



## Un Liégeois précurseur et spécialiste des cadrans solaires, ... fort oublié ...

**Francis Line**, connu sous le patronyme « **Linus de Liège** »

(né à Londres en 1595, décédé à Liège le 15 novembre 1675)

Yvon Renotte, Dr Sci

*Incontestable pionnier d'une longue lignée de scientifiques et de chercheurs liégeois dans les domaines de l'optique et de la photonique, qui conduira aux équipes actuelles tant académiques (recherches fondamentales) qu'industrielles (recherches appliquées), mondialement reconnues notamment dans les champs de l'instrumentation spatiale (le Centre Spatial de Liège, Amos, Lasea, ...), la métrologie et l'imagerie.*

Francis Line naît et grandit dans un monde nouveau, en pleine expansion, qui vient de « s'agrandir brutalement » (on vient d'ajouter à l'ancien, le *nouveau monde* et une partie de l'*Océanie*), dans un foisonnement d'idées nouvelles tant artistiques (*la Renaissance*), philosophiques et religieuses (*Réforme et Contre-Réforme*), que scientifiques (*la révolution copernicienne* perfectionnée par *Galilée*, *Kepler et Newton*, mais aussi d'autres domaines dont les mathématiques et les sciences naturelles) et techniques (l'imprimerie permet la diffusion de plus en plus rapide des connaissances). *L'héliocentrisme de Galilée* (1564-1642) a remplacé le « vieux géocentrisme » de *Claude Ptolémée* (90-163). L'époque est extraordinaire et donc favorable aux audacieux et aux novateurs. Il est le contemporain d'une « *panoplie exceptionnellement impressionnante* » de savants dont je ne citerai que les plus illustres mathématiciens et physiciens, par ordre chronologique : *Galilée* (1564-1642), *Johannes Kepler* (1571-1630), *Pierre de Fermat* (1607-65), *René Descartes* (1596-1650), *Edme Mariotte* (1620-84), *René-François de Sluse* (1622-85, mathématicien liégeois), *Blaise Pascal* (1623-62), *Robert Boyle* (1627-91), *Christiaan Huygens* (1629-95), *Isaac Newton* (1643-1727), *Gottfried W. Leibniz* (1646-1716), *Edmond Halley* (1656-1742), ... et bien d'autres. Il a collaboré avec plusieurs d'entre eux et s'est parfois opposé violemment, à certains !

L'histoire n'a pas été très tendre avec le Liégeois dont elle a principalement retenu et mis en exergue les démêlés avec quelques célébrités contemporaines (*Boyle, Newton, ...*), oubliant ses travaux qui furent pourtant appréciés, voire recherchés par d'autres contemporains tout aussi renommés (*Huygens, ...*). Ainsi, il fut injustement maltraité (au sens littéral du terme) par plusieurs biographes<sup>1</sup> de Newton, de *David Brewster* (1781-1868) qui le qualifia dédaigneusement de « *Dutch philosopher ... a physician in Liège* »<sup>2</sup> à *Edward Neville da Costa Andrade* (1887-1971 : physicien, écrivain et poète anglais connu pour ses travaux sur le rayonnement gamma) disant de lui « *a Belgian named Linus, who was a stupid, ignorant and narrow-minded man* »<sup>3</sup>. Excusez du peu !

Il est vrai que le personnage fut parfois « ambigu » et fit des choix malheureux, ce qui n'enlève rien à la qualité de ses réalisations. Aristotélien convaincu, il réagit assez violemment et critique la première publication de *I. Newton* « *A New Theory about Light and Colors* » (1672) dans laquelle celui-ci exposait le fameux « *experimentum crucis* » du prisme<sup>4</sup>. Une vive controverse sur les conditions de l'expérience et son interprétation opposa les deux savants pendant plusieurs années

1 Conor Reilly, *Francis Line, Peripatetic* (1595-1675), in *Osiris*, vol. 14., 1962, p. 222-253

<https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/368628>  
Conor Reilly, *Francis Line, an exiled English Scientist* : 1595-1675, t. 29, Rome, BIHSI, 1969, 144  
<https://worldcat.org/oclc/98335&lang=fr>

2 David Brewster, *Memoirs of the Life, Writings and Discoveries of Sir Isaac Newton*, Edinburgh (1855), Vol. I, 79-80

3 Edward Neville da Costa Andrade, *Sir Isaac Newton, London* (1954), 68

4 Camélia Opsomer, *Un foyer d'études sous l'Ancien Régime : le Collège des Anciens Jésuites à Liège*, Bulletin de l'Académie royale de Belgique, 6<sup>e</sup> série, t. XII, 1-6 (2001), p. 11-39

(1674–1678), jusqu’après la mort de Linus, par successeurs interposés (*John Gascoine* et *Anthony Lucas*). Il a également contesté *Robert Boyle* et sa loi des gaz.

Envoyé sur le continent par ses parents pour y suivre une éducation catholique, *Francis Line*, alias *Hall*, fait ses études secondaires au *Collège des Jésuites anglais* d’abord de Saint-Omer (France, 1622-23), ensuite à Liège. Bien qu’il ait signé ses travaux du patronyme « *Father Franciscus Linus* », *Francis Hall* est le nom sous lequel plusieurs historiens des sciences et biographes le désignent. La confusion vient du fait qu’au XVII<sup>e</sup> s, il était interdit aux Catholiques anglais d’envoyer leurs enfants dans des écoles catholiques du continent. Ceux qui le faisait adoptaient des pseudonymes pour protéger leurs familles.

Il entre au noviciat des jésuites, à Watten en 1623 et est ordonné prêtre en 1628. Revenu à Liège au Collège des Jésuites anglais, il y professe l’hébreu et les mathématiques (1630 à 1633). Par la suite, il se consacre uniquement aux mathématiques qui deviennent avec la **gnomonique** (art de concevoir et de construire des cadrans solaires) ses principaux domaines d’activités<sup>5</sup>. Il retourne en Angleterre en 1656 comme missionnaire et ne reviendra à Liège qu’en 1672, jusqu’à son décès<sup>6,7</sup>.

Pendant sa première période liégeoise, outre l’enseignement des mathématiques, Linus conçoit et réalise des horloges plus surprenantes mais aussi plus performantes les unes que les autres. *Cette activité va considérablement contribuer à sa renommée internationale*. Elle ne se limite pas à la réalisation de *cadrans solaires*, du simple gnomon à des dispositifs beaucoup plus élaborés (précision de l’ordre de  $\pm 30$  s), mais s’étend à des instruments aussi divers que des *clepsydras* (horloges à eau) parfois fort complexes, et des *horloges magnétiques*.

Il est obsédé par la précision de la mesure du temps. En 1635, *Nicolas-Claude Fabri de Peiresc* (érudit et mathématicien français, 1580-1637), proche de *Galilée* lui demande

d’amener à Rome une de ses clepsydras inventées à Liège, croyant qu’elle pourrait aider à défendre la théorie héliocentrique du mouvement des astres, condamnée en 1633. Bien que Line ait donné son accord, Galilée suspectant une supercherie, ne concrétisa pas l’idée<sup>8</sup>.

Pour ce qui concerne les mathématiques, il est utile de noter que le concept n’englobe pas à l’époque les matières familièrement couvertes par ce label aujourd’hui. En termes de mathématiques au sens moderne, il s’agit principalement de géométrie, de rudiments de trigonométrie, d’arithmétique et d’algèbre, notions généralement présentées dans un langage et sous des formes relativement ésotériques, incompréhensibles par les non-initiés.

C’est à cette époque que de nouveaux formalismes apparaissent. L’algèbre nouvelle va faire surgir en quelques décennies un tout nouveau langage mathématique qui simplifie considérablement la présentation des concepts, leurs manipulations, et surtout la représentation des opérations. En 1591, *François Viète* (1540-1603) publie l’*Isagoge*, introduction à l’art analytique qui introduit le calcul littéral, c’est-à-dire le calcul avec des lettres de l’alphabet. *René Descartes* (1596-1650) emboîte le pas en proposant de désigner les quantités connues par les premières lettres de l’alphabet (a, b, c, ...) et les inconnues par les dernières (x, y, z). Les innovations fusent et les progrès sont fulgurants : opérateurs et symboles divers apparaissent qui simplifient considérablement le formalisme. En 1647, Descartes introduit un moyen simple et puissant d’algébriser les problèmes de géométrie par un système d’axes et de coordonnées éponymes ! L’apport est phénoménal<sup>9</sup>.

À côté de la *mathematica pura* ci-avant évoquée, est enseignée la *mathematica mixta*, c’est-à-dire toutes les disciplines mathématisées ou mathématisables, concept qui permettait d’intégrer quantité de mathématique dans l’enseignement de la *philosophie naturelle*, couvrant l’essentiel des matières constituant

8 Francis Line, S.J. (1595-1675), the hunted clock maker (<http://faculty.fairfield.edu/jmac/sj/line.htm>)

9 Mickaël Launay, *Le grand roman des Maths, de la préhistoire à nos jours*, Flammarion, 2016

5 [https://fr.wikipedia.org/wiki/Francis\\_Line](https://fr.wikipedia.org/wiki/Francis_Line)

6 [https://en.wikisource.org/wiki/Line,\\_Francis\\_\(DNB00\)](https://en.wikisource.org/wiki/Line,_Francis_(DNB00))

7 <http://jesuitscience.net/p/919/>

aujourd'hui la physique classique. C'est dans cette branche que Linus développe l'essentiel de ses travaux. Son traité sur les spirales est perdu mais on possède un très intéressant recueil de notes ayant servi à la préparation des cours.

La *gnomonique* ou construction des cadrans solaires fait partie de la *mathematica mixta* puisqu'elle met en œuvre des principes d'astronomie, de géométrie et de trigonométrie : *c'est son domaine de prédilection*. On a conservé son cours, *Tractatus de horologiis*<sup>10</sup>, probablement remanié de sa main, dont l'introduction montre bien qu'il le conçoit comme une illustration des principes mathématiques. Deux autres cours sont conservés à Stonyhurst.

Le lien très fort qui se tisse à cette époque entre mathématiques et physique se dessine clairement dans « *Il Saggiatore* » (l'Essayeur – Galilée, 1623). Le monde scientifique comprend que la nature elle-même est réglée par des lois mathématiques précises en accord avec l'expérience. Newton en donne une des réalisations les plus éclatantes en énonçant la loi de la gravitation universelle. Une fois la formule établie, les problèmes physiques se métamorphosent en problèmes mathématiques et il devient possible de calculer les trajectoires des objets célestes et de prévoir leur évolution<sup>11</sup>.

En 1655, Line soutient Christiaan Huygens contre son collègue jésuite Grégoire de Saint-Vincent (1584-1667, mathématicien et géomètre – Pays-Bas espagnols) qui prétendait prouver la possibilité de la quadrature du cercle (un des trois grands problèmes hérités de l'Antiquité)<sup>12</sup>.

À la même époque, René-François de Sluse (1622-85), mathématicien renommé officie également à Liège. Bien qu'aucun document ne mentionne qu'ils se soient fréquentés ni qu'ils aient travaillé ensemble, chacun correspondait avec Huygens et une note adressée à celui-ci par de Sluse en 1659 mentionne clairement « *un ami commun* » qui ne peut être que Line selon plusieurs spécialistes. Il est vrai que de Sluse n'a pas étudié au Collège anglais, qu'ils ont appartenu à des ordres religieux différents, parfois rivaux, et que la « *grande période de de Sluse* » correspond grosso-modo au retour en Angleterre de Linus.

Son retour en Angleterre, initialement et principalement lié à une fonction missionnaire, lui permettra de bénéficier d'un statut privilégié auprès du roi Charles II (1630-85) favorable à une plus grande liberté religieuse pour les catholiques. *Mais ses compétences scientifiques en gnomonique l'intéressent également*. Deux événements majeurs ont « marqué » ce séjour : sa première « *grande controverse* » avec Boyle et la construction d'un impressionnant cadran (même s'il s'agit plutôt d'une horloge à eau) à Londres.

Dès 1659, Robert Boyle perfectionne les expériences d'Otto von Guericke (1602-1686 - 1654 : expérience des hémisphères de Magdebourg) sur la physique du vide, l'élasticité de l'air, les propriétés des gaz et plus généralement la mécanique des fluides. Il est ainsi considéré comme l'inventeur de la « *machine pneumatique* »<sup>13</sup>.

Boyle affirme que l'air possède « *force et poids* » ce que Line refuse défendant une stricte position aristotélicienne<sup>14</sup>. Il réagit par un savant traité sur l'*Inséparabilité des corps*<sup>15</sup>. Il explique le phénomène de succion

10 Linus, *Tractatus de horologiis*, Université de Liège, ms. 377, 63. Voir Elisabeth Sauvenier-Goffin, « *Une page de l'enseignement des sciences exactes de l'ancien pays de Liège : le tractatus de horologiis du Père Linus* », dans Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, 27<sup>e</sup> année, 11-12 (1958), 280-284.

11 Isaac Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica* (Principes mathématiques de la philosophie naturelle), Londres, 1687

12 Father Franciscus Linus, *Refutation of the attempt to Square the Circle*, London, 1660 ; on the controversy over Gregory à Vincentio's "De quadrature Circuli" and reply of Christiaan Huygens

13 Robert Boyle, *Nova experimenta physico-mechanica de vaeris elastica et ejusdem effectibus*, Oxford et La Haye (1661)

14 Father Franciscus Linus, *Tractatus de corporum inseparabilitate*, London 1661 ; a reply by Gilbert Clerke (1626-97, mathématicien anglais) was published under the title of "Tractatus de Restitutione Corporum in quo experimenta Torricelliana et Boyleana explicantur, et Rarefactio Cartesiana defenditur", London, 1662

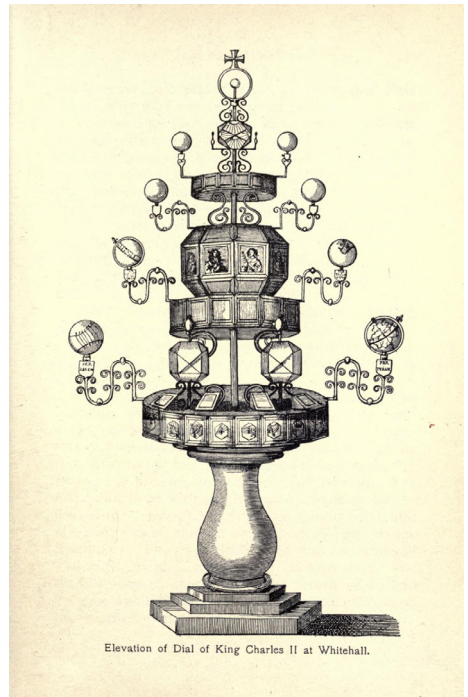
15 Id. *Tractatus de corporum inseparabilitate*, London 1661 (<http://www.cosmovisions.com/AirProprietes->

ressenti par le doigt qui bouche l'extrémité supérieure du tube dans l'expérience d'*Evangelista Torricelli* (1608-47), vivement tiré ou pressé en dedans du tube, par l'action d'une espèce de cordonnet mystérieux, le *funiculus*, et prétend que l'air ne pourrait produire un pareil effet ni par sa pression, ni par son élasticité. Pour réfuter la théorie imaginaire de Linus, Boyle fit une série d'expériences intéressantes sur la diminution du volume de l'air à mesure que son élasticité augmente par la compression<sup>15</sup>. Ces expériences le conduisirent à la découverte d'une loi (1662), que *E. Mariotte* allait trouver, indépendamment, presque en même temps (1676) : la loi des gaz parfaits à température donnée constante  $P_1 V_1 = P_2 V_2$ .

Lors d'un séjour à Liège en 1646, le roi *Charles II* avait vu un cadran construit par *Line*. Il lui demande d'en construire un « semblable » dans les jardins privés de Whitehall à Londres, qui est inauguré le 24 juillet 1669. L'instrument est monumental et connaît un succès immédiat. Ressemblant à un arbre de Noël par sa forme, il se tenait sur un piédestal et se composait de six parties disposées l'une au-dessus de l'autre. Instrument complexe tenant de la clepsydre et de l'horloge astronomique, il comportait une série de sphères de verre flottant librement dans de l'eau à l'intérieur de plus grandes sphères de verre, autant de cadrans destinés à des fins de géographie, d'astrologie et d'astronomie. Il resta en place jusqu'en 1681, malgré plusieurs déprédations mais fut brisé par le comte de Rochester et des amis ivres, en 1775. *Line* en publie la description détaillée à Liège, en 1673<sup>16</sup>.

Inventeur ingénieux, il est connu pour avoir aussi construit une *horloge magnétique* et toutes sortes de « *cadrans curieux* » dont un cadran solaire permettant à un aveugle de connaître l'heure. Il est décrit en détails par le pasteur protestant *Théophile Dorrington* (1698) : « un aveugle, ayant appris l'ordre des nombres qui se trouvent inscrits au bout des

*divisions du cadran, pourrait par le toucher, reconnaître l'heure. Les chiffres des heures sont, en effet placés sur des petits barreaux de fer, et un globe de verre rempli d'eau est posé entre eux et le soleil de telle sorte que, selon le mouvement de l'astre, ses rayons sont successivement concentrés sur chacun des barreaux. Ce point rendu brûlant est sensible au doigt, et l'on parvient ainsi à connaître le moment de la journée. »*<sup>17</sup>. Sa conception mathématique est détaillée dans le *Tractatus de horologiis*<sup>10</sup>.



**Cadran créé par Francis Line pour les jardins de Whitehall à la demande de Charles II.**

[https://en.wikipedia.org/wiki/Francis\\_Line#/media/File:Whitehall\\_Dial\\_Francis\\_Line.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Francis_Line#/media/File:Whitehall_Dial_Francis_Line.jpg)

<sup>17</sup> Théophile Dorrington, *Observations concerning the Present State of Religion in the Romish Church, with some Reflections upon them, made in a Journey through some Provinces of Germany in the year 1698*, London, 1699. Texte reproduit dans *The Stonyhurst Magazine*, 8 (1882), 141-143 et paraphrasé par Joseph Brassinne, « *Le collège des jésuites anglais de Liège en 1698* », dans *Leodium*, 33 (1940-1946).

[Chrono.htm](#))

<sup>16</sup> Father Franciscus Linus, *An Explication of the Diall set up in the King's Garden at London, an. 1669*, Liège, 1673, 4to. It was also printed in Latin, Liège, 1673.



*Horloge magnétique du Père Linus – dite « Horloge perpétuelle »*

*D'après Silvestre Pietra-Santa<sup>18</sup>*

*Version moderne conservée à l'Université de Stanford*

En 1633-34, le Nonce Papal de Cologne, Monseigneur *Pierluigi Caraffa* (1581-1655) apprend l'existence de l'*horloge magnétique*, dont il acquiert un exemplaire qu'il teste longuement. Son confesseur en publie une description et une illustration dans un livre publié à Anvers<sup>18</sup>. Il s'agit d'une petite sphère graduée de 1 à 12 qui flotte librement dans un bocal plein d'eau et tourne sur elle-même à allure régulière, d'ouest en est, en vingt-quatre heures, devant un petit poisson qui indique l'heure. Pour la petite histoire, le grand *Pierre-Paul Rubens* (1577-1640) décrit l'horloge à son ami *Nicolas-Claude Fabri de Peiresc* (1580-1637) à l'affût de tout ce qui pourrait « appuyer » la théorie de l'héliocentrisme soutenue par son ami *Galilée*. Voyant une possible analogie des mouvements, il en vante la grande précision à celui-ci en 1635 sur recommandation du Nonce Caraffa<sup>19</sup>. C'est Galilée lui-même qui révéla la vérité : le globe contenait un petit aimant et une horloge mécanique

disposée dans le socle en bois faisait tourner un autre aimant en vingt-quatre heures.

Son retour à Liège en 1672 correspond à une nouvelle « *controverse scientifique* » qui l'oppose cette fois à la théorie d'Isaac Newton sur la lumière et les couleurs. Line publie deux lettres dans la revue *Philosophical Transactions of the Royal Society* (1674 et 75). Il y critique particulièrement les conditions expérimentales dans lesquels Newton dit avoir effectué ses essais et l'interprétation des résultats. Les détails sont minutieusement analysés ... et critiqués. Newton prend manifestement très au sérieux les commentaires de Line et y répond longuement et systématiquement. Curieusement la plupart des débats entre les deux savants se font par personne interposée, via *Henry Oldenburg* (1619-77), président de la *Royal Society* connu pour avoir établi un vaste réseau de coopération et d'échanges entre savants européens au XVII<sup>e</sup> siècle<sup>20</sup>. Il tiendra en quelque sorte le rôle de modérateur lorsque les échanges deviennent « trop vifs » ou « trop polémiques ». La réponse de Newton à la seconde lettre n'est publiée qu'après la mort de Linus (Isaac Newton, *A*

18 L'horloge perpétuelle du Père Linus, in : *Silvestre Pietra-Santa, De symbolis heroicis Libri IX*, Anvers, ex officina plantiniana Balthasar Moreti, 1634, p. 146 (Bibliothèque de l'université de Liège)

19 [https://fr.123rf.com/photo\\_74088138\\_horloge-magnétique-d-athanase-kircher.html](https://fr.123rf.com/photo_74088138_horloge-magnétique-d-athanase-kircher.html)

20 [https://fr.wikipedia.org/wiki/Henry\\_Oldenburg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Henry_Oldenburg)

*particular Answer of Mr. Isaak Newton to Mr. Linus his Letter, Philosophical Transactions of the Royal Society, N° 123, 25 March 1676, pp. 556-561*). Le document est disponible intégralement sur la toile<sup>21</sup>.

*On notera que le sérieux accordé aux opinions scientifiques de Line ressort clairement des réactions passionnées et immédiates d'Isaac Newton et de Robert Boyle aux objections avancées par celui-ci à leurs positions sur la nature de la couleur et sur le vide. Dans ces différents, l'Académie Royale a justement donné raison à Boyle et à Newton, mais Boyle a reconnu que ces affrontements avaient eu pour effet heureux de les forcer tous les deux à clarifier un langage imprécis.*

Certains historiographes disent que Francis Line fut un inventeur ingénieux de petits et gros appareils pratiques, particulièrement de nombreux gnomons, cadrans et d'horloges diverses. Malheureusement son attachement indéfectible aux théories d'Aristote l'empêcha de comprendre la science nouvelle et ce qu'elle pouvait lui apporter dans les domaines scientifiques qui l'intéressaient. Cette attitude lui attira de vives critiques le réduisant parfois à un rôle de simple constructeur plus ou moins génial. Et pourtant, force est de constater qu'il a porté haut les couleurs liégeoises, qu'il a initié un état d'esprit qui n'a cessé de s'amplifier et de générer des générations de scientifiques et de chercheurs. L'esprit ne s'est jamais éteint.

Il est triste que ses réalisations ne nous soient pas parvenues. Heureusement, lors de la restauration de l'ancien Hôpital des Anglais, à l'aube des années 2000, le Ministère de la Région Wallonne y a inclus une sculpture monumentale en métal, de 10 mètres de haut, expression libre sur le thème du cadran solaire, réalisée par *Émile Desmedt* là où s'élevaient autrefois les cadrans du Père Linus<sup>22</sup>.

*Pour aménager la zone extérieure de l'Hôpital des Anglais à Liège, la Commission des Arts de la Région Wallonne a choisi le projet proposé par le sculpteur Émile Desmedt (Tournai 1956) qui s'est inspiré de l'histoire de l'édifice pour déterminer son intégration.*

*Longtemps occupé par des hommes de sciences, le lieu comptait plusieurs cadrans solaires<sup>4</sup>.*

*L'oeuvre intègre un cône sculpté, dirigé obliquement vers le ciel. Le cône de ce cadran solaire, monumental et fonctionnel, repose sur ses flancs tandis que l'axe central (le style) d'une longueur de 20 mètres est prolongé vers le ciel. Par rapport au sol, ce dernier élément est incliné selon un angle de 50°40', soit la latitude du lieu. Des tendeurs rejoignent harmonieusement le style et les vingt-quatre sections qui constituent la base conique.*

*L'oeuvre fonctionne surtout comme un signal visuel, pour celui qui pénètre dans l'enceinte du bâtiment<sup>22</sup>.*



**Cadran équatorial par Émile Desmedt – 1997**

*Ancien Hôpital des Anglais,  
2 rue Montagne Ste-Walburge, 4000 Liège*

photo : Roger Ringlet

21 <http://www.newtonproject.ox.ac.uk/view/texts/normalized/NATP00024>

22 Paul Gagnaire, *Le Gnomoniste (La Commission des Cadrans solaires du Québec)*, Volume XII, 1, mars 2005, p. 11 (<http://cadrans-solaires.scg.ulaval.ca/v08-08-04/pdf/XII-1.pdf>)

## Annexes

### *Newton vs Linus ... et quelques autres ... ... leurs supporters, leurs détracteurs ...*

La publication de son article « *A New Theory about Light and Colors* » (1672) a entraîné Newton dans de longs débats avec plusieurs scientifiques contemporains qui s'étendit sur six années, jusqu'après le décès de certains protagonistes. L'essentiel de la quinzaine d'articles et des lettres ont été publiés dans les « *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* » entre 1671 et 1676 et dans deux ouvrages dont *Optiks*, publié pour la première fois en 1704, est le plus abouti.

#### Isaac Newton

- *Philosophiae naturalis principia mathematica* (« *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* »), souvent abrégé en *Principia* ou *Principia Mathematica*, London, 1687 ; c'est la troisième édition latine de 1726, révisée et enrichie, qui est généralement considérée comme « *la référence* »

- *Optiks : a Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Lighth, Also Two Treatises of the Species and Magnitudes of Curvilinear Figures*, London, 1704, printed by S. Smith & B. Walford, printers of the Royal Society

#### Isaac Newton, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*

- *A letter of Mr. Isaac Newton, Professor of the Mathematicks in the University of Cambridge ; containing his new theory about light and colors* : sent by the author to the publisher from Cambridge, Febr. 6. 1671/72 ; in order to be communicated to the R. Society, Volume 6, n° 80, 1671, pp.3075-3087

- Letter : *Some experiments propos'd in relation to Mr. Newtons theory of light, printed in numb. 80 ; together with the observations made there upon by the author of that theory* ; communicated in a letter of his from Cambridge, April 13. 1672, Volume 7, n° 83, 1672, pp. 4059-4062

- **Ignatius Gaston Pardies and Isaac Newton**, Letter : *A Latin letter* written to the publisher April 9. 1672. n. st. by Ignatius Gaston Pardies P. Prof. of the Mathematicks in the Parisian Colledge of Clermont ; *containing some animadversion upon Mr. Isaac Newton*, Prof. of the Mathematicks in the University of Cambridge, his theory of light, printed in N°. 80, Volume 7, n° 84, 1672, pp.4087-4090

- **P. Pardies and Isaac Newton**, Letter : *Mr. Newtons letter of April 13. 1672. st. v. written to the publisher, being an answer to the foregoing letter of P. Pardies*, Volume 7, n° 84, 1672, pp.4091-4093

- Letter : *Mr. Newtons answer to the foregoing letter*, Volume 7, n° 85, pp.4014-4018

- Article : *A serie's of quere's propounded by Mr. Isaac Newton, to be determin'd by experiments, positively and directly concluding his new theory of light and colours ; and here recommended to the industry of the lovers of experimental philosophy, as they were generously imparted to the publisher in a letter of the said Mr. Newtons of July 8.1672*, Volume 7, n° 85, 1672, pp.5004-5007

- **P. Pardies**, Letter : *A second letter of P. Pardies, written to the publisher from Paris May 21. 1672. to Mr. Newtons answer, made to his first letter, printed in numb. 84*, Volume 7, n° 85, 1672, pp.5012-5013

- Letter : *Mr. Isaac Newtons answer to some considerations upon his doctrine of light and colors ; which doctrine was printed in Numb. 80 of these tracts*, Volume 7, n° 88, 1672, pp.5084-5103

- Letter : *An extract of Mr. Isaac Newton's letter, written to the publisher from Cambridge April 3.1673. concerning the number of colors, and the necessity of mixing them all for the production of white ; as also touching the cause why a picture cast by glasses into a darkned room appears so distinct notwithstanding its irregular refraction : (which letter, being an immediat answer to that from Paris, printed no. 96. p. 6086. of these tracts, should also, if it had not been mis-laid, have imme-*



diately followed the same), Volume 8, n° 97, 1673, pp.6108 -6112

- **Francis Linus and Isaac Newton**, Letter : *A letter of the learn'd Franc, Linus, to a friend of his in London, animadverting upon Mr. Isaac Newton's theory of light and colors*, formerly printed in these tracts, Volume 9, n° 110, 1674, pp.217-219

- **Francis Linus**, Letter : *A letter of Mr. Franc. Linus, written to the publisher from Liege the 25th of Febr. 1675. st. n. being a reply to the letter printed in Numb. 110. by way of answer to a former letter of the same Mr. Linus, concerning Mr. Isaac Newton's theory of light and colours*, Volume 10, n° 121, 1675, pp.499-500

- Letter : *Mr. Isaac Newton's considerations on the former reply; together with further directions, how to make the experiments controverted aright : written to the publisher from Cambridge*, Novemb. 13; 1675, Volume 10, n° 121, 1675, pp.501-504

- Letter : *A particular answer of Mr. Isaak Newton to Mr. Linus his letter; printed in Numb 121. p.499. about an experiment relating to the new doctrine of light and colours* : this answer sent from Cambridge in a letter to the publisher Febr. 29. 1675/6, Volume 11, n° 123, 1676, pp.556-561

- **Anthony Lucas**, Letter : *A letter from Liege concerning Mr. Newton's experiment of the coloured spectrum; together with some exceptions against his theory of light and colours*, Volume 11, n° 128, 1676, pp.692-698

- *Mr. Newton's answer to the precedent letter sent to the publisher*, Volume 11, n° 128, 1676, pp.698 -705

Ci-après, pages de couvertures originales des principales lettres échangées par I. Newton et F. Linus, parues dans la revue *Philosophical Transactions* entre 1671 et 1676

### Planche 1 (pages 202 et 203)

- à gauche : « *A letter of Mr. Isaac Newton, Professor of the Mathematicks in the University of Cambridge; containing his new theory about light and colors : sent by the author to the publisher from Cambridge, Febr. 6. 1671/72; in order to be communicated to the R. Society*, Volume 6, n° 80, 1671, pp.3075-3087 »

- à droite : « *A letter of the learn'd Franc, Linus, to a friend of his in London, animadverting upon Mr. Isaac Newton's theory of light and colors, formerly printed in these tracts*, Volume 9, n° 110, 1674, pp.217-219 »

### Planche 2 (pages 204 et 205)

- à gauche : « *A letter of Mr. Franc. Linus, written to the publisher from Liege the 25th of Febr. 1675. st. n. being a reply to the letter printed in Numb. 110. by way of answer to a former letter of the same Mr. Linus, concerning Mr. Isaac Newton's theory of light and colours*, Volume 10, n° 121, 1675, pp.499-500 »

- à droite : « *A particular answer of Mr. Isaak Newton to Mr. Linus his letter; printed in Numb 121. p.499. about an experiment relating to the new doctrine of light and colours : this answer sent from Cambridge in a letter to the publisher Febr. 29. 1675/6*, Volume 11, n° 123, 1676, pp.556-561 »



# PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS.

February 19. 1677.

## The CONTENTS.

*A Letter of Mr. Isaac Newton, Mathematick Professor in the University of Cambridge; containing his New Theory about Light and Colors: Where Light is declared to be not Similar or Homogeneous, but consisting of difform rays, some of which are more refrangible than others: And Colors are affirm'd to be not Qualifications of Light, deriv'd from Refractions of natural Bodies, (as 'tis generally believ'd;) but Original and Connate properties, which in divers rays are divers: Where several Observations and Experiments are allged to prove the said Theory. An Account of some Books: I. A Description of the EAST-INDIAN COASTS, MALABAR, COROMANDEL, CEYLON, &c. in Dutch, by Phil. Baldaeus. II. Antonii le Grand INSTITUTIO PHILOSOPHIÆ, secundum principia Renati Des-Cartes; nova methodo adornata & explicata. III. An Essay to the Advancement of MUSICK; by Thomas Salmon M. A. Advertisement about Thæon Smyrnæus. An Index for the Tracts of the Year 1671.*

*A Letter of Mr. Isaac Newton, Professor of the Mathematicks in the University of Cambridge; containing his New Theory about Light and Colors: sent by the Author to the Publisher from Cambridge, Febr. 6. 1677; in order to be communicated to the R. Society.*

S I R,

**T**O perform my late promise to you, I shall without further ceremony acquaint you, that in the beginning of the Year 1666 (at which time I applyed my self to the grinding of Optick glasses of other figures than *Spherical*.) I procured me a Triangular glass-Prisme, to try therewith the celebrated *Phænomena* of

G g g g

Colours.

# PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS.

Januar. 25. 1670.

## The CONTENTS.

**A Letter of Franc. Linus, animadverting on Mr. Newtons Theory of Light and Colors; with an Answer thereunto. Extracts of two Letters written by Mr. Flamstead, of an Astronomical nature. Some Observations and Experiments made by Mr. Lister, touching the Efflorescence of certain Mineral Globes; an odd figured Iris; a Glosso-petra tricuspis non-ferrata; certain Lapides Judaici, for kind found in England; the Electrical power of Stones in relation to a Vegetable Rosin; the Flower and Seed of Mushrooms; & the speedy vitrifying the whole body of Antimony by Cawk. An Account of some Books; 1. Tracts containing 1. Suspicions about some Hidden Qualities in the Air, with an Appendix touching Celestial Magnets and some other particulars: 2. Animadversions upon Mr. Hobbs's PROBLEMATICA de VACUO: 3. A Discourse of the Cause of Attraction by SUCTION: By the Honourable R. Boyle, Esq. Fell. of the R. Society. II. R. P. Claudii Franc. Milliet de Chales CURSUS seu MUNDUS MATHEMATICUS, &c. III. The SPHERE of M. Manilius made an English Poem, with Annotations, and an Astronomical Appendix: By Edward Sherburn, Esq. IV. AVONA, or a Transient View of the benefit of making Rivers of this Kingdom Navigable; by R. S. V. An Essay to facilitate the EDUCATION of YOUTH, &c. by M. Lewis of Tottenham.**

**A Letter of the Learn'd Franc. Linus, to a Friend of his in London, animadverting upon Mr. Isaac Newton's Theory of Light and Colors, formerly printed in these Tracts.**

Honoured Sir,

**U**nderstanding, that things of the nature I now write, are always welcom unto you, from what hand soever they come, I thought good, though unknown to you, to give you notice, That perusing lately the *Philosophical Transactions*, to see what I could find therein, in order to a little Treatise of Opticks I have in hand; I lighted in page 3075. upon a Letter of Mr. Isaac Newton, Professor of Mathematicks in the University of Cambridge, wherein he speaks of an

Ff

Ex

*A Letter of Mr. Franc. Linus, written to the Publisher from Liege the 25th of Febr. 1675. ft.n. being a Reply to the Letter printed in Numb. 110. by way of Answer to a former Letter of the same Mr. Linus, concerning Mr. Isaac Newton's Theory of Light and Colours.*

*Honoured Sir,*

**I**N yours of Dec. 17. which I received about the end of Jan. you say, I may rest assured, *First*, that the Experiment was made in clear days. *Secondly*, that the Prism was placed close to the hole, so that the light had no room to diverge: And *thirdly*, that the Image was not Parallel (as I conjectured) but Transverse to the Axis of the Prism. Truly, Sir, if these Assertions be admitted, they do indeed directly cut off what I said of Mr. Newton's being deceived by a bright cloud. But if we compare them with Mr. Newton's Relation of the Experiment in the *Phil. Transactions*, N. 80 p. 3076. it will evidently appear, they cannot be admitted as being directly contrary to what is there delivered. For there he tells us, the ends of the coloured Image, he saw on the opposite wall, near five times as long as broad, *seemed to be Semicircular*. Now these Semicircular Ends are never seen in a clear day, as Experience shews. From whence follows against the *first* Assertion, That the Experiment was not made in a clear day. Neither are those Semicircular Ends ever seen, when the Prism is placed close to the Hole; which contradicts the *second* Assertion. Neither are they ever seen, when the Image is Transverse to the length or Axis of the Prism; which directly opposes the *third* Assertion. But if in any of these three Cases, the Image be made so much longer than broad (as easily it may, by turning the Prism a little about its Axis) near five times as long as broad, than the one End thereof will run out into a sharp Cone or Pyramid like the flame of a Candle, and the other into a Cone somewhat more blunt; both which are far from seeming Semicircular: Whereas, if the Image be made not in a clear day, but with a bright cloud, and the Prism not placed close to the Hole, but in a competent distance from the same (as you see it placed in the Scheme of the Experiment in N. 84. p. 4091.) then these Semicircular Ends always appear with the sides thereof straight lines just as Mr. Newton there describes them. Neither

T t t

is

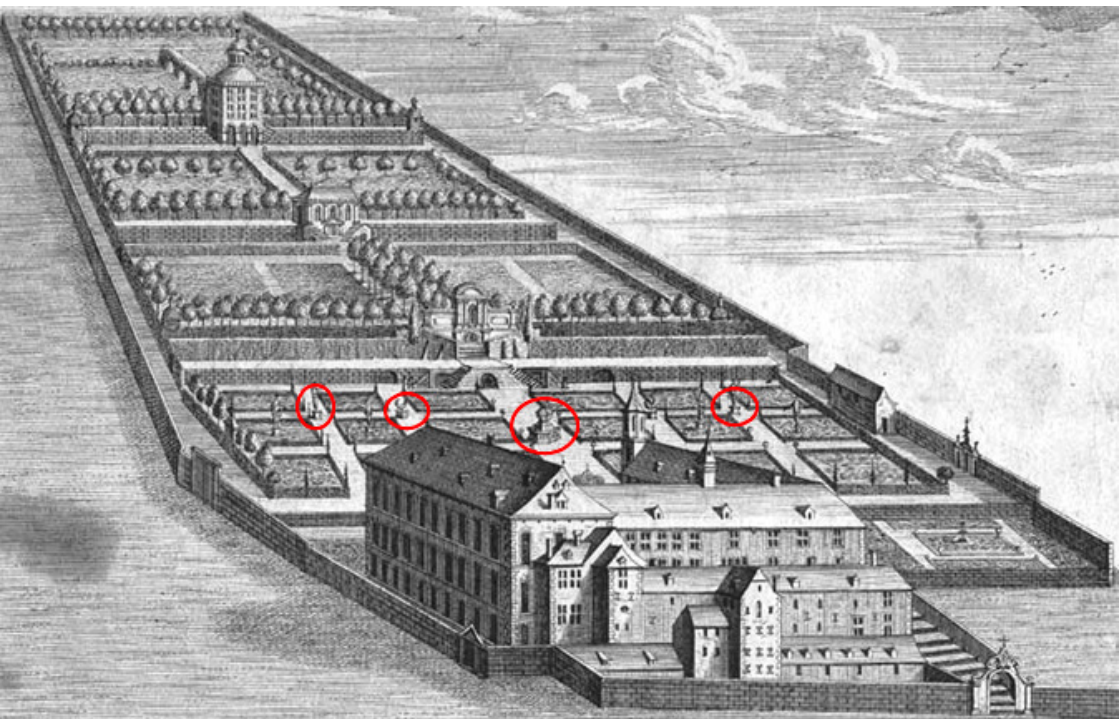
And Mr. Boyle discover'd and published the use of the Baroscope, to remark the weight of the Atmosphere and the changes of that weight in his first Treatise of Pneumatics an. 16<sup>32</sup>; that the Mercury ascended in England to 30 inches, and above  $\frac{1}{2}$ , Exper. 17<sup>b</sup>; that it changed within five weeks to full two inches, Exp. 18<sup>b</sup>; and the changes, in reference to heat, cold, wind, weather, and other alterations of the air, or whatever secret circumstances, have been remarked at London, Oxford, far in the West and other parts of England, these 10 years and upwards. The Weel-Barometer perfected, Num. 13. Another Statical Baroscope accurately devised, N. 14. And many other Instruments contrived and Materials prepared, which may make a deeper and closer discovery of the nature of a Place, than hath formerly been observ'd. And besides what is done as proper for this Island, there was begun by Dr. Ger. Boate, and publisht an. 1652. Ireland's Natural History, which if the Author had lived to finish, had been much fuller; and 'tis hoped that others will soon give it a larger measure of perfection. So that, though we are in this address somewhat tardy, yet, I think, we are not much behind our neighbours. And some have also made considerable researches which extend far beyond these our Climates. But I must forbear. If I am prolix here, it may be considered, that this is a pregnant part of our main business in Physiology; and it may be interpreted for a good proof of no monopolizing envy of us, in that we are willing to provoke our Neighbors to excel us in things that are truly good and excellent.

*A particular Answer of Mr. Isaak Newton to Mr. Linus his Letter, printed in Numb. 121. p. 499. about an Experiment relating to the New Doctrine of Light and Colours; This answer sent from Cambridge in a Letter to the Publisher Febr. 29. 167 $\frac{1}{2}$ .*

Sir,

BY reading Mr. Linus's Letter when you shew'd it to me at London, I retained only a general remembrance, that Mr. Linus deny'd what I affirmed, and so could lately say nothing in particular to it; but having the opportunity to read it again in Numb. 121. of the Transactions, I perceive he would perswade you, that the information you gave him about the Experiment is as inconsistent with my printed Letters as with experience; and therefore, left any who have not read those Letters should take my silence in this point for an acknowledgment, I thought it not amiss, to send you something in answer to this also.

He



*Plan, et Elevation du Colege et Jardin des R. Peres Jesuites Anglois a Liege.*

*Collège des Jésuites anglais en 1740 par Remacle Le Loup (1694-1746), dessinateur et graveur liégeois, né à Spa, auteur de la plupart des gravures du prestigieux ouvrage « Les Délices du Pays de Liège » Au croisement des allées on peut distinguer les cadrans construits par le Père Linus : cerclés de rouge.*

### ***Experimentum crucis\****

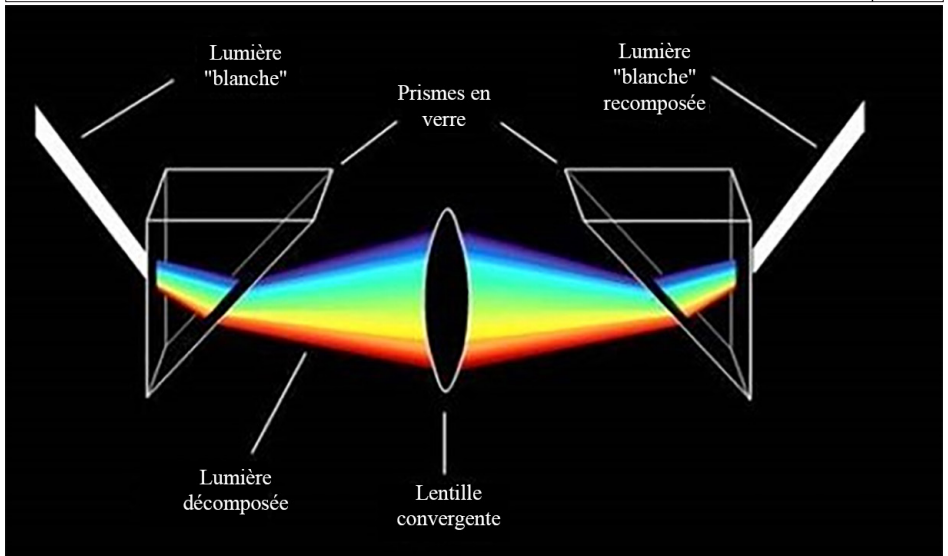
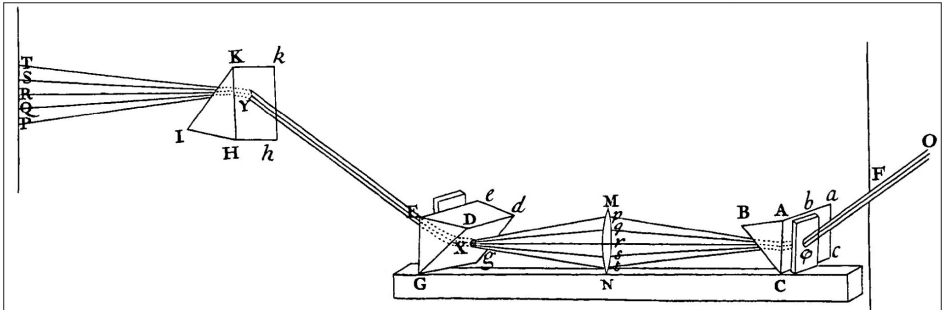
Expression latine (en Français : expérience cruciale ou critique) utilisée en science(s) pour désigner une expérience permettant de déterminer si une hypothèse ou une théorie particulière est meilleure que toutes les autres acceptées par la communauté scientifique. Le concept a été lancé par *Francis Bacon* (1561-1626) dans son ouvrage « *Novum Organum* » (1620), forgé par *Robert Hooke* (1635-1703), et utilisé par d'autres, dont *Newton*. Il utilise l'expression et détaille son

argumentation dans sa réponse à la seconde lettre de *Line* (*Trans. Roy. Soc.*, 11, n° 123, 1676, p. 559).

La « *Newton experimentum crucis* » était la preuve de *Newton* que la lumière blanche était composée de lumière colorée plutôt que la lumière de différentes couleurs résulte de vitesses différentes à travers un milieu. Dans un certain nombre de versions de cette expérience, *Newton* a permis à un puits de lumière (O) d'un trou dans son volet de fenêtre (F) de tomber sur un prisme de verre (ABC) ; le spectre de la lumière (pqrs) est focalisé par une

lentille convexe (MN) et traversé un deuxième prisme (DEG). Ce deuxième prisme a reconstitué le spectre sous la forme d'un faisceau de lumière blanche (Y) qui a ensuite été diffracté à travers un troisième prisme (HIK) et divisé à nouveau en composants (PQRST) projetés

sur un écran blanc (LV). Cette expérience est souvent considérée comme une preuve définitive de la théorie de la lumière de Newton. Cependant, l'expérience était difficile à reproduire et le compte rendu de Newton était lui-même un composite de nombreux essais.



*Doublet de prismes*  
 → décomposition de la lumière blanche  
 → recombinaison de la lumière blanche

\* [https://www.princeton.edu/~his291/Experimentum\\_Crucis.html](https://www.princeton.edu/~his291/Experimentum_Crucis.html)  
[http://www.dino-optic.fr/newgoe1\\_2.htm](http://www.dino-optic.fr/newgoe1_2.htm)