utilise pourtant pour définir les altitudes. Si une cellule d'air monte par gravité, elle passe dans un milieu plus raréfié et donc se dilate. Sa température va baisser en proportion de l'accroissement du volume. De plus, la conservation de la masse implique qu'une cellule ascendante soit remplacée par une cellule descendante plus froide, qui se réchauffe par compression. Le gradient vertical de température, bien mesuré par Deluc et confirmé par Saussure, de -1° par 157m<sup>45</sup>, est donc maintenu, car l'air réchauffé près du sol se refroidit par rayonnement en haute altitude.

La Suite du Second Mémoire, de mai 1787, consiste en une série de supputations sur les brouillards, les nuages et la rosée. Elle dénote un manque de familiarité avec la dynamique de l'atmosphère et même avec l'hygrométrie, ainsi qu'une absence de méthode de recherche. Un exemple de recherche à l'aveugle:

■ Il conviendrait d'analyser chimiquement l'eau des brouillards dans tous les cas, peut-être obtiendroit-on des résultats utiles.<sup>46</sup>

On est proche de l'alchimie avec la question:

■ Est-ce l'électricité de la rosée qui est la cause pour laquelle quelques corps comme le verre, le plomb, le fer brut, attirent la rosée, tandis que l'or, l'argent, le fer poli, la repoussent?<sup>47</sup>

A la question, encore ouverte en 1787:

■ La condensation de l'air occasionnée par les vents ou par quelqu'autre cause qui le comprime contre quelqu'obstacle, peut-elle causer la pluie?<sup>48</sup>

il répondra dans la *Météorologie pratique* de 1810:

■ ... quand le vent souffle du côté opposé à la montagne: le vent qui comprime alors les nuages contre cet obstacle force l'eau qu'ils contiennent à dégoutter comme l'éponge humide que l'on serre;<sup>49</sup>

Les expériences avec les pompes à vide montraient pourtant que la décompression de l'air humide provoquait le brouillard et que sa recompression évaporait les gouttelettes. Cette erreur d'appréciation est d'autant plus curieuse que Senebier jouissait d'une situation privilégiée pour observer les phénomènes de condensation et d'évaporation générés par le transit d'air humide sur les chaînes de montagne. Lorsqu'une masse d'air saturée franchit la chaîne du Jura à l'ouest de Genève, au flanc sous le vent les gouttelettes s'évaporent à l'altitude à laquelle la

<sup>42</sup> Senebier, 1787b, p. 177.

<sup>43</sup> Ibid., p. 178.

<sup>44</sup> Ibid., p. 180.

<sup>45</sup> Grenon, 2001, p. 152.

<sup>46</sup> Senebier 1787d, p. 331.

<sup>47</sup> Ibid., p. 334, 3°.

<sup>48</sup> Ibid., p. 334, 4°.

<sup>49</sup> Senebier, 1810, p. 3.

chaleur de recompression fait passer l'air en dessous du point de rosée, cf. Fig. 11. Lorsque la même masse d'air franchit l'obstacle suivant, le Salève au SE de Genève, le nuage se reforme à la même altitude sur le flanc au vent. Les nuages lenticulaires sur le Mont-Blanc, symétriques, pronostics de mauvais temps pour Senebier s'ils descendant en altitude, visualisent l'effet de décompression au passage d'un obstacle, un effet déjà compris par Bernouilli en 1739.

Dans la section consacrée aux vents, Senebier ne réalise pas que les réponses quant à leur origine, leurs trajectoires, à la teneur en eau et à la température des masses d'air entraînées, sont toutes des résultats potentiels du programme de l'Académie Palatine.



Fig. 11. Ecoulement laminaire d'air humide du NW, sur la chaîne du Jura, à l'Ouest de Genève. Les filaments des nuages bas tracent les lignes de courant. Les gouttelettes s'évaporent à l'altitude à laquelle la chaleur de recompression désature l'air. (Photo M. Grenon).

## ■ 8. L'Almanach de Senebier

### 8.1 L'essor des almanachs

Les almanachs sont une littérature de colportage diffusée en Europe dès l'invention de l'imprimerie à la fin du XV<sup>e</sup> siècle (Rébétez, 1993). Appréciés pour leurs calendriers des saints, des fêtes et foires, ils sont agrémentés de pronostics variés à l'intention des citadins et gens de la terre, de nature météorologique, astrologique, superstitieuse, ou de simple bon sens. Ils apparaissent dès 1497 à Genève où circule une copie de l'almanach de Paris de 1496, imprimée à Rouen; en 1602 paraissent les *Livrets bleus* imprimés en Champagne; dès 1626 paraît l'*Almanach liégeois* de Matthieu Laensbergh, à caractère ésotérique, qui vaudra plus tard le pamphlet de Voltaire en 1756: *Jusqu'à quel point on doit tromper le peuple*; en 1677, deux *Messagers boîteux* concurrents sont publiés à Bâle, les *Basler hinkende Bote*; en 1708 paraît l'édition française du *Messager boîteux de Berne*, par J.-C. de Meichel à Bâle; en 1748 commence l'édition vaudoise du *Messager boîteux*, par Isaac Chenebier (1665-1734), libraire à Vevey et contemporain d'Isaac Senebier (1665-1735), père de Jean Senebier.

Leur caractéristique commune est de fournir des pronostics météorologiques indifférenciés de l'Espagne aux Pays-Bas. A la fin du XVIII<sup>e</sup>, les almanachs à l'intention des agriculteurs foisonnent: les éditer est faire œuvre d'utilité publique, mais c'est aussi une source de notoriété et de revenus pour leurs auteurs si leurs pronostics s'avèrent en partie fiables.

### 8.2 Les almanachs de Senebier de 1784 et 1785

En possession d'une recette pour calculer un calendrier météorologique perpétuel, cf. sect. 4, Senebier ne pouvait qu'être tenté de se lancer dans l'aventure. Une première édition paraît en 1784 (Senebier, 1784a), intitulée *Almanach météorologique, ou les Pronostics du tems, à l'usage de tous les hommes & sur-tout des Cultivateurs*, in 16°. Une seconde édition, fort augmentée, paraîtra en 1785. Publiée chez Bonant, imprimeur à Genève, sa parution nous est connue par la recension publiée dans le Journal de Physique de l'Abbé Rozier de juin 1786:

■ Il n'y a point d'homme qui n'ait eu souvent lieu de désirer une connaissance solide des variations du temps, (*dit le savant Auteur de cet Almanach, M. Sennebier*), mais il n'existe point de signes certains qui puissent les annoncer. On n'a que des probabilités plus ou moins grandes, qui sont le résultat d'observations longues et multipliées, tirées de l'état du ciel plus ou moins serein, des vapeurs et des brouillards, de l'apparence du Soleil, de la Lune et des étoiles, des vents &c. Le baromètre fournit aussi des indications, mais qui ne sont pas non plus exemptes d'erreur. M. Sennebier rapproche ces différents moyens, & fait voir jusqu'à quel point on peut y compter.<sup>50</sup>

Senebier placera dans ce volume les tables des hauteurs moyennes du baromètre en fonction de l'élévation sur le niveau de la mer, de Jean-André Deluc, avec une description de la méthode pour déterminer l'altitude des montagnes entre 0 et 4500 m au moyen de baromètres et thermomètres. Ce sujet occupe la majeure partie de la recension.

<sup>50</sup> Journal de Physique de l'Abbé Rozier, XXVII, pp. 466-467.

<i>Janvier</i>	6. 1.	○ <del>5</del> — NWW. beau temps.
11. apog.	11.	○ <del>2</del> — VNW. variable.
19.	19.	○ <del>iii</del> — NO variable.
28. périg.	26.	○ <del>8</del> — O beau temps.
<i>Février</i>	6. 2.	○ <del>1</del> — NWW. beau temps.
11. apog.	10.	○ <del>m</del> — NWW. variable.
23. périg.	18.	○ <del>X</del> — ONO variable.
25.	25.	○ <del>II</del> — N beau temps.
<i>Mars</i>	6. 1.	○ <del>mp</del> — NNO beau temps — pluie.
10. apog.	12.	○ <del>x</del> — NWN. beau temps.
24. périg.	19.	○ <del>X</del> — ONO pluie — beau temps.
26.	26.	○ <del>3</del> — S variable.
<i>Avril</i>	6. 2.	○ <del>2</del> — SWN beau temps — pluie.
7. apog.	10.	○ <del>3</del> — SWN beau temps.
21. périg.	18.	○ <del>V</del> — OSO pluie, beau temps.
24.	24.	○ <del>2</del> — SSO variable.
<i>Mai</i>	6. 2.	○ <del>m</del> — SSW. beau temps. pluie.
5. apog.	10.	○ <del>iii</del> — SSO beau temps.
19. périg.	17.	○ <del>8</del> — SO pluie, beau temps.
24.	24.	○ <del>mp</del> — WSW variable.

Fig. 12. Extrait du Prognosticon pour l'année 1787, établi par Stengel d'après les règles de Senebier, avec indication des dates des phases de la Lune, de sa position dans le Zodiaque et des dates des périées et des apogées. Les étoiles rouges repèrent les pronostics erronés selon Stengel (BGE Ms suppl. 1040, folio 189).

L'almanach de Senebier sera traduit en allemand, selon Huta<sup>51</sup>. Aucun exemplaire des trois premières éditions de l'almanach n'a pu être retrouvé à Genève, ni à Zürich, Paris, Strasbourg, Leiden, La Haye, Pavie ou Munich.

La partie astro-météorologique est toutefois connue grâce à l'analyse qu'en a faite Stefan de Stengel, fondateur de la Société météorologique Palatine<sup>52</sup>. Dans sa lettre du 25 décembre 1786, Stengel, après les politesses d'usage, entre dans le vif du sujet<sup>53</sup>:

Etant une fois résolu d'étudier votre système, et de le suivre à l'aide des observations, j'ai commencé par me composer des tables. Je les joins ici, vous priant de les examiner, de me dire où j'ai saisi l'esprit de vos règles, & où j'ai tort. Il m'était absolument impossible de ranger la théorie des mondes dans les mêmes tables et jusqu'à présent je n'ai trouvé pour celle ci, & pour l'action des périées et périhéliées d'autres moyens que des formules algébriques, pour les rendre également palpables & faciles dans l'application.

<sup>51</sup> Huta, 1997, p. 68.

<sup>52</sup> Huta, 1997, p. 481, a confondu S. de Stengel avec E. de Stengel, l'auteur du Catalogue raisonné des estampes de F. Kobell, Nuremberg, 1822 (lettre mal référencée à la BGE).

<sup>53</sup> Lettre de Stengel à Senebier, du 25 décembre 1786 (BGE Ms suppl. 1040, folio 187).

<sup>54</sup> Plantamour, 1863, p. 147.

Pour vous montrer enfin, Monsieur, jusqu'où j'ai pu avancer dans cette matière, je joins à mes tables un échantillon d'une application de vos règles au cours de l'année prochaine. cf. Fig. 12.

Stengel repère l'incohérence déjà relevée par Toaldo huit ans plus tôt, cf. sect. 4 et Fig. 13:

Je ne sais si c'est fondé dans la théorie, ou si c'est le hasard seulement de la constellation, qui fait que depuis la moitié du mois de mars, jusqu'au commencement de septembre, nous ne devrions jamais avoir un seul vent du Nord, & de même, depuis le commencement de l'année jusqu'à la moitié de mars, & depuis la moitié d'octobre jusqu'à la fin de l'année, point de Sud.

Et concrètement et plus critique encore:

En outre, les vents de Nord et Nord Est nous donnent dans ce pays régulièrement un temps serein & constant, et les vents du Sud Ouest infailliblement des pluies. C'est pourquoi j'ai marqué dans le pronostic avec des étoiles rouges les exceptions à la règle.

Il poursuit par une comparaison des pronostics de divers almanachs, peu favorable à celui de Senebier:

Depuis ma dernière lettre, j'ai eu l'occasion de comparer les règles météorologiques que M. Schroeder nous a envoyées de Petersbourg avec celles que M. Hahn avait insérées dans son Almanach de l'année 1774. Elles se ressemblent tellement qu'on dirait qu'ils ont puisé à la même source.

Du reste les règles de Schroeder se sont encore une fois bien accordées à l'expérience, elles ont parfaitement bien marqué les neiges, & le froid que nous venons d'avoir à la fin de mars[...]

L'aspect le plus curieux de l'approche de Senebier est le crédit qu'il accorde à l'astrologie, à l'encontre des faits d'observation les plus patents: en effet, les situations qui apportent le beau temps ou la pluie à Munich sont les mêmes qu'à Genève. Aux situations de bise sèche du NE, correspondent des épisodes de beau temps durable, alors que les vents du SO apportent la pluie, ce que Senebier décrit par ailleurs très bien dans sa *Météorologie pratique* de 1810.

Les situations de bise sont l'une des caractéristiques du climat de Genève, où ce vent acquiert sa plus grande force dans l'étroiture entre le Jura et les Préalpes. Dans sa remarquable étude sur le climat de Genève, Plantamour<sup>54</sup> fournit les fréquences des vents par secteur de vent et par mois. Pour les mois d'été (JJA), on a 27% de vents du secteur oriental NNE à SSE, et 38% du secteur occidental SSO à NNO. Si l'on considère les secteurs élargis N à SSE et S à NNO, les pourcentages s'égalisent presque, avec 43

I <sup>e</sup> Tab. Direction des vents produite par la situation du Soleil, & de la Lune dans le Zodiaque												
Signes du Zodiaque	V	S	II	III	IV	mp	—	m	x	z	w	E
Vents produits par le Soleil	050	50	S	S	S0	050	ONO	No	N	N	NO	ONO
Vents produits par la Lune	S	WSW	WSW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	WSW	S	S

II <sup>e</sup> Tab. Direction des vents produite par l'action composée du Soleil & de la Lune												
quartiers de Lune dans les Signes du Zodiaque	V	S	II	III	IV	mp	—	m	x	z	w	E
○	050	50	S	S	S0	050	ONO	No	N	N	NO	ONO
☽	NW	O NNW	N	S	SS0 SSW	SWW	WSW	SSW SS0	S	050	050 00N	0
○	S00	SS0 SSW	W	NNW	NNW NNO	NNO	SWS	SWW	SSW	SSW SS0	SS0	SS0
☾	S	SS0 SW	WW	NNW	NNW N	NNW	NNW	N	WW	SWS	SW SS0	S

Note. ou il se trouvent deux vents différents l'un sur l'autre, le premier doit régner au commencement, le second à la fin du quartier.

Fig. 13. Table I dessinée par S. de Stengel (1786) d'après les règles de Senebier, donnant la direction d'où viennent les vents poussés par le Soleil et par la Lune, en fonction de la position de ces astres dans le Zodiaque.

Table II donnant la direction des vents produits par l'action composée du Soleil et de la Lune, en fonction des phases de la Lune. Quand il y a deux indications par case, celle du haut vaut pour la première moitié du signe, celle du bas pour la seconde. On notera dans les deux tables l'absence de vents du secteur oriental (NNE, NE, E, SE, SSE) (BGE Ms suppl. 1040, folio 188).

et 41% respectivement. La haute fréquence de vents des secteurs NNE à SSE reflète donc un phénomène normal, mais non prévu par le modèle astro-météorologique de Senebier, ce qui l'invalide totalement. La contradiction est d'autant plus étonnante que Senebier relevait lui-même les secteurs de vent pour l'Académie de Mannheim. Dans sa *Météorologie pratique*<sup>55</sup>, Senebier décrira finement, bien plus tard, les divers régimes des vents à Genève, inclusivement ceux des secteurs E et NE, et leur valeur en tant qu'annonciateurs de beau ou mauvais temps.

La Fig. 14 illustre la manière dont a été traité le problème de raccordement du calendrier lunaire au calendrier solaire, ce dernier étant calé sur les mois civils plutôt que sur les équinoxes et solstices. Selon qu'une phase lunaire (NL, PQ, PL, DQ) tombe en début ou en fin de mois civil, le calendrier météorologique de Senebier peut être décalé de quatre semaines, tout comme la fête de Pâques. Ce décalage est considérable et peu vraisemblable, car il correspond au tiers d'une saison météorologique (l'hiver météo-

rologique, DJF, est centré sur l'époque du minimum de température à mi-janvier, l'été, JJA, sur son maximum à mi-juillet).

## 9. La Météorologie pratique

L'ultime traité de Senebier, la *Météorologie pratique à l'usage de tous les hommes et surtout des Cultivateurs; Avec des considérations générales sur la Météorologie et sur les moyens de la perfectionner* est un curieux ouvrage, au contenu hétéroclite, publié par J.-J. Paschoud après la mort de Senebier, survenue en 1809.

### 9.1 Les buts de l'ouvrage

Dans l'Introduction, Senebier annonce que cet ouvrage est censé apporter à un large public, entre autres sujets, des pronostics ayant

... un degré de certitude assez grand pour inspirer de la confiance et fournir les secours nécessaires à l'agriculteur, au négociant, à l'artiste, au voyageur, au malade et à l'homme de plaisir.<sup>56</sup>

<sup>55</sup> Senebier, 1810, pp. 126-130.

<sup>56</sup> Senebier, 1810, p. 12.

Phases de la Lune	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
●	variable	variable	pluie beau t.	pluie beau t.	pluie beau t.	beau t.	beau t.	beau t.	beau t.	beau t.	variable	pluie pluie
☽	beau t.	beau t.	variable	variable	variable	beau t.	beau t.	beau t.	variable	variable	variable	beau t.
○	beau t.	beau t.	beau t.	beau t.	beau t.	variable	variable	variable	pluie beau t.	pluie beau t.	pluie beau t.	beau t.
☾	variable	variable	beau t.	beau t.	beau t.	variable	variable	variable	beau t.	beau t.	beau t.	variable

Note. ou il y a dans la même colonne deux tems marqués l'un sur l'autre, il veut dire que le temps sera tel au commencement, & l'autre à la fin de la lunaison.

Fig. 14. Table III de Stengel donnant le type de temps entre deux phases lunaires consécutives durant les divers mois de l'année civile. Lorsqu'il y a deux indications par case, celle du haut vaut pour la première moitié du quartier; celle du bas pour la seconde (BGE Ms suppl. 1040, folio 188).

C'est avant tout une météorologie pratique qu'il veut faire connaître, à ses concitoyens en premier lieu:

... ce seront donc les observations de quelques cultivateurs philosophes, de quelques paysans intelligents, de quelques bateliers expérimentés que je veux rassembler; ce sont les pronostics dont j'ai éprouvé la justesse que je recommanderai particulièrement. On doit sentir déjà que ce recueil sera surtout utile à ceux qui habitent les bords riants de notre lac, parce que ce genre de science ne saurait être dans toutes les parties du globe d'une utilité rigoureusement générale [...]. Mais qui pourrait me savoir mauvais gré d'avoir voulu être surtout utile à mes compatriotes et à mes voisins?<sup>57</sup>

On pourrait être touché par tant d'altruisme et de dévouement à sa patrie, si le contenu de l'ouvrage correspondait à un savoir accumulé localement, fruit d'une longue série d'observations. On verra que, selon les parties de l'ouvrage, la réalité est très différente. L'introduction se poursuit par une condamnation sans appel de la météorologie instrumentale:

... les conséquences que l'on tire des observations que l'on peut faire sont tout au plus probables pour les lieux et le moment où l'on observe, et sont à peine vraisemblables quand on veut bâtir avec elles quelque théorie générale: c'est au moins ce que les efforts inutiles de quelques beaux génies, de patients et laborieux observateurs, et de sociétés savantes dévouées uniquement à la météorologie ont

démontré d'une manière effrayante pour tous ceux qui osent encore s'appliquer à ce genre de recherche.<sup>58</sup>

Il n'y aurait donc rien à espérer des méthodes pratiquées, ni pour la prévision à court et à moyen terme, ni pour la connaissance du fonctionnement de l'atmosphère. Lui-même a perdu son temps en effectuant des mesures soignées durant huit ans de sa vie.

## 9.2 Les pronostics à l'aide des instruments

Cette section reprend le thème de l'inutilité de la météorologie instrumentale, telle qu'elle a été développée depuis deux siècles:

L'Académie météorologique de Mannheim, qui s'était dévouée généreusement à ce genre de travail, qui a tourmenté les observations météorologiques de toutes les manières pour les rendre utiles, et qui auroit atteint ce but s'il avoit été possible de l'atteindre, a prouvé seulement, par l'inutilité même de ses grands et savans efforts, ce que je viens d'énoncer; mais cela même seroit une obligation que l'on doit lui avoir.<sup>59</sup>

Senebier se défie des instruments eux-mêmes: il croit encore que le baromètre ne mesure pas que le poids de l'air, mais qu'il est également sensible à son contenu en vapeurs, à son ressort, à des phénomènes liés aux mouvements de la Terre, et au cosmos en général. La composition de l'air était pourtant reconnue comme quasi-constante depuis Saussure et Lavoisier. Le pourcentage de vapeur d'eau – la vapeur la plus commune – avait été mesuré soigneu-

<sup>57</sup> Ibid., pp. 16-17.

<sup>58</sup> Ibid., pp. 8-9.

<sup>59</sup> Ibid., p. 21.

sement par Saussure (1783), un quart de siècle plus tôt: au niveau du sol, à 10 °C, la saturation en eau n'a baisse la densité de l'air que de 0.4% et bien moins en altitude. Le méthane, CH<sub>4</sub> et le CO<sub>2</sub> à l'état de traces<sup>60</sup>, n'ont pas d'impact mesurable sur la pression barométrique. La notion de ressort de l'air est un reliquat d'une ancienne conception des mouvements atmosphériques globaux, à savoir: lorsque le Soleil passe de l'hémisphère Sud au Nord, il comprimerait l'air vers le pôle Nord; l'air se contracterait en gagnant du ressort, une surpression qui se détendrait en quelques mois. Ce concept, encore admis par Saussure, était déjà rejeté par J.-A. Deluc.

La suite de cette section est en contradiction avec le texte introductif. Senebier démontre en effet que l'on peut efficacement pronostiquer le temps à partir d'observations visuelles, si elles sont complétées par celles du baromètre, du thermomètre et, selon les cas, de l'hygromètre. Les pronostics sont de bonne venue: ils témoignent d'une longue pratique des mesures instrumentales, couplée à l'observation attentive de l'état du ciel. Les corrélations entre les variations instrumentales d'une part, et celles de la nébulosité, de la vitesse et de la direction des vents, de l'intensité et la durée des précipitations d'autre part, bien qu'empiriques, correspondent bien à la réalité météorologique du bassin genevois. Elles permettent une prévision relativement fiable sur le court terme. Elles sont assurément la contribution la plus originale et pertinente de Senebier dans le domaine de la météorologie locale. Et curieusement, elles justifient à posteriori l'usage des instruments!

Les pronostics sont formulés avec une prudence extrême, voire cauteleuse, qui leur ôte toute valeur de règle et permet de se dédire en cas d'erreur:

■ En général il paraît que l'on peut assez probablement présumer le beau temps dans notre pays lorsque le mercure sera au-dessus de sa hauteur moyenne, et soupçonner la pluie s'il est au-dessous.<sup>61</sup>

<sup>60</sup> A l'ére préindustrielle, le taux de méthane était de 780 parties par milliard, celui de CO<sub>2</sub> de 0.28%.

<sup>61</sup> Senebier, 1810, p. 30.

<sup>62</sup> Ibid., p. 42.

<sup>63</sup> Aratos de Soles, poète grec du III<sup>e</sup> siècle av. J.-C., auteur des *Phénomènes*, a versifié un traité sur les pronostics d'Eudoxe de Cnide, lui même inspiré d'un ouvrage d'époque aristotélicienne.

<sup>64</sup> Toaldo 1784, p. 313.

Senebier (1810)	Toaldo (1784)
I. Du soleil	Art. VII
II. De la Lune	Art. VIII
III. Des étoiles	Art. IX
IV. La couleur du ciel	
V. Des vents	
Observations particulières	Art XI
Observations tirées des animaux et des végétaux	Art. X.
	---
	Signes tirés des animaux.

Table 3. Présentation comparée des pronostics de Senebier (1810) et de Toaldo (1784). La section sur les végétaux chez Senebier relève de la phénologie pure et n'a pas sa place dans un chapitre sur les pronostics.

La qualité d'un pronostic est évaluée comme suit:

■ ... la probabilité de l'augure sera, jusqu'à un certain point, proportionnelle au nombre de signes qui concourent pour l'annoncer.<sup>62</sup>

La recette est reprise du poème d'Aratos<sup>63</sup>, publié en appendice à la traduction en français de l'*Essai Météorologique* de Toaldo (1784):

■ Ne méprise aucun de ces pronostics, & tâche d'en observer plusieurs à la fois! Deux présages t'approchent de la certitude, s'ils s'accordent à prédire le même événement; mais trois te permettent à peine de douter.<sup>64</sup>

Senebier présente ensuite, comme dans les éditions précédentes, des tables pour le calcul de la hauteur des lieux, recalculées par le physicien M.-A. Pictet.

### 9.3 Les pronostics sans l'aide d'instruments

Dans cette section, censée présenter les observations de quelques cultivateurs, paysans et bateliers expérimentés des bords du Léman, Senebier s'inspire très largement, sans le citer, de l'*Essai Météorologique sur la véritable influence des Astres, des saisons et changements de temps*, réédité par Toaldo en 1781 et traduit en français par Daquin (Toaldo, 1784).

La partie consacrée aux indices utiles pour pronostiquer le temps suit à peu près l'ordre de présentation de Toaldo, cf. Table 3. A l'intérieur de chaque article, Senebier sélectionne quelques pronostics valables, pense-t-il, pour la région de Genève. Il traite séparément ou combine les aphorismes de Toaldo, les reformule et leur adjoint une explication d'apparence scientifique. Par exemple, pour Toaldo, c'est signe de mauvais temps:

- 1°. Si le Soleil, à son lever, envoit des rayons avant de paroître.
- 2°. Si le Soleil en se levant paroît plus grand que de coutume, ou de figure qui approche de l'ovale.<sup>65</sup>

Chez Senebier, ces pronostics deviennent:

- Si le Soleil laisse voir ses rayons trop long-temps avant que son disque paroisse, c'est signe de pluie, parce que les vapeurs abondantes qui sont mêlées ou dissoutes dans l'air peuvent produire cet effet.
- Enfin quand le Soleil paroît plus grand à l'horizon qu'on le voit à l'ordinaire, c'est un signe certain de pluie; l'augmentation des vapeurs dans l'air, qui sont cause de la pluie, sont aussi la cause qui rompt davantage les rayons de lumière et qui accroît ainsi à nos yeux la grandeur de l'astre que les rayons rompus davantage nous représentent.<sup>66</sup>

Les gloses de Senebier sont banales – l'augmentation d'humidité cause la pluie – et souvent incorrectes: pour le second pronostic, l'accroissement de la teneur en eau diminue légèrement la réfraction au lieu de l'augmenter et ne modifie pas le diamètre horizontal du Soleil. Les gloses diluent le propos et font perdre le caractère de proverbe, facile à mémoriser. Plusieurs des pronostics retenus par Senebier requièrent un horizon libre pour être observables – mer ou plaine padane –; ils sont de ce fait invisibles à Genève à cause des montagnes. Ceci confirme, s'il le fallait, leur origine non locale.

Parmi les pronostics tirés du comportement animal, Senebier rapporte un signe non retenu par Toaldo:

- Les poux qui vivent aux dépens des oiseaux paroissent les inquiéter beaucoup plus avant la pluie: au moins on voit alors, dans les basses-cours et dans les cages, les oiseaux occupés plus particulièrement à s'en délivrer.<sup>67</sup>

Ce signe est repris d'Aratos<sup>68</sup>, qui écrit qu'avant l'arrivée de la pluie:

- Les oiseaux domestiques nés du coq s'épouillent avec soin et caquètent à pleine voix, [imitant] le bruit de l'eau qui tombe en gouttes précipitées.

<sup>65</sup> Ibid., p. 284.

<sup>66</sup> Senebier, 1810, p. 107.

<sup>67</sup> Ibid., 1810, p. 152.

<sup>68</sup> Aratos, 1998, v. 960-962.

<sup>69</sup> Aratos, 1998, v. 943-944.

<sup>70</sup> Senebier, 1810, p. 151.

<sup>71</sup> Virgile, *Géorgiques* I, vv. 383-386.

<sup>72</sup> Homère, *Iliade*, II, v. 460.

<sup>73</sup> Ce sont pourtant les variations d'activité du Soleil, repérables par le nombre de taches solaires, qui sont responsables des Petits-Ages glaciaires.

<sup>74</sup> Senebier, 1810, p. 100.

### Le signe d'Aratos:

- ... souvent [avant l'arrivée de la pluie] les oiseaux d'eau des marais ou de la mer se font tremper inlassablement en se jetant sur les eaux.<sup>69</sup>

devient chez Senebier:

- On voit les oiseaux d'eau frémir de plaisir à l'arrivée de la pluie.<sup>70</sup>

C'est Virgile qui nous donne l'origine géographique du dicton, dans le premier livre des *Géorgiques*:

- En outre les oiseaux de mer aux plumages variés et ceux des étangs d'eau douce, qui explorent à l'entour des prés asiens du Calystre, aspergent à l'envi leurs épaules d'abondantes ablutions<sup>71</sup>

Le Calystre, fleuve de Lydie (Anatolie occidentale), était peuplé de cygnes, de grues et d'oies au temps d'Homère<sup>72</sup>. Ici, les véritables informateurs de Senebier sont nés bien loin des rives du Léman.

Dans l'article sur *Les Vents*, Senebier ne peut transposer les indications de Toaldo, et encore moins celles d'Aratos, les vents de la Lombardie ou de l'Égée n'ayant pas la même signification en matière de prévision que ceux du Plateau suisse. Il fournit des informations tout à fait pertinentes sur les vents observés dans le bassin genevois et le type de temps qu'ils annoncent. Parmi les signes divers, le comportement des nuages sur les Alpes, le Môle et le Vuache est finement observé et interprété.

### 9.4 Le reniement de l'influence de la Lune?

Senebier a supprimé l'almanach météorologique lunisolaire dans l'édition posthume de 1810. Il se distanciera par trois fois des savants qui croient en une influence des phases et distances lunaires, mais sans apporter les arguments contraires. Son alignement sur les idées du moment ne semble pas entamer sa conviction intime quant à l'existence d'effets de la Lune. L'affirmation suivante, auto-contradictoire, en est une bonne illustration:

- ... quoique je croie qu'il y a une action réelle du soleil et de la lune sur l'atmosphère, je ne puis imaginer que les tâches variables du soleil influencent sur la température de nos saisons<sup>73</sup>, et que le soleil et la lune, dans leurs révolutions, agissent sur les changements dans l'état météorologique de l'atmosphère.<sup>74</sup>

La Lune agirait donc, mais d'une manière qui reste à découvrir. Plus loin, revient l'argument d'autorité des savants éminents et du poids de la tradition validée par son ancienneté:

■ ... mon opinion, que je ne voudrois pas établir ici avec les preuves qui me la font adopter, ne sauroit infirmer celle des grands hommes qui en ont une parfaitement opposée, et qui a pour elle la plus haute antiquité.

Dans le chapitre sur les pronostics, Senebier se défend d'avoir une attitude prosélyte:

■ En déclarant que je ne donne aucune confiance aux augures que l'on tire des diverses circonstances où la lune peut se trouver dans ses diverses phases, je n'ai point voulu combattre ceux qui croient que la lune, dans ces circonstances, peut avoir une influence décidée.<sup>75</sup>

Pour cette raison, il redonne les aphorismes les plus populaires sur les effets de la Lune. Mais plus loin, il identifie la croyance en l'existence de révolutions cycliques, qui ramènent les mêmes situations météorologiques, comme étant l'un des obstacles au progrès de la météorologie, tout en réservant son opinion sur la question:

■ Je suis bien peu disposé de prononcer sur les opinions des savans illustres qui ont cru devoir adopter ces révolutions de la lune pour ramener avec elles des tems semblables à ceux que l'on a pu observer dans les différentes époques; il me paroît que le procès n'est pas décidé.<sup>76</sup>

Il propose enfin diverses mesures à effectuer en divers sites, et à leurs antipodes pour, croit-il, clarifier le problème.

En réalité, les arguments en faveur d'un changement de temps aux phases de Pleine et Nouvelle Lune résultent pour la plupart d'un biais de sélection statistique. Par exemple Lambert, puis Toaldo, testent l'occurrence d'un changement de temps à une phase donnée, avec une marge de part et d'autre de la phase ( $\pm 3.5$  j pour Lambert,  $\pm 2.5$  j pour Toaldo). La probabilité d'un changement de temps est toujours supérieure à 1 si la durée d'une situation météorologique est inférieure à l'intervalle adopté (7 et 5 jours respectivement); ce qui est bien le cas, car le temps change en moyenne tous les trois jours en Europe centrale (Rébétez, 1993).

### 9.5 Le calendrier botanique naturel

Senebier a constamment prôné la construction d'un calendrier naturel, basé sur l'époque de feuillaison et floraison d'arbres et de plantes indicatrices, pour

définir les temps des travaux de la campagne – un calendrier bien plus utile que

■ ... nos insignifiantes observations du thermomètre; celles-ci n'indiquent que la température de l'air dans le moment où on les fait; celles-là montreraient l'influence de la chaleur de la Terre sur la végétation elle-même, elle n'est point proportionnelle à la température du moment, mais à la chaleur emmagasinée, dont les progrès des plantes sont la meilleure mesure.<sup>77</sup>

Senebier s'inspire largement du travail de Berger, publié par Linné (1756), qui fournit les arguments en faveur d'un tel calendrier et un *Calendarium Flora*, établi d'après les phases végétatives des plantes cultivées au Jardin botanique d'Uppsala, telles qu'observées en 1755. Ce calendrier botanique est enrichi d'indications de nature zoologique. Senebier rappelle que, pour Linné (1753),

■ ... le bouleau indiquait en Suède par sa feuillaison, le temps de semer l'orge; mais comme Adanson l'observe, pour rendre ces observations utiles, il faudrait un terme moyen entre les plantes les plus hâties de la même espèce, & celles qui le sont le moins; remarquer les différences entre les années les plus précoces & les plus tardives...

Senebier feint d'ignorer que cette recherche a été déjà réalisée par Adanson, qui a publié en 1763 les quantités de chaleur accumulée nécessaires à la feuillaison, floraison et maturité des variétés hâties et tardives, et donné les dates moyennes (sur 10 ans) des floraisons et maturation des fruits, observées aux environs de Paris. Adanson, tout comme Linné, est très conscient des effets de latitude et longitude: les produits de Provence sont plus précoces que ceux de Paris de trois semaines au printemps et quatre à l'automne, ceux de Paris plus précoces que ceux d'Uppsala (Suède) d'un mois<sup>78</sup>. Pour Adanson, un calendrier naturel établi à Uppsala n'est valable que localement. Senebier affirme dans la *Physiologie*

■ qu'il serait facile de faire, pour les agriculteurs & les jardiniers, un thermomètre d'une grande utilité, en notant à côté de ses différents degrés celui qui convient à la feuillaison de quelques plantes communément observées dans ce but;<sup>79</sup>

Dans la *Météorologie pratique*, Senebier rappelle d'abord l'existence de seuils pour le démarrage de la végétation, soit, pour les arbres, plusieurs jours à 9 à 10°R, sans baisse en dessous de 6 à 7°R. Pour le froment, l'orge, l'avoine, le seigle, il suffit de plusieurs jours à 8 à 10 degrés et d'absence de gel la nuit. Senebier associe ensuite des températures, cf. Fig. 15, aux dates de feuillaison et floraison de diverses plantes, observées en 1755 par Berger, au Jardin botanique d'Uppsala (Linné, 1756). Le choix des

<sup>75</sup> Ibid., p. 115.

<sup>76</sup> Senebier, 1810, 186.

<sup>77</sup> Senebier, 1800, p. 233.

<sup>78</sup> Adanson, 1763, pp. 102-109.

<sup>79</sup> Senebier, 1800, p. 236.

espèces reprises de Berger n'est pas optimal pour Genève: par exemple *Crocus sativus*, qui fleurit au premier printemps par 4-5°R, est le crocus de Naples, absent de Genève et environs (la variété stérile de *C. sativus* est le safran, qui fleurit à fin octobre), *Primula auricula* est une plante des rocallles calcaires de moyenne montagne et *Fritillaria meleagris*, une espèce des prés tourbeux du Jura français, alors que les espèces les plus aisées à observer comme les corydalas, le pissenlit ou le muguet ne sont pas retenues. Ceci révèle une méconnaissance de la flore régionale de la part de Senebier, plus intéressé à la physiologie végétale qu'à la systématique même élémentaire. Peu au fait de la zoologie, Senebier ne traduit pas *Motacilla alba*, un oiseau connu de tous sous le nom vernaculaire de bergeronette grise. Il ne traduit qu'à moitié *Rana temporaria* en écrivant la grenouille appelée *temporaria*, qui est la grenouille rousse pour le vulgaire.

164 MÉTÉOROLOGIE	
groseiller épineux , le cassis , le bois de Sainte-Lucie , le prunier , le noisetier prennent des feuilles .	
A 12 degrés , le fraisier , la dent-de-lion , la benoite fleurissent avec les choux , les fritillaires , le pastel et la scorsonère .	
A 15 degrés , le groseiller épineux , la jusquiamo et la sève fleurissent .	
A 14 degrés , l'oseille , le cerfeuil , le trèfle fleurissent .	
A 15 degrés , le chêne , l'épine-vinette , les pois fleurissent .	
A 16 degrés , les sapins fleurissent ; les pruniers , les cerisiers , les poiriers prennent des feuilles .	

Fig. 15. Extrait des relations entre température et floraison ou feuillaison d'espèces sauvages et cultivées, établies à partir des dates observées en 1755 par Berger au Jardin botanique d'Uppsala.

178 MÉTÉOROLOGIE		PRATIQUE. 179			
GRAINS ET LÉGUMES.	Circonstances de la végétation.	Époques de ces circonstances.	Plus grande chaleur.	Moindre chaleur.	Chaleur moyenne.
Avoine . . . . .	{ Grappes . . . . .	16 Juin	23	4, 6	12, 7
	{ Maturité . . . . .	1 Août	25, 6	8, 7	15, 5
Froment . . . . .	{ Épis . . . . .	16 Juin	23	4, 6	12, 7
	{ Fleurs . . . . .	20 —	23, 1	4, 5	12, 8
Orge . . . . .	{ Épis . . . . .	10 Août	25, 3	8, 7	15, 7
	{ Maturité . . . . .	20 Juin	23, 1	4, 5	12, 8
Seigle . . . . .	{ Épis . . . . .	1 Août	25, 6	8, 7	15, 5
	{ Fleurs . . . . .	1 Mai	16	-0, 2	7, 7
Fèves de marais . . . . .	{ Fleurs . . . . .	25	22	2, 6	4, 4
	{ Maturité . . . . .	25 Juillet	25, 6	8, 7	15, 5
Pois . . . . .	{ Fleurs . . . . .	13 Mai	20	2, 3	9, 6
	{ Maturité . . . . .	14 Juin	23	4, 6	12, 7
	{ Fleurs . . . . .	30 Avril	18	-0, 2	7, 7
	{ Maturité . . . . .	26 Mai	22	2, 6	11, 4

Fig. 16. Table propre à faire connaître le temps – Arbres non-frutiers – avec la plus grande, moindre et moyenne chaleur en °R, in Météorologie pratique (Senebier, 1810).

Senebier propose ensuite des *Tables Propres à faire connoître le tems*<sup>80</sup>, avec, pour les diverses « circonstances » botaniques et zoologiques, la date au jour près, et les températures maximale, minimale et moyenne observées à cette date, au dixième de degré près. Le modèle imité est celui des Tables d'Adanson (1763), qui fournissent les températures intégrées (la somme des jours x T) pour les espèces hâties et tardives, ainsi que la valeur moyenne. Indiquer les extrema de température est une curiosité conceptuelle car, si la température est plus basse ou plus élevée que la moyenne, c'est la date qui sera plus tardive ou hâtive. Aucune plante ne fleurit aux températures minimales données: les pois précoces ne s'épanouissent pas à -0.2°R, ni les violettes à -2°R.

Les tables se rapportent aux

- arbres fruitiers (avec les fraisiers);
- arbres non-frutiers (avec les violettes);
- grains et légumes, Fig. 16;
- dates de migration des oiseaux et d'apparition de quelques insectes, Fig. 17.

Le choix des insectes est pour le moins curieux: les Chenilles apparaissent le 4 avril, indépendamment de l'espèce de papillon; les hannetons, le 22 avril, mais une fois tous les quatre ans seulement; les cantharides, le 20 mai, mais il faut gauler les frondaisons des frênes pour faire tomber ces discrets coléoptères<sup>81</sup>.

<sup>80</sup> Senebier, 1810, pp. 172-181.

<sup>81</sup> Les cantharides étaient recherchées pour la préparation d'un aphrodisiaque aussi prisé que dangereux: les pilules de Richelieu.

180 MÉTÉOROLOGIE		PRATIQUE. 181				
OISEAUX DE PASSAGE.	Circonstances de leur vie.	Époques de ces circonstances.	Plus grande chaleur.	Moindre chaleur.	Chaleur moyenne.	
Alouette . . . . .	Chante . . . . .	26 Février	10, 4	-4, 7	3, 1	
Chauve-souris . . . . .	{ Paroît . . . . .	15 Mars	12, 4	-2, 6	4, 3	
Loriot . . . . .	Disparaît . . . . .	23 Octobre	17, 8	1, 7	9, 3	
Caille. . . . .	Chante . . . . .	12 Avril	16	-1	6, 3	
Coucou. . . . .	{ Chante . . . . .	20 ——	18	0	7, 7	
Hirondelle. . . . .	{ Cesse . . . . .	11 ——	16	-1	6, 3	
Rossignol. . . . .	{ Paroît . . . . .	30 Juin	24, 1	6, 5	14	
	{ Disparaît . . . . .	10 Avril	16	-1	6, 3	
	{ Chante . . . . .	1 Octobre	18, 2	2, 7	10, 3	
	{ Cesse . . . . .	9 Avril	16	-1	6, 3	
INSECTES.	Paroissent. . . . .	20 Mai	21, 8	2, 7	11, 2	
Cantharides . . . . .	—	4 Avril	14, 5	-1, 5	5, 6	
Chenilles. . . . .	—	22 ——	18	0	7, 7	
Hannetons . . . . .	—					

La comparaison des températures de Senebier avec celles des tables de Plantamour (1863) montre qu'il utilise des températures journalières moyennes, valables pour Genève, qui culminent à 15.0°R à mi-juillet. Dans les Tables de Senebier, elles continuent à croître jusqu'à mi-août pour atteindre 15.7°R, au lieu de baisser à 14.3°R, comme observé. Cette distorsion de la courbe de température permet d'avoir une échelle de température toujours croissante avec le temps durant l'intervalle de définition des «circonstances», et d'éviter ainsi les ambiguïtés de date pour une température donnée. A la différence de Berger, Senebier ne propose pas de «circonstances» pour la fin de l'été et l'automne, hormis celle de la maturation des châtaignes.

A l'examen, la relation Température moyenne versus «circonstances» déduite de Linné (1756) est incohérente avec les données des Tables «circonstances» versus date. Dans le premier cas, les températures moyennes culminent à 18° dans le second à 15.7°. Les désaccords sont sérieux: le fraisier fleurit par 7.7°R, le 20 avril selon les Tables, mais par 12° d'après Linné, soit le 1<sup>er</sup> juin; ou encore: le coucou chante le 11 avril par 6.3°R, et d'après Linné par 13°R, soit le 10 juin, alors qu'il chante le 12 avril à Uppsala selon Berger. Senebier a simplement «oublié» que les botanistes suédois utilisent l'échelle de température de Celsius, Suédois lui-même, et n'a pas converti les °C en °R!

Les dates des *Tables* coïncident à une semaine près avec celles d'Adanson (1763), mais montrent des écarts ponctuels atteignant un mois et plus pour certains arbres fruitiers et le sureau. La comparaison avec le Journal de Mallet, cf. 2.2, indique une concordance au jour près pour la feuillaison des marronniers, vers le 5 avril, et pour les vendanges, le 7 octobre; par contre, pour Mallet – le récoltant – le seigle est mûr le 5 juillet et le blé une semaine plus tard,

Fig. 17. Table propre à faire connaître le temps – Oiseaux de passage et Insectes, in Météorologie pratique (Senebier, 1810).

alors que pour Senebier il faut attendre les 25 juillet et 10 août. Le calendrier de Senebier apparaît trop imprécis pour être de quelque secours pour l'agriculteur.

L'utilité d'un «thermomètre naturel» tel qu'imaginé par Senebier n'est pas évidente. Si l'on observe les phases de développement de plantes-

témoin, il ne fait pas de sens de mesurer la température les jours qui précèdent une phase pour en dériver une moyenne et vérifier que la phase correspond bien à la température annoncée. On voit, sans l'aide d'un thermomètre, que les plantes-témoin fleurissent, que le blé lève, les foins sont mûrs. Les dates des foins, moissons ou vendanges sont déterminées non par la température de maturité, mais par la première occurrence d'une série de jours secs, qui suit la maturité. Les relations «circonstance» versus température moyenne ne sont déterminées que durant les mois avec augmentation rapide de la température. Elles presupposent une croissance monotone de celle-ci, alors qu'elle évolue avec des alternances de périodes chaudes et fraîches, telle les *Saints de glace*. Ces relations ne font plus de sens en été, car la température moyenne passe par un maximum à mi-juillet. Senebier ne peut donc couvrir la période postérieure à la mi-août (en fait la mi-juillet): il ne propose pas de «circonstances» pour le temps des récoltes des fruits, des labours, des semis, des assolements, etc. Plus étrange encore, il ne fournit aucune date pour l'exécution des travaux agricoles en regard de son thermomètre naturel. Cet instrument *précieux, simple à construire*, et qu'il a toujours opposé à la météorologie officielle, se révèle conceptuellement incorrect et inutilisable.

Ce qui peut aider l'agriculteur est une table de «circonstances» versus dates, qui couvre l'ensemble de la période des travaux agricoles et permette d'évaluer l'avance ou le retard de la végétation. Encore faut-il qu'elle soit adaptée à l'altitude du domaine d'exploitation. En effet, si l'on s'élève en altitude, la température baisse de 1°R par 200 m de dénivelé et la végétation tarde d'environ dix jours au printemps. Senebier laisse aux usagers le soin de recaler les dates de son calendrier à partir de leurs observations propres. Comme les dates fluctuent dans une fourchette dépassant un mois, il faut une décennie d'observations pour obtenir une date moyenne à 2-3 jours près!

## 9.6 Perfectionner la météorologie

Dans cette dernière section, Senebier reprend en partie les considérations développées dans ses *Mémoires* de 1787. Elles sont sans intérêt pour le lecteur visé, et montrent que la plupart des questions non résolues en 1787 l'étaient encore, pour lui, en 1809, indépendamment des progrès de la science dans l'intervalle. L'ultime paragraphe illustre l'état des réflexions de Senebier au terme de sa carrière:

■ Tout est peut-être encore à faire pour avoir une bonne histoire des vents: on peut toujours dire, comme Jésus-Christ le disoit aux Juifs, en citant, probablement, un de leurs proverbes: « On ne sait ni d'où il vient, ni où il va », mais comme les recherches et les observations qu'il y auroit à faire sur ce sujet sont bien au-dessus de ce que pourroient exécuter la plupart des hommes, je me tais sur le sujet, qui seroit d'une étendue trop vaste, et qui exigeroit une suite de travaux dont l'utilité ne sauroit être à présent suffisante.<sup>82</sup>

Cette vision des choses était déjà largement obsolète.

## 10. Epilogue

En matière de météorologie, Senebier a surestimé ses capacités à aborder et traiter les problèmes d'une manière utile au public et à la communauté scientifique. Son manque de culture en mathématiques et physique l'empêche d'aborder quantitativement les problèmes, de chiffrer ou au moins d'estimer l'importance relative des facteurs en présence. Il met volontiers sur le même pied les facteurs dominants et les perturbations même minimes. Il est plus enclin à inventorier tous les effets non traités selon lui – souvent de nature chimique – qu'à proposer des solutions, qui seraient valables en première approximation, mais qu'il n'est pas en mesure d'imaginer ni d'élaborer. Lorsqu'il ne comprend pas un argument, sa première réaction est celle de la méfiance: non sans une certaine suffisance, il met en doute l'auteur et recherche une solution alternative, exotique parfois, comme lors de sa querelle avec Ingenhousz, quand, ne comprenant pas qu'une plante puisse absorber le CO<sub>2</sub> par ses feuilles, il propose que ce soit la rosée qui dépose les carbonates, absorbés ensuite par les racines, et cela même dans les régions dépourvues de roches sédimentaires! L'expérience censée vérifier cette hypothèse est désopilante de naïveté<sup>83</sup>.

<sup>82</sup> Senebier, 1810, p. 273.

<sup>83</sup> Senebier, 1800, pp. 27 et 98.

<sup>84</sup> Marivetz, 1784, p. 44, («peut-être» mis en gras par l'auteur).

<sup>85</sup> Senebier, 1772, p. 26. L'écart entre les principes énoncés et les méthodes effectivement mises en œuvre par Senebier, ainsi que sa défiance à l'égard des physiciens, laisse aussi suspecter un emprunt à l'origine de ce texte.

L'approche de Senebier, qui procède par succession d'analogies et faisceaux d'hypothèses plausibles mais souvent gratuites, agace plus que ne convainc le lecteur compétent. Le Baron de Marivetz (1784), dans sa seconde lettre à Senebier, décortique avec perspicacité les erreurs méthodologiques commises dans les *Mémoires physico-chimiques sur l'influence de la lumière solaire etc.* (Senebier, 1782a). Il lui signifie:

■ Toutes vos objections supposent l'émission; & loin de la prouver, vous rapportez des expériences qui la rendent très douteuse, & d'autres qui présentent quatre suppositions, & dont on ne peut rien conclure. Notre théorie ne nous laisse point redouter que nous nous trouvions jamais réduits à de tels embarras, & à l'étayer de tant de **peut-être**.<sup>84</sup>

Faute de vision dans l'espace, Senebier ne fait pas de croquis qui permettraient de clarifier un concept, présenter un montage ou un instrument, ni ne trace de courbes pour visualiser des séries de mesures météorologiques et en déduire, au premier coup d'œil, les variations des quantités et leurs corrélations. Contrairement à Toaldo, il ne sera pas en position de détecter les anomalies climatiques de son temps, comme l'entrée dans le Petit Age glaciaire de Dalton à partir de 1788. Il ne produit pas davantage de dessins qui, mieux que plusieurs pages de description, fourniraient une description précise des organes, en botanique en particulier.

Dans les faits, Senebier s'est trouvé dans l'impossibilité de s'appliquer à lui-même les préceptes clairs, énoncés dans son *Art d'Observer* de 1772:

■ La connaissance des Mathématiques est nécessaire à l'Observateur, non seulement parce qu'elles soumettent l'imagination au jugement, qu'elles rejettent avec mépris ce qui n'est que vraisemblable, qu'elles accoutumant à cette liaison solide dans les idées, qui donne un jugement sûr; mais aussi parce qu'elles sont absolument nécessaires pour estimer avec justesse les rapports des choses entre elles;<sup>85</sup>

Ses emprunts forcés à des sources diverses se sont traduits, le plus souvent, par une édulcoration de leur contenu, par l'omission des raisonnements de nature astronomique, mathématique ou physique. Dans ses articles, Senebier esquivera les explications scientifiques pourtant nécessaires à l'entendement, sous prétexte qu'elles exigerait de trop longs développements.

Senebier possède une vision très locale de la météorologie et ne réalise pas que la circulation atmosphérique puisse être déduite des données collectées par l'Académie de Mannheim et déboucher sur des prévisions à grande échelle. Elles constitueront pourtant la base observationnelle par les membres de l'Ecole allemande pour la description de la dynamique de

l'atmosphère à l'échelle de l'Europe. La carte des isothermes sera publiée par Alexander von Humboldt en 1817, les premières études synoptiques de la météorologie européenne suivront avec Brandes en 1820, et la circulation atmosphérique générale sera découverte par Dove en 1827 (Carramolino, 1994). Senebier, qui a tant décrié la météorologie instrumentale, a cependant contribué à son essor, en partie malgré lui, par des mesures de qualité.

En tant qu'amateur de météorologie, plutôt que savant en la matière, Senebier aura un rayonnement international des plus limités: Jérôme de Lalande, dans son inventaire des œuvres en astronomie et météorologie, de l'Antiquité à 1803, ne retiendra de Senebier que le *Mémoire sur l'influence de la lune* de 1781. De leur côté, les savants genevois poursuivent leurs travaux sur la météorologie, la climatologie et l'agronomie, sans référence à Senebier. Si celui-ci assure le suivi météorologique à Genève durant les voyages au Mont-Blanc de Saussure en 1787 et 1788, ce sont les mesures effectuées à l'Observatoire par F. G. Maurice, et non celles de Senebier, qui paraîtront dans le *Journal de Genève* créé en août 1787. En 1789, Maurice entreprend de nouvelles observations botanico-météorologiques à Genève, en mesurant, en plus des paramètres usuels, l'évaporation à la surface du sol, et la température à l'air, à la surface du sol et à diverses profondeurs, cela alors que Senebier poursuit encore ses observations pour l'Académie Palatine. En 1796, Pictet et Maurice fondent la Bibliothèque britannique, un périodique où figurent en appendice les données utiles à l'agronomie, collectées d'abord à Genthod par Maurice, puis à l'ancien Jardin botanique, par Vaucher, de 1798 à 1821<sup>86</sup>.

C'est A.-P. de Candolle qui immortalisera le nom de Senebier, en lui dédiant le premier genre botanique qu'il crée en 1799<sup>87</sup>, à titre de reconnaissance pour les utiles conseils en physiologie végétale, donnés avec bonté et complaisance. Cette dédicace causera une joie ineffable à Senebier qui répondra avec élégance:

■ Vous avés voulu assurer à mon nom une durée qu'il ne mérite pas, en l'associant avec une plante qui durera autant que la nature<sup>88</sup>...

Senebier ne pouvait deviner que le genre *Senebiera* ne serait pas conservé et mis en synonymie avec *Coronopus*. Candolle était pourtant sans illusion sur les limites intellectuelles de son ami, en particulier

sur les ... connaissances de botanique proprement dite, qui lui manquaient... et sur sa propension à écrire ... un grand nombre de livres diffus et incohérents, sans clarté dans le style, sans logique serrée<sup>89</sup>... En 1836, J. A. Galiffe ciselera une notice biographique aussi concise que cinglante:

■ Sp. Jean Senebier, pasteur et bibliothécaire, né en 1742, auteur national plus laborieux qu'exact, et distingué par beaucoup plus de bonne volonté que de saine critique.<sup>90</sup>

Les faits présentés dans notre enquête – non exhaustive – confirment la validité de ces appréciations pour la partie météorologique de son œuvre. Si les auteurs précités avaient réalisé l'ampleur et la maladresse du plagiat chez Senebier, leur jugement aurait pu être bien plus sévère encore. En quête de notoriété, et en habile bibliothécaire, Senebier a fait preuve dans le domaine des sciences de l'atmosphère analysé ici, d'une éthique des plus souples en matière de non-citation des sources et d'appropriation des idées.

## ■ Remerciements

Mes remerciements les plus sincères vont aux collaborateurs de la Bibliothèque de Genève, en particulier à Thierry Dubois, conservateur des imprimés anciens, et Alexis Rivier, conservateur nouvelles technologies et reprographie, pour la numérisation de haute qualité d'un très grand nombre de pages des œuvres de Senebier encore non disponibles en ligne, et pour le soin apporté à la numérisation des manuscrits. Madame Sophie Saesen est remerciée pour l'aide apportée à la lecture des textes en néerlandais.

<sup>86</sup> Gautier, 1842, pp. 141-145.

<sup>87</sup> Le genre est représenté en Suisse par *Senebiera pinnatifida*, petite plante rudérale aux fleurs insignifiantes.

<sup>88</sup> Huta, 1997, p. 420, note 5.

<sup>89</sup> Candolle, 2004, p. 94.

<sup>90</sup> Galiffe, 1836, p. 439.

## Bibliographie

- **ADANSON M.** 1763. Familles des Plantes, Chez Vincent, Paris.
- **ARATOS.** 1998. Phénomènes, Texte établi par Jean Martin, Tome I, Paris, Belles-Lettres.
- **CANDOLLE AP DE.** 2004. In : JD. Candaux, JM. Drouin et al. (Eds), Mémoires et Souvenirs (1178-1841), Bibliothèque d'Histoire des Sciences, Georg, Genève.
- **CAROZZI AV.** 2005. Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799): un pionnier des sciences de la terre, Slatkine, Genève.
- **CARRAMOLINO D.** 1994. La ley de Giro, Endoxa: Series Filosóficas, 3, UNED, Madrid, pp. 95-119.
- **CASSIDY DC.** 1985. Meteorology in Mannheim: The Palatine Meteorological Society, 1780-1795, Sudhoffs Archiv, 69: 8-25.
- **DELLEAUX F.** 2009a. L'astronome aux champs. Le Journal de Jacques-André Mallet sur le domaine d'Avully en Genevois, 1773-1789, 1<sup>ère</sup> partie, Histoire & Sociétés rurales 2009/1, N° 31, pp. 141-194.
- **DELLEAUX F.** 2009b. L'astronome aux champs. Le Journal de Jacques-André Mallet sur le domaine d'Avully en Genevois, 1773-1789, 2<sup>ème</sup> partie, Histoire & Sociétés rurales 2009/2, N° 32, pp. 135-197.
- **DOVE HW.** 1828. Über mittlere Luftströme, Annalen der Physik, 13 : 583-586.
- **FONTANA G.** 1774. Atti dell'Accademia delle scienze di Siena, Tomo V, 400 p.
- **FRISI P.** 1774-75. Cosmographia physica et mathematica, Milano, 2 vol. in 4<sup>o</sup>.
- **GALIFFE JA.** 1836. Notice généalogique sur les familles genevoises, Tome III. Imprimerie Ch. Gruaz, Genève.
- **GAUTIER A.** 1842. Notice historique sur les observations météorologiques faites à Genève, Archives des Sciences, 43 : 128-162.
- **GRENON M.** 2001. Un regard sur la Terre. In: R. Sigrist & JD. Candaux (eds), H.-B. de Saussure (1740-1799), Georg Editeur, Genève. pp. 141-157.
- **GRENON M.** 2002. Le contexte astronomique et climatique de l'Escalade de 1602, Genava, n.s. L, pp. 3-9.
- **GRENON M.** 2006. La qualité de l'air mesurée par H.-B. de Saussure au XVIII<sup>e</sup> siècle. In: L Linon-Chipon & D. Vaj (eds), Relations savantes, Voyages et Discours scientifiques, PUPS S, pp. 191-204.
- **HAURWITZ B, COWLEY D.** 1973. The diurnal and semidiurnal barometric oscillations, global distribution and annual variation. Pure Appl. Geophys. 102: 192-222.
- **HEMMER.** 1789. De Solis in Barometrum influxu. Hist. et comment., Academ. Elect. Physikum, 6:50-64.
- **HUTA C.** 1997. Jean Senebier ou le dialogue de l'Ombre et de la Lumière, Thèse Université de Genève N° 2891, 500 p.
- **HUTCHINGS DW.** 1960. Physical Science in Geneva during the eighteenth Century (circa 1740-1790), University of London dissertation.
- **HUTTON J.** 1788. The Theory of Rain, Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1, pp. 42-86.
- **LAMANON, CHEVALIER DE,** 1784. Observations et Mémoires sur la Physique; sur l'Histoire naturelle et les Arts, Tome XXIV, Part I, Janvier, pp. 3-8.
- **LAMBERT JH.** 1769/71. Essai d'hygrométrie ou sur la mesure de l'humidité, Nouveaux Mémoires de l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Berlin, Vol. XXV, pp. 68-127.
- **LEROUY-LADURIE E.** 1967. L'Histoire du Climat depuis l'an 1000, 2 vol., Flammarion, Paris.
- **LINNÉ C. VON.** 1753, Vernatio arborum propositum ab H. Barck, In: Amoenitates Academicae, Vol. 3, pp. 363-376
- **LINNÉ C. VON.** 1756. Calendarium Florae propositum ab A. M. Berger, In: Amoenitates Academicae, Vol. 4, pp. 387-414.
- **MARIVETZ, BARON DE.** 1784. Journal de Physique de l'Abbé Rozier, Tome XXIV, pp. 40-45.
- **PIUZ A-M, MOTTU-WEBER L.** 1990. L'économie genevoise de la Réforme à la fin de l'Ancien Régime XVI<sup>e</sup> – XVIII<sup>e</sup> siècles, Georg Editeur et S.H.A.G., Genève.
- **PLANTAMOUR E.** 1863. Du Climat de Genève, H. Georg Editeur, Genève, 208 p.
- **RÉBETEZ M, BARRAS C.** 1993. Le climat des Romands, Ed. Stratus, Oron-la-Ville.
- **SAUSSURE H-B DE.** 1783. Essais sur l'Hygrométrie, S. Fauche éditeur, Neuchâtel.
- **SENEBIER J.** 1772. Mémoire sur une question posée par la Société de Haarlem: Qu'est ce qui est requis dans l'Art d'Observer, en hollandais et français, In : Verhandelingen, uitgegeven door de Hollandsche Maatschappye der Weetenschappen te Haarlem, XIII, 2 Stuk, pp. 1-170.
- **SENEBIER J.** 1777a. Second Mémoire sur le Phlogistique, considéré comme la cause du développement de la vie, et de la destruction de tous les êtres dans les trois Règnes, Journal de Physique de l'Abbé Rozier, Tome IX, pp. 97-104.
- **SENEBIER J.** 1778b. Réponse de M. Senebier, aux Observations de M. Mollerat de Souhey, médecin ordinaire du Roi, Journal de Physique de l'Abbé Rozier, T. XI, pp. 421-439.
- **SENEBIER J.** 1778d. Premier Mémoire sur les hygromètres, Journal de Physique de l'Abbé Rozier, Tome XI, pp. 119-127.
- **SENEBIER J.** 1782a. Mémoires physico-chimique sur l'influence de la lumière solaire etc., Chez Barthelemy Chirol, Genève.
- **SENEBIER J.** 1782b. Verhandeling over den invloed der Maan op de veranderingen van den barometer en van het Weder, In : Verhandelingen, uitgegeven door de Hollandsche Maatschappye der Weetenschappen te Haarlem, XX, 2 Stuk, pp. 21-38.
- **SENEBIER J.** 1784a. Observation sur la vapeur qui a régné pendant l'été 1783, Journal de physique de l'abbé Rozier, tome XXIV, pp. 404-411.
- **SENEBIER J.** 1785. Dissertatio de vapore Genevae observatio durante anno 1783 in Ephemerides Societatis meteorologicae Palatinae, anni 1783, pp. 431-435.
- **SENEBIER J.** 1785c. Mémoires sur les moyens qu'on pourrait employer pour perfectionner la Météorologie, Journal de Physique de l'Abbé Rozier, XXVII, pp. 300-315.
- **SENEBIER J.** 1786. Histoire littéraire de Genève, Genève, Barde, Manget & Cie, 3 volumes, Paris, Marado, 1790
- **SENEBIER J.** 1787b. Second mémoire sur les moyens de perfectionner la Météorologie, Journal de Physique de l'Abbé Rozier, XXX, pp. 177-185.

- **SENEBIER J.** 1787c. Suite du second mémoire sur les moyens de perfectionner la Météorologie, *Journal de Physique de l'Abbé Rozier*, XXX, pp. 245-253.
- **SENEBIER J.** 1787d, Suite du second mémoire sur les moyens de perfectionner la Météorologie, *Journal de Physique de l'Abbé Rozier*, XXX, pp. 328-341
- **SENEBIER J.** 1800. (An 9), *Physiologie Végétale*, Tome 4, JJ. Paschoud Ed., 425 pp.
- **SENEBIER J.** 1810. *Météorologie pratique, à l'usage de tous les hommes, et surtout des cultivateurs*, Quatrième édition, JJ. Paschoud Ed., Paris et Genève
- **THORDARSON T, SELF S.** 2003. Atmospheric and environmental effects of the 1783-1784 Laki eruption: A review and reassessment, *Journal of Geophysical Research*, 108(D1), 4011
- **TOALDO G.** 1770. *Della vera influenza degli astri, delle stagioni e mutazioni di tempo; saggio meteorologico, fondato sopra lunghe osservazioni ed applicato agli usi dell'agricoltura, medicina, nautica ec.*, Stamperia del Seminario, Padova
- **TOALDO G.** 1773. *Novae tabulae barometri aetusque maris*, Patavii, in-8°.
- **TOALDO G.** 1784. *Essai Météorologique sur la véritable influence des astres, des saisons et changements de temps, etc*, nouvelle édition augmentée traduite de l'italien par J. Daquin, Imprimerie MF Gorin, Chambéry.

