

Nul n'est prophète en son pays ...

Yvon RENOTTE

U3A-Liège – 15 mars 2022



*Autant il me paraît essentiel de se porter vers l'avant,
autant il me paraît utile de regarder d'où l'on vient*

- tenter de réhabiliter quelques scientifiques liégeois que les sociétés civile et scientifique ont « plus ou moins oubliés », même si certains ont eu l'honneur d'un nom de rue, de lieu, ou de site
- ils ont initié, forgé une tradition liégeoise de la recherche scientifique et du développement technologique qui n'ont fait que croître, se développer et gagner des lettres de noblesse pour faire la renommée de la Région
- ils sont notre honneur et notre gloire !



Université de Liège
Faculté des Sciences

Département AGO (Astrophysique, Géophysique et Océanographie)
Sart-Tilman, Bât.B5a, B-4000 Liège

directeur: shabraken@uliege.be / fondateur: yrenotte@uliege.be – senior project manager / consultant
(tél. 0499.39 14 65.)

<http://www.hololab.ulg.ac.be>

- Pourquoi ?
- Comment ?
- Quand ?
- Où ?

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

1

Elles/ils sont nombreuses/eux les Liégeoises et Liégeois à pouvoir prétendre à la renommée dans une multitude de domaines

dans les mondes de l'art et de la culture, de la justice,
de l'industrie, des sciences et des techniques, de la médecine,
de l'enseignement et de la recherche,
... et la liste est loin d'être limitative



Georges Simenon
(1903-89) - écrivain

- Georges Simenon et Zénobe Gramme
sont probablement, et à juste titre, deux Liégeois parmi les plus célèbres, les plus connus du grand public, dans des domaines très différents ...
... et pourtant, quelques autres pourraient leur disputer ce leadership
- Lambert Lombard (1505-66), artiste de la Renaissance, peintre, architecte, graveur, ...
 - Jean Del Cour (1631-1707), sculpteur baroque – « La Vierge à l'Enfant »
 - André Grétry (1741-1813), musicien, compositeur classique
 - César Franck (1822-90), organiste, compositeur classique
 - Léon Mignon (1847-98), sculpteur – « Li Tore »
- pour n'en citer que quelques-uns
- un cas intéressant : Renkin Sualem (1645-1708), mécanicien et maître-charpentier



Zénobe Gramme
(1826-1901) - inventeur



Lambert Lombard



Jean Del Cour



André Grétry



César Franck



Léon Mignon

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

2

Elles/ils sont nombreuses/eux les Liégeois et Liégeois à pouvoir prétendre à la renommée dans une multitude de domaines

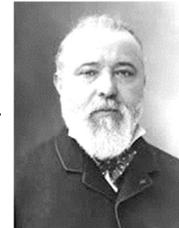
dans les mondes de l'art et de la culture, de la justice,
de l'industrie, des sciences et des techniques, de la médecine,
de l'enseignement et de la recherche,
... et la liste est loin d'être limitative



Georges Simenon (1903-89) - écrivain

Georges Simenon et Zénobe Gramme sont probablement, et à juste titre, deux Liégeois parmi les plus célèbres, les plus connus du grand public, dans des domaines très différents . . .

Pour des raisons personnelles (évidentes) et pour rester succinct j'ai volontairement limité « ma liste » :
- aux domaines qui me sont le plus familiers : physique, chimie, mathématiques et sciences appliquées
- à des scientifiques liégeois parmi « les plus oubliés » et antérieurs au XXe siècle, avec une attention particulière aux cas des moins (re)connus, curieusement « le plus ancien », Linus de Liège, et l'un des plus « récents », Joseph Plateau
- de nombreux ouvrages ont été consacrés aux plus récents, nos contemporains : merci de bien vouloir excuser ce choix



Zénobe Gramme (1826-1901) - inventeur



Lambert Lombard



Jean Del Cour



André Grétry



César Franck



Léon Mignon

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

3

Dans l'esprit de la Renaissance et de la Révolution copernicienne

Les « Précurseurs - Pères fondateurs »

avènement de la mécanique et de l'optique modernes, des bases de la thermométrie, développements de l'astronomie et des mathématiques

« Nolu n'est profète è s'pays »



Francis Hall dit « Linus de Liège » (1598-1675)



René de Sluse (1622-1685)



François Villette (1621-1698)



Rennequin Sualem (1645-1708)



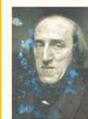
Nicolas F. Villette (.-.-1736)



François L. Villette (1729-1809)



Etienne Robertson (1763-1837)



Joseph Plateau (1801-1883) Daguerriestype de 1843



Michel Glaesener (1794-1876)



Zénobe Gramme (1826-1901)

Dans l'esprit de la Révolution, du Scientisme et du Positivisme entre deux mondes : les « Aventuriers » - la 1^{re} révolution industrielle . . . un peu « touche-à-tout » . . . de génie, transition vers l'application

Yvon RENOTTE, Dr. Sci.

Consultant au HOLOLAB
Enseignant – Chercheur honoraire de l'Université de Liège
co-fondateur du HOLOLAB - Dépt AGO (Astrophysique, Géophysique et Océanographie) - Institut de Physique, Bât. B5a, 4000 Liège
tél. : + 32 499 391455 - y.renotte@uliege.be - www.hololab.ulg.ac.be
www.linkedin.com/in/yvon-renotte-54a91a13

Dans l'esprit de la 2^e Révolution . . . industrielle
Les « Inventeurs - Développeurs - Constructeurs »
émergence de l'électromagnétisme : l'électricité remplace la vapeur

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (3 janvier 2022)

4

Nul n'est prophète en son pays !

1. Les « **pères fondateurs** » de la R&D à Liège <https://hdl.handle.net/2268/258697>
 - 1.1. *Francis Hall* « dit *Linus de Liège* » (1598-1675) <https://hdl.handle.net/2268/260564>
Il a « croisé le fer » avec I. Newton et R. Boyle
 - 1.2. *René de Sluse* (1622-1685) <https://hdl.handle.net/2268/259640>
Il a dialogué avec Ch. Huygens et B. Pascal
2. *Rennequin Sualem* (1645-1708) « **le précurseur** » <https://hdl.handle.net/2268/288427>
En construisant la *Machine de Marly*, il a réalisé le rêve fou du Roi Soleil : « détourner » la Seine pour alimenter les fontaines et les étangs de Versailles
3. *Longdoz*, le coin des « **anciens opticiens liégeois** » <https://hdl.handle.net/2268/258696>
 - 3.1. *François Vilette* (1729-1809) <https://hdl.handle.net/2268/258698>
Son grand-père a fréquenté Versailles et construit un miroir ardent pour Louis XIV
Son père fonde un atelier d'instruments d'optique à Liège et accueille le Tsar Pierre le Grand
Il fonde la Société Libre d'Émulation
 - 3.2. *Etienne Robertson* (1763-1837) <https://hdl.handle.net/2268/255983>
Aérostier, il invente le parachute
Il est considéré comme un des pionniers de la cinématographie
Il a fréquenté le Premier Consul Bonaparte
4. *Joseph Plateau* (1801-1883), le « **grand oublié** » <https://hdl.handle.net/2268/255984>
Il a inventé l'optique physiologique
À la suite de Maxwell, Il étudie la persistance rétinienne et y perd la vue
5. *Fagnée*, le coin des « **anciens électriciens liégeois** » <https://hdl.handle.net/2268/259639>
 - 5.1. *Zénobe Gramme* (1826-1901) <https://hdl.handle.net/2268/259639>
Peut-être le Liégeois le plus connu avec G. Simenon
Il invente la dynamo
 - 5.2. *Michel Gloesener* (1794-1896) <https://hdl.handle.net/2268/259639>
L'homme de l'ombre
Il développe l'industrie électromotrice dans la région liégeoise et l'électrification de la ville

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (3 janvier 2022)

5

Situer les contextes dans lesquels évoluent les personnages concernés

Ce qu'ils y ont fait ?

Leurs participations / implications ?

Leurs contributions . . . Les rôles qu'ils ont joués ?

L'histoire débute dans le « bouillonnement » de la Renaissance

Mais il y a un « avant et un « après »

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (15 mars 2022)

6

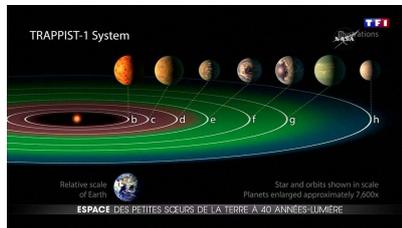
Il y a un « avant » et un « après »

- J'ai justifié « **l'après** » dans les préliminaires
- Je me limiterai donc à n'évoquer que quelques contemporains volontairement choisis dans un domaine emblématique de la recherche liégeoise, à la pointe de l'actualité scientifique et technique actuelle : l'**astrophysique** et son « ancêtre » l'**astronomie**, tout en insistant sur les contributions essentielles des nombreux autres chercheurs, célèbres, connus ou inconnus qui ont contribué, et continuent à contribuer, à la renommée et à l'excellence de la recherche dans les multiples domaines où elle s'exerce
- **Un événement majeur des dernières années** : 22 février 2017 - **conférence de presse internationale au siège de la NASA** et **publication** dans la prestigieuse revue scientifique **Nature** : **la découverte et l'étude d'un système de sept exoplanètes semblables à la Terre, le système Trappist, par une équipe d'astrophysiciens liégeois**

entre 2015 et 2017 à partir d'observations faites à l'aide du **télescope belge Trappist** (the **TR**ansiting **Pl**anets and **Pl**anetes**Im**als **S**mall **T**elescope) installé sur deux sites : la Silla (Chili) et Oukaïmeden (Maroc), informations croisées et complétées par celles de quatre autres basés aux Canaries, à Hawaï, en Afrique du Sud et une observation durant une vingtaine de jours à l'aide



Drs Emmanuel Jehin et Michael Gillon
Découvreurs du système Trappist



Michael Gillon, nommé dans la liste des 100 personnes les plus influentes par le Time Magazine en 2017

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

7

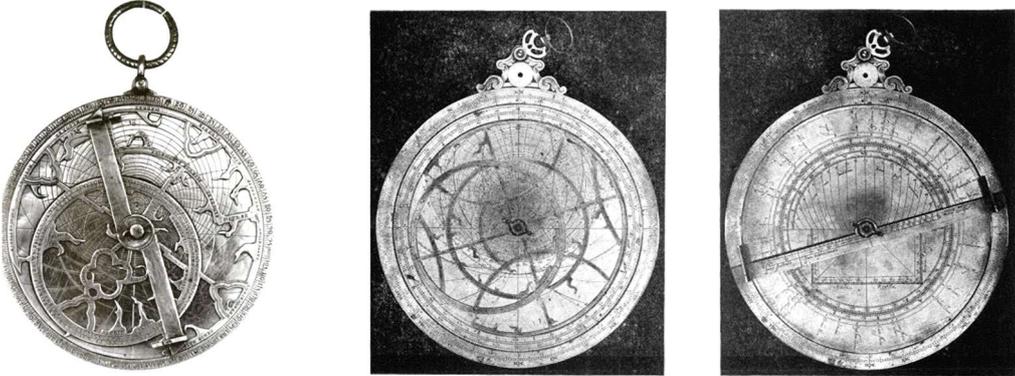
Il y a un « avant » et un « après »

- « **l'avant** » est moins documenté
- **Yaël Nazé** (Dépt AGO – ULiège) signale que **la pratique et l'enseignement de l'astronomie à Liège n'ont pas débuté à la Renaissance** puisque **des écoles** de la région en **enseignaient déjà des rudiments à l'époque gallo-romaine** sans que l'on ne possède malheureusement de trace de contribution
- **Au Moyen-Âge**: la fabrication d'astrolabes de précision au « **dessin original** » s'est développée → renommée :
 - vers 1010-1027,
 - **Radulf**, magister à Liège, mentionne l'astrolabe dans une missive à un collègue de Cologne : c'est une des **premières allusions à cet instrument en Occident**
 - **Englebert de St Laurent et Francon de Liège** (clerc du diocèse de Liège et mathématicien (1015/20-1083) écrivent des **règles de comput permettant de trouver les dates des fêtes mobiles**, telles Pâques
 - **Thomas Lambert** (1510-1562) dit **Geminus**, fait carrière comme illustrateur d'ouvrages scientifiques et **fonde une manufacture d'astrolabes** en Angleterre
- En 1556, l'astronome anversois **Johannes Stadius** (1527-1579) s'installe à Liège à l'instigation du prince-évêque et publie en 1560 des **tables astronomiques détaillées**, non exemptes d'erreurs : c'est l'occasion de montrer son **adhésion** et son **soutien aux thèses héliocentriques de Nicolas Copernic** (1473-1543)
- le prince-évêque **Ernest de Bavière** (1554-1612) **prête une lunette astronomique à Johannes Kepler** (1571-1630) qui l'aidera à confirmer les observations de **Galilée** (1564-1642)
- **Lambert Damery** qui **grave plusieurs astrolabes restés célèbres** en raison du dessin original de l'araignée différent de la structure traditionnelle, probablement inspiré par un conseiller scientifique, le savant jésuite bruxellois **Odon van Maelcote** (1572-1615) qui publie un **traité sur l'astrolabe** qui le fait remarquer dans le monde des sciences

Liège est entrée de plein pied dans la Renaissance !

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

8



Astralabe gothique : un des plus anciens d'Occident (1200)
Musée de la Vie Wallonne, collection Max Elskamp, n° 400
(© photo Musée de la Vie Wallonne, Liège)

Un astrolabe de Lambert Damery (1614)
<http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1939C%26T...55...86M/0000087.000.html>

Liège est entrée de plein pied dans la Renaissance !

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

9

l'aventure commence à la Renaissance

Où ?
l'Europe et en particulier la Toscane





Florence
El Duomo
la Cathédrale
le Baptistère
le Musée des
Offices
et
le Palais Vecchio



Henri IV (1582-1610)

Quand ?
fin du XVIe, début du XVIIe siècle
la Renaissance
(chute de Constantinople, 1453 → Henri IV, 1610)
[dates officielles françaises]



29 mai 1453 : prise de Constantinople par les Turcs (manuscrit français 1455)

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

10

Pourquoi ?

! Un « gigantesque chambardement »!

un foisonnement d'idées nouvelles et de personnages prestigieux

- des artistes, des inventeurs, ...

Botticelli, Michelangelo, El Garavaggio, El Tiziano, da Vinci, ..



Sandro Botticelli (1445-1510)



Michel-Ange (1475-1564)
[Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni]



Le Garavage (1571-1610)
[Michelangelo Merisi da Caravaggio]



Le Titien (1488-1576)
[Tiziano Vecellio]



Léonard de Vinci (1452-1519)
[Leonardo di ser Piero da Vinci]



Léonardo da Vinci (1512)
[autoportrait]



La naissance de Vénus (1485)
Musée des Offices - Florence



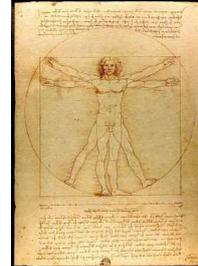
Le David (1501)
Galerie de l'Académie - Florence



Le garçon au panier de fruits
(1593)
Galerie Borghèse - Rome



La jeune fille au miroir (1545)
Musée Capodimonte - Naples



L'homme de Vitruve (1492)
Gallerie dell'Accademia - Venise



La Joconde (1503)
Musée du Louvre - Paris

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

11

Pourquoi ?

! La Révolution Copernicienne !

un foisonnement d'idées nouvelles et de personnages prestigieux

- des artistes, des inventeurs, ...

- des idées, des savants, des inventions, ... Deux systèmes s'affrontent

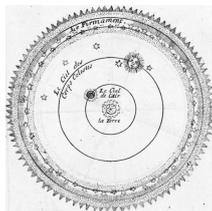
Copernic, Kepler, Galilée → l'héliocentrisme

Gutenberg → l'imprimerie

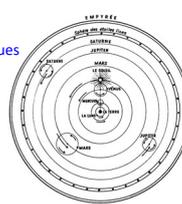
Vésal → l'anatomie entre dans la modernité



Aristote
(384-322 A.C.)



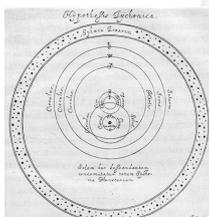
Les systèmes géocentriques



Claude Ptolémée
(90-163)



Tycho Brahé
(1546-1601)



Le système géo-héliocentrique



René Descartes
(1596-1650)



Johannes Kepler
(1571-1630)



Nicolas Copernic
(1473-1543)



Le système héliocentrique



Galileo Galilei
(1564-1642)

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

12

Pourquoi ?

un foisonnement d'idées nouvelles et de personnages prestigieux

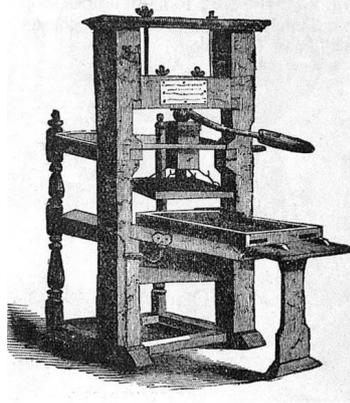
- des artistes, des inventeurs, ...
- des idées, des savants, des inventions, ... Deux systèmes s'affrontent
Copernic, Kepler, Galilée → l'héliocentrisme
Gutenberg → l'imprimerie



Johannes Gutenberg
(1398-1468)



Léonard de Vinci
(1452-1519)



Benjamin Franklin
(1706-1790)

- L'imprimerie: 1041: caractères mobiles (Chine), **Johannes Gutenberg** : presse à bras, encre grasse, caractères en plomb:
1455: la Bible B42, 1777: le Journal de Paris, 1814: presse à cylindre à vapeur (le Times), ... → diffusion du savoir et des idées

© Yvon RENOTTE - U3A (09 mars 2022)

Pourquoi ?

un foisonnement d'idées nouvelles et de personnages prestigieux

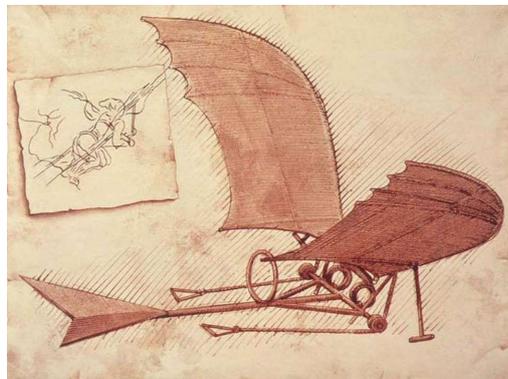
- des artistes, des inventeurs, ...
- des idées, des savants, des inventions, ... Deux systèmes s'affrontent
Copernic, Kepler, Galilée → l'héliocentrisme
Gutenberg → l'imprimerie



Johannes Gutenberg
(1398-1468)



Léonard de Vinci
(1452-1519)



Benjamin Franklin
(1706-1790)

- L'imprimerie: 1041: caractères mobiles (Chine), **Johannes Gutenberg** : presse à bras, encre grasse, caractères en plomb:
1455: la Bible B42, 1777: le Journal de Paris, 1814: presse à cylindre à vapeur (le Times), ... → diffusion du savoir et des idées
- Des inventeurs: **Léonard de Vinci** (1452-1519): le visionnaire génial, **Benjamin Franklin** (1706-1790): le touche-à-tout génial

© Yvon RENOTTE - U3A (09 mars 2022)

Pourquoi ?

un foisonnement d'idées nouvelles et de personnages prestigieux

- des artistes, des inventeurs, ...
- des idées, des savants, des inventions, ... Deux systèmes s'affrontent

Copernic, Kepler, Galilée → l'héliocentrisme

Gutenberg → l'imprimerie



Johannes Gutenberg
(1398-1468)



Léonard de Vinci
(1452-1519)



Télescope construit par Newton (1668)
«le miroir aux alouettes»



Lunette de Galilée (1610)



Microscope de Hooke (1675)



Benjamin Franklin
(1706-1790)

- L'imprimerie: 1041: caractères mobiles (Chine), **Johannes Gutenberg** : presse à bras, encre grasse, caractères en plomb: **1455: la Bible B42**, 1777: le Journal de Paris, 1814: presse à cylindre à vapeur (le Times), ... → **diffusion du savoir et des idées**
- Des inventeurs: **Léonard de Vinci** (1452-1519): le visionnaire génial, **Benjamin Franklin** (1706-1790): le touche-à-tout génial
- Des inventions: Lunettes & Télescopes: 1608: Hans Lippershey: 1^{re} lunette, **1610: lunette de Galilée**, **1668: Newton**: 1^{er} télescope
Microscope: Z. Janssen (1588-1631), **1675: Robert Hooke** - Marine: XV^e: astrolabe et bâton de Jacob, 1594: quadrant de Davie

© Yvon RENOTTE - U3A (09 mars 2022)

15

Pourquoi ?

un foisonnement d'idées nouvelles et de personnages prestigieux

- des artistes, des inventeurs, ...
- des idées, des savants, des inventions, ... Deux systèmes s'affrontent

Copernic, Kepler, Galilée → l'héliocentrisme

Gutenberg → l'imprimerie

Vésale → l'anatomie entre dans la modernité



Johannes Gutenberg
(1398-1468)



Léonard de Vinci
(1452-1519)



André Vésale
(1514-1564)



De humani corporis fabrica libri septem

(À propos de la *fabrique du corps humain en sept livres*)
traité d'anatomie humaine que l'on doit au
médecin et anatomiste brabançon **Andreas
Vesalius** (André Vésale)

- rédigé de 1539 à 1542, publié à Bâle en 1543 par Johannes Oporinus, réédité en 1555 : c'est cette édition qui fera autorité jusqu'au XVIII^e siècle, il y corrige les erreurs les plus flagrantes de **Galien** (129-201)
- considéré « *comme l'un des plus beaux livres du monde* », c'est l'ouvrage fondateur de l'anatomie moderne, et qui participe à de nouvelles représentations de l'homme et du vivant



Benjamin Franklin
(1706-1790)

© Yvon RENOTTE - U3A (09 mars 2022)

16

Pourquoi ?

un foisonnement d'idées nouvelles et de personnages prestigieux

- des artistes, des inventeurs, ...
- des idées, des savants, des inventions, ...
- des idées, des théologies nouvelles, des humanistes, des philosophes, des écrivains, ...

Luther → la Réforme (1517) → Calvin → le Protestantisme (1536)

Le Concile de Trente (1545) → la Contre-Réforme

Ignace de Loyola → la Compagnie de Jésus (les Jésuites - 1540)

Erasme, 'prince des humanistes': attaque polémique Luther (1524) dans son 'Essais sur le libre arbitre'
More, Machiavel, Rabelais, Montaigne, Pascal, Spinoza, ...



Martin Luther
(1483-1546)



Jean Calvin
(1509-1564)



Ignace de Loyola
(1491-1556)



Desiderius Erasmus
(1467-1536)



Thomas More
(1478-1535)



Nicolas Machiavel
(1469-1527)



François Rabelais
(1483-1553)



Michel de Montaigne
(1533-1592)



Blaise Pascal
(1623-1662)



Baruch Spinoza
(1632-1677)

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

17

Pourquoi ?

un foisonnement d'idées nouvelles et de personnages prestigieux

- des artistes, des inventeurs, ...
- des idées, des savants, des inventions, ...
- des idées, des théologies nouvelles, des humanistes, des philosophes, des écrivains, ...
- les grandes découvertes: des terres nouvelles → le monde s'agrandit ...
- un illustre précurseur: Marco Polo → voyages en Asie centrale et orientale: en Chine (périple de près de 25 ans: 1271-1295)
- (re)découverte de la boussole (début du XIV^e), invention du gouvernail (XIII^e), ...

Christophe Colomb découvre l'Amérique (quatre voyages à partir de 1492)

Vasco de Gama découvre l'Inde (1497-98)

Amerigo Vespucci découvre l'Amérique du Sud (1497-98)

John Cabot accoste à Terre-Neuve et au Labrador (1497)

Cabral découvre le Brésil (1500)

Magellan fait le tour du monde (1519-21)

Jacques Cartier découvre le Canada (1534)



Marco Polo
(1254-1324)



Christophe Colomb
(1451-1506)



Vasco de Gama
(1460-1524)



Amerigo Vespucci
(1454-1512)



Giovanni Caboto
(1450-1498)



Pedro Alvares Cabral
(1467-1520)



Fernand de Magellan
(1480-1521)



Jacques Cartier
(1491-1557)



Premier voyage de Christophe Colomb (1492-93)
12 octobre 1492: accoste sur l'île de San Salvador
(Bahamas)

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

18

*l'aventure commence à **la Renaissance**
elle accompagne **la sortie de l'Ancien Régime** et la **1^{re} Révolution industrielle***



Où ?

- principalement en Europe et en Amérique de Nord

Quand ?

- fin de l'Ancien Régime, début des Temps Modernes : « *Siècle des Lumières* » (XVIII^e)
- fin du XVIII^e s : Grande-Bretagne (Empire Britannique), Belgique
- début du XIX^e s : France, États-Unis, Allemagne
- fin du XIX^e s : Japon, Russie, ...

Pourquoi ?

- foisonnement d'*idées nouvelles* (philosophiques, socio-économiques, ...) et de *découvertes scientifiques*
→ *Révolution américaine* (Guerre d'Indépendance 1775-83) - déclaration d'Indépendance 1776
→ *Révolution française* (prise de la Bastille 14/07/1789) – *déclaration des Droits de l'Homme*

Comment ?

- *mutations politiques, socio-économiques profondes*
→ passage d'une société majoritairement agricole → société majoritairement industrielle / ouvrière
→ mouvements / révolutions socio-économiques: révolution agricole
→ apparition des empires coloniaux
- *techniques nouvelles* en pagaille
→ transformation de l'entreprise: libéralisme – industrialisation naissante: manufacture

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

19

*l'aventure commence à **la Renaissance**
elle accompagne **la sortie de l'Ancien Régime** et la **1^{re} Révolution industrielle***



Déclaration d'Indépendance des états-Unis d'Amérique
(4-07-17876)



La Déclaration des Droits de l'Homme

et du Citoyen (26-08-1789)



Prise de la Bastille (14-07-1789)

Où ?

Quand ?

Pourquoi

- foisonnement d'*idées nouvelles* (philosophiques, socio-économiques, ...) et de *découvertes scientifiques*
→ *Révolution américaine* (Guerre d'Indépendance 1775-83) - déclaration d'Indépendance 1776
→ *Révolution française* (prise de la Bastille 14/07/1789) – *déclaration des Droits de l'Homme*

Comment ?

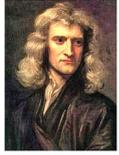
- *mutations politiques, socio-économiques profondes*
→ passage d'une société majoritairement agricole → société majoritairement industrielle / ouvrière
→ mouvements / révolutions socio-économiques: révolution agricole
→ apparition des empires coloniaux
- *techniques nouvelles* en pagaille
→ transformation de l'entreprise: libéralisme – industrialisation naissante: manufacture

© Yvon RENOTTE - U3A (08 mars 2022)

20

- Première Révolution industrielle : fin du XVIII^e – début du XIX^e s (1780 – 1850)

- aspects scientifiques : mécanique & thermique



Isaac Newton
(1643-1727)

- bases mécaniques : **Newton** fait la synthèse des acquis antérieurs → établit les lois de base de la mécanique « rationnelle » → **théorie de la gravitation universelle** : elle rend compte à la fois de la chute des corps et de la ronde des planètes qu'elle permet de prédire pour des siècles, **sa portée est immense, elle s'applique à tous les mouvements, ceux qui ont lieu dans notre quotidien comme ceux qui se produisent dans l'espace**

$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \vec{d}_0$$

F est la force d'attraction entre deux corps de masses m_1 et m_2 , distant de d_0
 G est la constante universelle de la gravitation



Ludwig Boltzmann
(1844-1906)

- bases thermodynamiques : **Boltzmann** : **2^d principe de la thermodynamique** → stipule que **l'entropie S d'un système isolé**, qui représente / mesure le **degré de désordre du dit système** au niveau microscopique, **ne peut qu'augmenter**

$$dS \geq 0$$

Il est considéré comme **le principe qui « gouverne le monde »**
il est à la base du développement des moteurs thermiques

- aspects techniques :

- **matière première**: charbon, fer
- **énergie**: vapeur → invention: **machine à vapeur** → **moyens de transport**: chemin de fer, bateau
- **industries**: textile, métallurgie, sidérurgie → **apparition de la machine et de l'usine**

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (9 mars 2022)

21

- Première Révolution industrielle : fin du XVIII^e – début du XIX^e s (1780 – 1850)

- aspects techniques :

- La machine à vapeur souffle son énergie

- 1690: premier cylindre – piston à vapeur : **Denis Papin** (1647 – 1712)
- 1712: la machine à vapeur à balancier : **Thomas Savery** (1650-1715) & **Thomas Newcomen** (1664-1729)
- 1769: la machine à vapeur à condenseur séparé : **James Watt** (1736–1819)
- 1780: machine à vapeur à la fonderie de Chaillot : **Jacques-Constantin** (1742-1818) & **Auguste-Charles Périer** (1779-1803)



Denis Papin
(1647-1712)



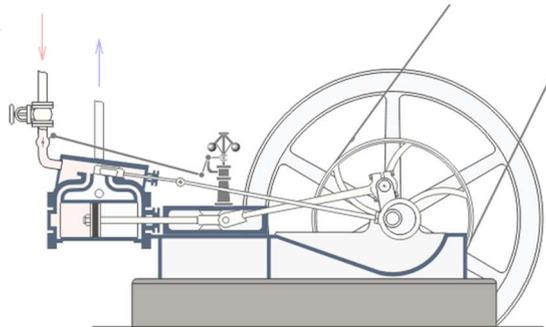
Thomas Savery
(1650-1715)



Thomas Newcomen
(1664-1729)

combustible fossile
bois – charbon
(pétrole – gaz)

↓
vapeur
cylindre



cylindre
piston – bielle
mouvement linéaire
↓
mouvement circulaire
↓
transmission par courroie

machine à vapeur



James Watt
(1736-1819)



Jacques-Constantin Périer
(1742-1818)

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (19 mars 2016)

22

- Première Révolution industrielle : fin du XVIII^e – début du XIX^e s (1780 – 1850)

- aspects techniques :

- La machine à vapeur souffle son énergie

- 1690: premier cylindre – piston à vapeur : **Denis Papin** (1647 – 1712)
- 1712: la machine à vapeur à balancier : **Thomas Savery** (1650-1715) & **Thomas Newcomen** (1664-1729)
- 1769: la machine à vapeur à condenseur séparé : **James Watt** (1736–1819)
- 1780: machine à vapeur à la fonderie de Chaillot : **Jacques-Constantin** (1742-1818) & **Auguste-Charles Périer** (1779-1803)

- La boîte de conserve: 1810: recouvrement en étain contre la rouille

- 1802: première fabrique de conserves : **Nicolas Appert** (1749-1841) - 1810: boîte en fer blanc : **Peter Durand** (1766-1822)
- 1858: la machine frigorifique: **Charles Tellier** (1828-1913)

- Le télégraphe électromagnétique:

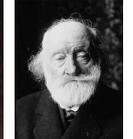
- 1832: **Charles Wheatstone** (1802-1875) & **Samuel Morse** (1791-1872)



Nicolas Appert
(1749-1841)



Peter Durand
(1766-1822)



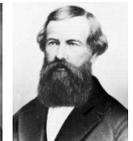
Charles Tellier
(1828-1913)



Charles Wheatstone
(1802-1875)



Samuel Morse
(1791-1872)



Elisha Otis
(1811-1861)

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (19 mars 2016)

23

- Première Révolution industrielle : fin du XVIII^e – début du XIX^e s (1780 – 1850)

- aspects techniques :

- La machine à vapeur souffle son énergie

- 1690: premier cylindre – piston à vapeur : **Denis Papin** (1647 – 1712)
- 1712: la machine à vapeur à balancier : **Thomas Savery** (1650-1715) & **Thomas Newcomen** (1664-1729)
- 1769: la machine à vapeur à condenseur séparé : **James Watt** (1736–1819)
- 1780: machine à vapeur à la fonderie de Chaillot : **Jacques-Constantin** (1742-1818) & **Auguste-Charles Périer** (1779-1803)

- La boîte de conserve: 1810: recouvrement en étain contre la rouille

- 1802: première fabrique de conserves : **Nicolas Appert** (1749-1841) - 1810: boîte en fer blanc : **Peter Durand** (1766-1822)
- 1858: la machine frigorifique: **Charles Tellier** (1828-1913)

- Le télégraphe électromagnétique:

- 1832: **Charles Wheatstone** (1802-1875) & **Samuel Morse** (1791-1872)

- L'ascenseur: 1853: mise au point par **Elisha Otis** (1811-1861): « parachute »

- La photographie apparaît : premiers procédés photographiques

- 1816: **Nicéphore Niépce** (1765-1833)
- 1837: daguerréotype: **Louis Daguerre** (1787-1851)



Nicéphore Niépce
(1765-1833)



Louis Daguerre
(1787-1851)



photographie réalisée en 1827 - la seule qui nous soit parvenue
(Saint-Loup de Varennes – bitume de Judée)

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (19 mars 2016)

24

- Première Révolution industrielle : fin du XVIII^e – début du XIX^e s (1780 – 1850)

- aspects techniques :

- La machine à vapeur souffle son énergie

- 1690: premier cylindre – piston à vapeur : *Denis Papin* (1647 – 1712)
- 1712: la machine à vapeur à balancier : *Thomas Savery* (1650-1715) & *Thomas Newcomen* (1664-1729)
- 1769: la machine à vapeur à condenseur séparé : *James Watt* (1736–1819)
- 1780: machine à vapeur à la fonderie de Chaillot : *Jacques-Constantin* (1742-1818) & *Auguste-Charles Périer* (1779-1803)

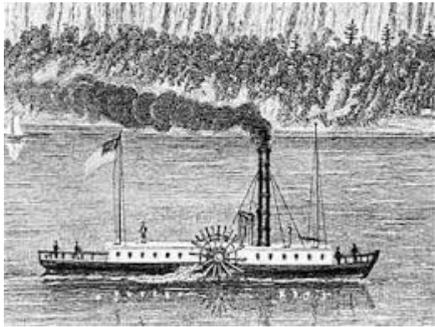
→ Moyens de transport

- Les steamers

- 1797: *Robert Fulton* (1765-1815) → le bateau – le moteur thermique (steamer)



Robert Fulton
(1765-1815)



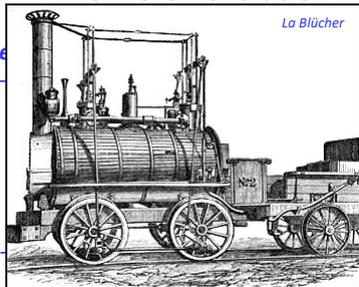
© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (19 mars 2016)

25

- Première Révolution industrielle : fin du XVIII^e – début du XIX^e s (1780 – 1850)

- aspe

→



La Blücher

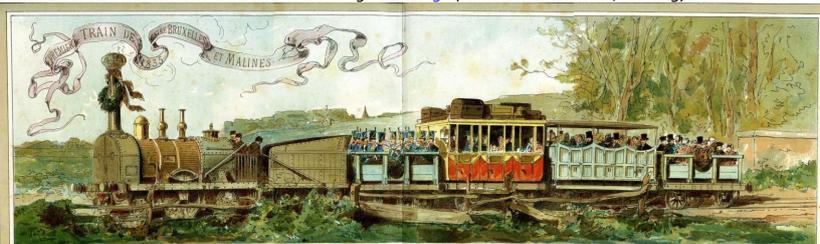


1^{re} locomotive de construction belge : Le Belge
(1835 - chantiers J. Cockerill, Seraing)

- 1^{re} ligne de chemin de fer: 1813: *la Blücher*: 1^{re} locomotive à vapeur: *George Stephenson* (1781-1842)
 - 1825: Angleterre: Stockton - Darlington, 1826: omnibus urbain – Nantes
 - 5 mai 1835: 1^{re} ligne continentale : Bruxelles – Malines
 - 30 décembre 1835 : 1^{re} locomotive de construction belge : *Le Belge* (chantiers J. Cockerill, Seraing)



Robert Fulton
(1765-1815)



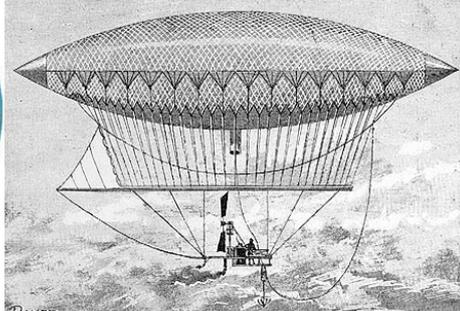
George Stephenson
(1781-1872)

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (19 mars 2016)

26

- Première Révolution industrielle : fin du XVIII^e – début du XIX^e s (1780 – 1850)

- aspects techniques :



Jean-François
Pilâtre de Rozier
(1754-1785)

es Périer (1779-1803)



Joseph Cugnot
(1725-1804)



Alphonse Loubat
(1779-1866)



Charles Goodyear
(1800-1860)

enson (1781-1842)

- Les débuts de l'automobile et autres moyens de transport

- 1770: Paris: **Joseph Cugnot** (1725-1804) essaie le fardier automobile
- 1832: New-York: tramway hippomobile Manhattan - Harlem
- 1839: **Charles Goodyear** (1800-1860): la vulcanisation du caoutchouc
→ le pneu souple et résistant
- 1852: **Alphonse Loubat** (1779-1866): rail encastré dans la chaussée
→ 1855: Paris: mise en service du tramway

- Les ballons: 19/09/1783: 1^{er} vols habités: **Joseph & Etienne Montgolfier**

- 21/11/1783: **Pilâtre de Rozier et le Marquis d'Arlandes** : Paris - 1^{er} vol + 20 min
- 7/01/1785: **Blanchard & Jeffries** traversent la Manche (2 h 25 min) – ballon gonflé à l'hydrogène
- J.B.M. de la Place: dirigeable, 1852: **Henri Giffard**: dirigeable à vapeur



© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (19 mars 2016)

27

- Première Révolution industrielle : fin du XVIII^e – début du XIX^e s (1780 – 1850)

- aspects techniques :

- La machine à vapeur souffle son énergie

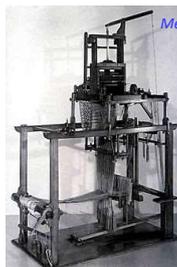
- 1690: premier cylindre – piston à vapeur : **Denis Papin** (1647 – 1712)
- 1712: la machine à vapeur à balancier : **Thomas Savery** (1650-1715) & **Thomas Newcomen** (1664-1729)
- 1769: la machine à vapeur à condenseur séparé : **James Watt** (1736–1819)
- 1780: machine à vapeur à la fonderie de Chaillot : **Jacques-Constantin** (1742-1818) & **Auguste-Charles Périer** (1779-1803)

→ Moyens de transport

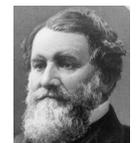
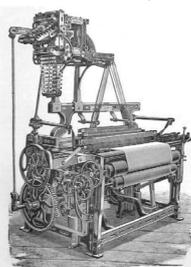
→ Industries

- Industrie textile:

- 1765: spinning-jenny – machine à filer (rouet à 8 bobines) : **James Hargreaves** (1720-1778)
- 1785: 1^{er} métier à tisser mécanique : **Edmund Cartwright** (1743–1823)
- 1801: métier à tisser automatisé conduit par un seul ouvrier : **Joseph Marie Jacquard** (1752–1824)



Métier à tisser
Jacquard



James Hargreaves
(1720-1778)



Edmund Cartwright
(1743-1823)



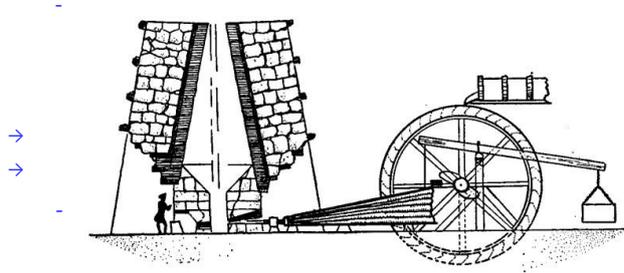
Joseph Marie
Jacquard
(1752-1824)

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (19 mars 2016)

28

- Première Révolution industrielle : fin du XVIII^e – début du XIX^e s (1780 – 1850)

- aspects techniques :



Abraham Darby
(1678-1717)



John Cockerill
(1790-1840)

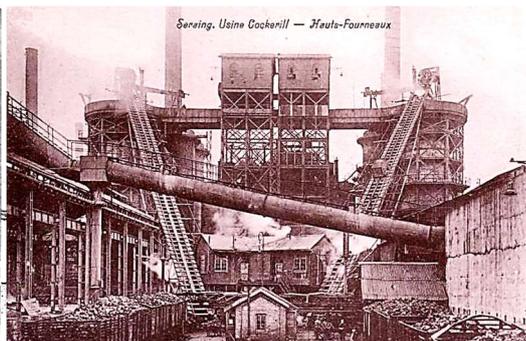
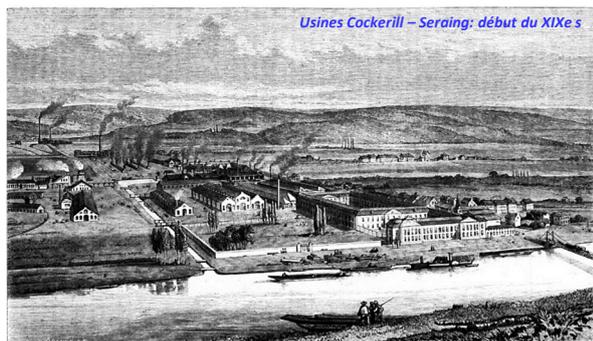
- **Mécanique, métallurgie, sidérurgie** : charbon – fonte – acier
 - 1708 : **Abraham Darby** (1678 – 1717) fait de la fonte en utilisant du coke au lieu du charbon de bois et **Abraham Darby II** (1711 - 1763) du fer à partir de la fonte de coke (1750)
 - 1818 : **John Cockerill** (1790 - 1840) développe un haut-fourneau à coke à Seraing
 - 1838 : il y fonde un **complexe industriel** indépendant intégré comprenant notamment un haut-fourneau, des fonderies, des forges, des laminiers et des ateliers de construction mécanique situés à proximité des charbonnages, une mine de minerai de fer, ainsi qu'un réseau de chemin de fer et un port sur la Meuse.

→ **Les premiers empires industriels** : charbon / acier / ...

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (19 mars 2016)

29

- Première Révolution industrielle : fin du XVIII^e – début du XIX^e s (1780 – 1850)



Abraham Darby
(1678-1717)



John Cockerill
(1790-1840)

- **Mécanique, métallurgie, sidérurgie** : charbon – fonte – acier
 - 1708 : **Abraham Darby** (1678 – 1717) fait de la fonte en utilisant du coke au lieu du charbon de bois et **Abraham Darby II** (1711 - 1763) du fer à partir de la fonte de coke (1750)
 - 1818 : **John Cockerill** (1790 - 1840) développe un haut-fourneau à coke à Seraing
 - 1838 : il y fonde un **complexe industriel** indépendant intégré comprenant notamment un haut-fourneau, des fonderies, des forges, des laminiers et des ateliers de construction mécanique situés à proximité des charbonnages, une mine de minerai de fer, ainsi qu'un réseau de chemin de fer et un port sur la Meuse.

→ **Les premiers empires industriels** : charbon / acier / ...

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (19 mars 2016)

30

*l'aventure commence à **la Renaissance**
elle accompagne **la sortie de l'Ancien Régime** et la **1^{re} Révolution industrielle**
elle s'épanouit dans la **2^e Révolution industrielle***

Où ?

- principalement en Europe et en Amérique de Nord, également en Russie et au Japon

Quand ?

- fin du XIX^e – début du XX^e s (1880 – 1950)
 - seconde moitié du XIX^e s : États-Unis (tournant de la Guerre de Sécession 1861-1865)
 Allemagne (unification → industrialisation)
 Japon (ouverture économique, ère Meiji 1868-1912, réformes, ...)
 Russie (réforme agraire, industrialisation → 1917 Révolution)

Pourquoi ?

- développement des techniques, nouvelles sources d'énergie: **l'électricité remplace la vapeur**

Comment ?

- mutations politiques et socio-économiques se poursuivent
 - techniques nouvelles en pagaille
 → l'industrialisation s'étend et se généralise; capitalisme naissant

© Yvon RENOTTE - USA (10 mars 2022)

31

- Deuxième Révolution industrielle : fin du XIX^e – début du XX^e s (1880 – 1950)

- aspects scientifiques : force électro-motrice



James C. Maxwell (1831-1879)



Charles A. Coulomb (1736-1806)



Hans Ch. Oersted (1777-1851)



Karl F. Gauss (1777-1855)



Michael Faraday (1791-1867)



André-Marie Ampère (1775-1836)



Heinrich Lenz (1804-1867)

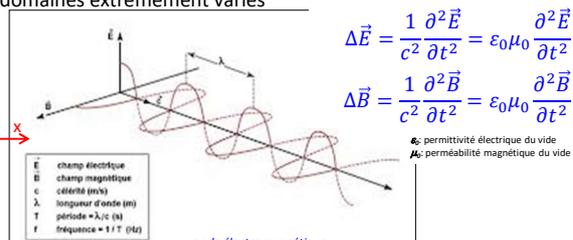
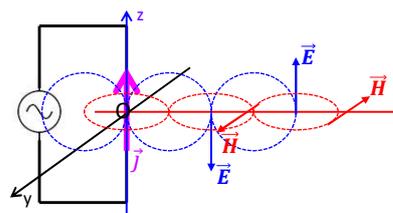
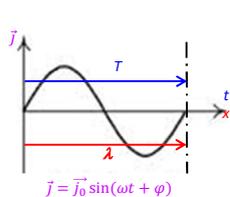
- bases électrodynamiques : **Maxwell** fait la synthèse des acquis antérieurs → établit les lois de base de l'**électromagnétisme** → **unifie électricité et magnétisme** et établit les lois régissant leurs interactions mutuelles, démontre que **la lumière est un phénomène électromagnétique**: ce sont des ondes électromagnétiques

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0 \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{H} = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \quad \vec{\nabla} \times \vec{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

- les équations du haut expriment que les **champs électrique \vec{E} [V/m] et magnétique \vec{H} [A/m]** se conservent dans le vide
 - celles du bas, expriment comment s'effectue la transformation de l'un en l'autre **c est la vitesse de la lumière dans le vide**

- Le champ de leurs applications est énorme et couvre des domaines extrêmement variés



© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (10 mars 2022)

32

1864.] *Dynamical Theory of the Electromagnetic Field.* 531

facts of the action of heat on the ethylphosphates, may aid in determining this question. Meanwhile the observation, already recorded, as to the stability of ordinary ethylphosphoric acid and its salts in the presence of permanganate of potassium requires a word or two of further comment. When argentic diethylphosphate is acted upon with iodine, the silver and one atom of ethyl may be removed, and after treatment with finely divided silver and a little oxide of silver to remove any iodine and hydriodic acid, and then with excess of carbonate of barium, an ethylphosphate of barium is obtained, which, unlike the ordinary salt, immediately reduces permanganate of potassium; perhaps the ethyl in this salt exists in a different and less intimate form of combination. I am inclined to think that the permanganates will afford, in some cases, criteria for the detection of slight

II. A dynamical theory of the electromagnetic field
by J. Clerk Maxwell, F.R.S.
Roy. Soc. Proc. XIII 1864, pp. 531-536

"A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field." By Professor J. CLERK MAXWELL, F.R.S. Received October 27, 1864.
(Abstract.)

The proposed Theory seeks for the origin of electromagnetic effects in the medium surrounding the electric or magnetic bodies, and assumes that they act on each other not immediately at a distance, but through the intervention of this medium.

The existence of the medium is assumed as probable, since the investigations of Optics have led philosophers to believe that in such a medium the propagation of light takes place.

The properties attributed to the medium in order to explain the propagation of light are—

- 1st. That the motion of one part communicates motion to the parts in its neighbourhood.
- 2nd. That this communication is not instantaneous but progressive, and depends on the elasticity of the medium as compared with its density.

The kind of motion attributed to the medium when transmitting light is that called transverse vibration.

An elastic medium capable of such motions must be also capable of a vast variety of other motions, and its elasticity may be called into play in other ways, some of which may be discoverable by their effects.

One phenomenon which seems to indicate the existence of other motions than those of light in the medium, is that discovered by Faraday, in which the plane of polarization of a ray of light is caused to rotate by the action

[459]

VIII. *A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field.* By J. CLERK MAXWELL, F.R.S.
Received October 27,—Read December 8, 1864.

PART I.—INTRODUCTORY.

(1) THE most obvious mechanical phenomenon in electrical and magnetical experiments is the mutual action by which bodies in certain states set each other in motion while still at a sensible distance from each other. The first step, therefore, in reducing these phenomena into scientific form, is to ascertain the magnitude and direction of the force acting between the bodies, and when it is found that this force depends in a certain way upon the relative position of the bodies and on their electric or magnetic condition, it seems at first sight natural to explain the facts by assuming the existence of something either at rest or in motion in each body, constituting its electric or magnetic state, and capable of acting at a distance according to mathematical laws.

In this way mathematical theories of statical electricity, of magnetism, of the mechanical action between conductors carrying currents, and of the induction of currents have been formed. In these theories the force acting between the two bodies is treated with reference only to the condition of the bodies and their relative position, and without any express consideration of the surrounding medium.

These theories assume, more or less explicitly, the existence of substances the particles of which have the property of acting on one another at a distance by attraction or repulsion. The most complete development of a theory of this kind is that of M. W. WEBER*, who has made the same theory include electrostatic and electromagnetic phenomena.

In doing so, however, he has found it necessary to assume that the force between two electric particles depends on their relative velocity, as well as on their distance.

This theory, as developed by MM. W. WEBER and C. NEUMANN†, is exceedingly ingenious, and wonderfully comprehensive in its application to the phenomena of statical electricity, electromagnetic attractions, induction of currents and diamagnetic phenomena; and it comes to us with the more authority, as it has served to guide the speculations of one who has made so great an advance in the practical part of electric science, both by introducing a consistent system of units in electrical measurement, and by actually determining electrical quantities with an accuracy hitherto unknown.

VIII. A dynamical theory of the electromagnetic field
by J. Clerk Maxwell, F.R.S.
Phil. Trans. CLV. 1865, pp. 459-512

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (14 mars 2022)

33

- Deuxième Révolution industrielle : fin du XIX^e – début du XX^e s (1880 – 1950)

- aspects scientifiques : force électro-motrice



James C. Maxwell
(1831-1879)

- bases électrodynamiques : Maxwell fait l'électromagnétisme → unifie l'électricité
démontre que **la lumière est un phénomène électromagnétique**

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0 \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{H} = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \quad \vec{\nabla} \times \vec{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

- aspects techniques : l'électricité remplace la vapeur

La Fée électricité – Raoul Dufy
Exposition internationale des Arts et des Techniques appliqués à la Vie moderne »
Musée d'Art Moderne de la Ville de Paris – Chaillot
Exposition Universelle de 1937




101 savants et penseurs qui ont contribué à l'invention de l'électricité sont représentés



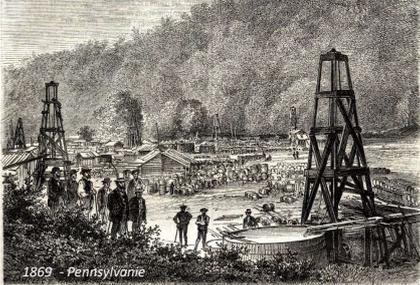
© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (10 mars 2022)

34

2^e révolution industrielle



Edwin Drake
(1819-1880)



1869 - Pennsylvanie



Chevalet de pompage - Texas



Joseph Henry
(1797-1878)



William Sturge
(1783-1850)



Thomas Davenport
(1802-1851)



Zénobe Gramme
(1826-1901)



William Stanley
(1858-1916)



Nikola Tesla
(1856-1943)



Mikhail Dolivo-Dobrovolski
(1862-1919)

→ Matières premières et Forces motrices

- **Le charbon et le pétrole**
 - 1850: exploitation et utilisation industrielle → 1859: **Edwin Drake** (1819-1880): premier puits en Pennsylvanie
- **Électricité et moteurs électriques**
 - 1828: la Roue de Barlow: **Peter Barlow** (1776-1862)
 - 1829: **Joseph Henry** (1797-1878) améliore l'électroaimant inventé (1823) par **William Sturgeon** (1783-1850)
 - 1831: **Joseph Henry**: 1^{er} télégraphe électromagnétique & un des premiers moteurs électriques
 - 1834: **Thomas Davenport** (1802-1851): le moteur à courant continu
 - 1871: première dynamo industrielle construite par le belge **Zénobe Gramme** (1826-1901)
 - 1873: génératrice de courant continu et sa réversibilité en moteur à courant continu
 - 1885: **William Stanley** (1858-1916): transformateur à courant alternatif
 - 1887: **Nikola Tesla** (1856-1943): l'alternateur: courants alternatifs et moteur à courant alternatif asynchrone
 - 1888: **Nikola Tesla** (1856-1943): moteur à courant alternatif synchrone
 - 1889-91: **Mikhail Dolivo-Dobrovolski** (1862-1919): moteur asynchrone à courant triphasé

→ 1879: **Thomas Edison** (1847-1941) met au point la lampe à incandescence → avènement de l'éclairage urbain et de l'électronique

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (24 mars 2016)

35

2^e révolution industrielle

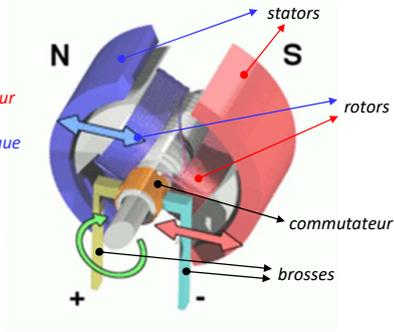
- **deuxième révolution industrielle** : fin du XIX^e – début du XX^e s (1880 – 1950)
 - **matière première**: pétrole
 - **énergie**: électricité → **inventions**: dynamo, moteur électrique et moteur à combustion interne, lampe, télégraphe, téléphone, radio, photographie, cinéma, ...
 - **moyens de transport**: automobile, chemin de fer, avion (début)
 - **industries**: sidérurgie, industrie chimique, pétrochimie, industrie électrique → **organisation du travail**
 - **l'agriculture se motorise** → 'de moins en moins de bras': exode rural → prolétariat urbain → problèmes sociaux
 - **progrès de la médecine**: stéthoscope, anesthésie, seringue, vaccins, rayons X, aspirine, transfusions sanguines

Dynamo / Alternateur

mouvement mécanique de rotation

↓

énergie électrique

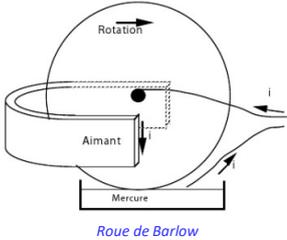




Zénobe Gramme
(1826-1901)
1868 - la dynamo



Peter Barlow
(1776-1862)
1828 - la roue



Roue de Barlow

Moteur électrique

énergie électrique

↓

mouvement mécanique de rotation

↓

énergie mécanique

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (22 mars 2016)

36

2^e révolution industrielle

- **deuxième révolution industrielle** : fin du XIX^e – début du XX^e s (1880 – 1950)

- **matière première**: pétrole

- **énergie**: électricité → **inventions**: *dynamo, moteur électrique* et *moteur à combustion interne, lampe*
télégraphe, téléphone, radio, photographie, cinéma, ...

→ **moyens de transport**: automobile, chemin de fer, avion (début)

- **industries**: sidérurgie, industrie chimique, pétrochimie, industrie électrique → **organisation du travail**

→ **l'agriculture se motorise** → 'de moins en moins de bras': exode rural → prolétariat urbain → problèmes sociaux

- **progrès de la médecine**: stéthoscope, anesthésie, seringue, vaccins, rayons X, aspirine, transfusions sanguines

Faraday :

Pierre-Simon de Laplace
(1749-1827)

Forces
de Laplace
de Lorentz

↓

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$$

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (24 mars 2016)

37

Moteur oscillant de Henry

Moteur de Davenport

Dynamo Gramme (modèle de 1878)

Monument à Liège : Pont de Fragnée

Statue devant le Musée des Arts et Métiers, Paris

la Roue de Barlow

Rotor (à gauche) et stator (à droite) d'une machine asynchrone 0,75 kW

Transformateur

Ex. : un transformateur dont le primaire comporte $N_1 = 460$ spires, alimenté par une tension $U_1 = 230 V_{eff}$ → le secondaire qui comporte $N_2 = 24$ spires présente une tension $U_2 = 12V_{eff}$: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$

Transformateur de mesure de tension nominale 110 kV

Transformateur de puissance dans un poste électrique

Autotransformateur à rapport variable

lampe à incandescence de Edison

38

2^e révolution industrielle

- **deuxième révolution industrielle** : fin du XIX^e

- **matière première**: pétrole

- **énergie**: électricité → inventions: dyn

moteur atmosphérique

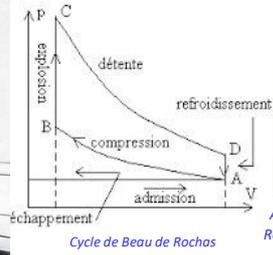
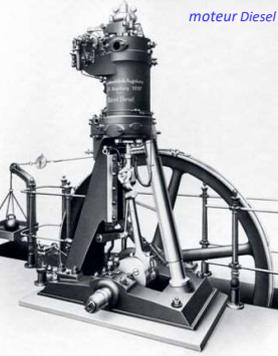
télégra

→ **moyens de tra**

- **industries**: sidérurgie, industrie chimi

→ **l'agriculture se motorise** → 'de moins en m

- **progrès de la médecine**: stéthoscope, anesthé



Alphonse Beau de Rochas (1815-1893)

Cycle de Beau de Rochas

→ **Matières premières et Forces motrices**

- **Moteur à combustion interne / à explosion**

- 1824: **Nicolas Léonard Sadi-Carnot** (1796-1832): théorie de la thermodynamique des moteurs

Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance (Paris, 1824)

- 1859: premier moteur 2 temps imaginé et réalisé par **Étienne Lenoir** (1822-1900)

- 1862: moteur thermique 4 temps : principe (**Alphonse Beau de Rochas** 1815-1893)

- 1872: réalisé par **Nikolaus Otto** (1832-1891): moteur atmosphérique appliqué à l'automobile (1886)

- 1893-97: moteur à allumage par compression: **Rudolph Diesel** (1858-1913)



Sadi-Carnot (1796-1832)



Étienne Lenoir (1822-1900)



Nikolaus Otto (1832-1891)



Rudolph Diesel (1858-1913)

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (24 mars 2016)

39

2^e révolution industrielle

- **deuxième révolution industrielle** : fin du XIX^e – début du XX^e s (1880 – 1950)

- **matière première**: pétrole

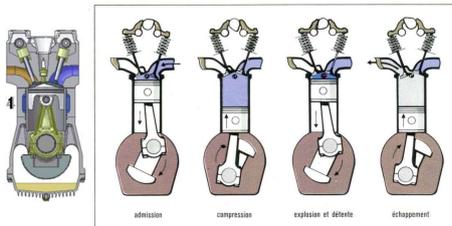
- **énergie**: électricité → inventions: dynamo, moteur électrique et **moteur à combustion interne**, lampe télégraphe, téléphone, radio, photographie, cinéma, ...

→ **moyens de transport**: automobile, chemin de fer, avion (début)

- **industries**: sidérurgie, industrie chimique, pétrochimie, industrie électrique → **organisation du travail**

→ **l'agriculture se motorise** → 'de moins en moins de bras': exode rural → prolétariat urbain → problèmes sociaux

- **progrès de la médecine**: stéthoscope, anesthésie, seringue, vaccins, rayons X, aspirine, transfusions sanguines



les 4 temps du moteur à explosion



Étienne Lenoir (1822-1900)

1860 - moteur 2 temps

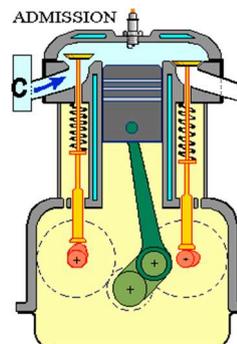


René Panhard (1841-1908)



Émile C. Levassor (1843-1897)

1896 - moteur 4 temps



Moteur à combustion interne

énergie thermique



mouvement mécanique de rotation



énergie mécanique

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (22 mars 2016)

40

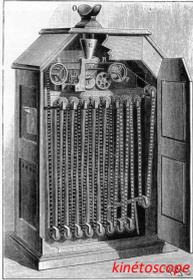
2^e révolution industrielle



Phonographe Edison



Phonographe Pathé



kinéscope



le cinématographe des frères Lumière

→ Matières premières et Forces motrices

Moteur à combustion interne / à explosion

- 1824: **Nicolas Léonard Sadi-Carnot** (1796-1832): théorie de la thermodynamique des moteurs
Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance (Paris,
- 1859: premier moteur 2 temps imaginé et réalisé par **Étienne Lenoir** (1822-1900)
- 1862: moteur thermique 4 temps : principe (**Alphonse Beau de Rochas** 1815-1893)
- 1872: réalisé par **Nikolaus Otto** (1832-1891): moteur atmosphérique appliqué à l'automobile (1886)
- 1893-97: moteur à allumage par compression: **Rudolph Diesel** (1858-1913)

Des inventions tous azimuts

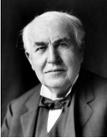
- 1842-48: **Ada King, comtesse de Lovelace** (1815-1852): prémices de la programmation informatiques
- 1874: **François Coignet** (1814-1888): premier pont en béton à New-York
- 1877: **Thomas Edison** (1847-1931): brevet du phonographe à cylindre / 1891: brevet du kinéscope
- 1888: **George Eastman** (1854-1932): passage à la photographie populaire → lance le Kodak
- 1895: **Auguste** (1862-1954) & **Louis** (1864-1948) **Lumière** : inventent le cinématographe
- 1902: **Georges Méliès** (1861-1938): réalisateur de films: 1^{er} studio de cinéma français
- 1913: **Oskar Barnack** (1879-1936): construit le Leica



Anna King
(1815-1852)



François Coignet
(1814-1888)



Thomas Edison
(1847-1931)



George Eastman
(1854-1932)



Auguste et Louis Lumière
(1862-1954) (1864-1948)

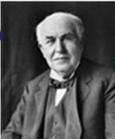
© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (24 mars 2016)

41

2^e révolution industrielle



Mahlon Loomis
(1826-1886)



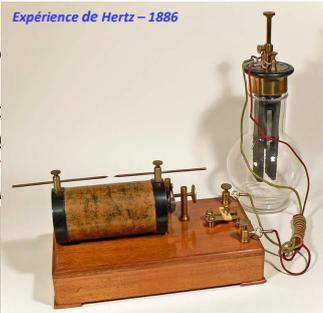
Thomas Edison
(1847-1931)



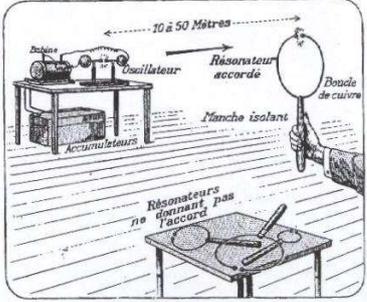
Heinrich Rudolf Hertz
(1857-1894)

elle : fin du x
trole
inventions: c
télé
moyens de
industrie ch

Expérience de Hertz – 1886

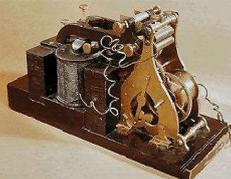


(les débuts)
collective, qui part de la découverte des ondes électromagnétiques, de l'invention du pour communiquer sans fil :1923





Télégraphe Morse - 1841



- 1841 : **Samuel Morse** (1791-1872) invente le **télégraphe électrique**, son assistant **Ernest Vail** (1881-1943) invente le code dit Morse
- 1866 : **Mahlon Loomis** (1826-1886) revendique la première transmission sans fil en Virginie
- 1883 : **Thomas Edison** (1847-1931) invente le **tube à vide** à deux électrodes ou **diode** sans en percevoir les bénéfices ou les usages notamment le redressement du courant alternatif
- 1886-1888 : **Heinrich Rudolf Hertz** (1857-1894) met en évidence les **ondes radio**

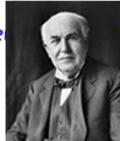
© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (31 mars 2016)

42

2^e révolution industrielle



Mahlon Loomis
(1826-1886)



Thomas Edison
(1847-1931)



Heinrich Rudolf Hertz
(1857-1894)



Édouard Branly
(1844-1940)



Alexandre Popov
(1859-1906)



Reginald Fessenden
(1866-1932)



Greenleaf Pickard
(1877-1956)



Henry H.C. Dunwoody
(1843-1933)



Lee De Forest
(1873-1961)

→ l'agriculture se motorise → 'de moins en moins de bras': exode rural → prolétariat urbain → problèmes sociaux
- progrès de la médecine: stéthoscope, anesthésie, seringue, vaccins, rayons X, aspirine, transfusions sanguines

→ Transmissions

- Téléphonie sans fil : TSF – Radiophonie – Télévision (les débuts)

Les précurseurs : l'invention de la radio est une œuvre collective, qui part de la découverte des ondes électromagnétiques, de l'invention du télégraphe, et aboutit aux premiers matériels utilisables pour communiquer sans fil : 1923

- 1841 : Samuel Morse (1791-1872) invente le télégraphe électrique, son assistant Ernest Vail (1881-1943) invente le code dit Morse
- 1866 : Mahlon Loomis (1826-1886) revendique la première transmission sans fil en Virginie
- 1883 : Thomas Edison (1847-1931) invente le tube à vide à deux électrodes ou diode sans en percevoir les bénéfices ou les usages notamment le redressement du courant alternatif
- 1886-1888 : Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) met en évidence les ondes radio
- 1889 : Nikola Tesla (1856-1943) réalise un générateur hautes fréquences (15 kHz) ; en 1893, il expérimente la première communication radio
- 1890 : Édouard Branly (1844-1940) découvre le principe de la radioconduction et met au point le premier détecteur d'ondes sensible, le cohéreur
- 1893 : Alexandre Popov (1859-1906) découvre le principe de l'antenne qui va permettre des liaisons à grande distance
- 1895 : Guglielmo Marconi (1874-1937) expérimente les premières liaisons hertziennes en Italie
- 1901 : Marconi effectue la première liaison transatlantique entre Terre-Neuve et la Cornouailles
- 1906 : Première transmission de la voix par radio réussie, aux États-Unis par Reginald Fessenden (1866-1932) la nuit de Noël
- 1906 : Greenleaf Whittier Pickard (1877-1956) dépose un brevet pour un détecteur à cristal
 - avec Henry Harrison Chase Dunwoody (1843-1933), Pickard inventent le poste à galène → les premiers postes récepteurs de radiodiffusion
- 1907 : Lee De Forest (1873-1961): 1^{re} lampe amplificatrice (triode) → départ de toute l'industrie radio-électronique

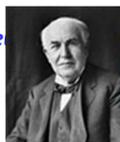
© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (31 mars 2016)

43

2^e révolution industrielle



Mahlon Loomis
(1826-1886)



Thomas Edison
(1847-1931)



Heinrich Rudolf Hertz
(1857-1894)



Édouard Branly
(1844-1940)



Alexandre Popov
(1859-1906)



Reginald Fessenden
(1866-1932)



Greenleaf Pickard
(1877-1956)



Henry H.C. Dunwoody
(1843-1933)



Lee De Forest
(1873-1961)



Télégraphe Morse - 1841



Détecteur à galène - 1950



Poste à galène 1923



Triode amplificatrice à vide - 1907



Poste à galène 1925

- 1841 : Samuel Morse (1791-1872) invente le télégraphe électrique, son assistant Ernest Vail (1881-1943) invente le code dit Morse
- 1866 : Mahlon Loomis (1826-1886) revendique la première transmission sans fil en Virginie
- 1883 : Thomas Edison (1847-1931) invente le tube à vide à deux électrodes ou diode sans en percevoir les bénéfices ou les usages notamment le redressement du courant alternatif
- 1886-1888 : Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) met en évidence les ondes radio
- 1889 : Nikola Tesla (1856-1943) réalise un générateur hautes fréquences (15 kHz) ; en 1893, il expérimente la première communication radio
- 1890 : Édouard Branly (1844-1940) découvre le principe de la radioconduction et met au point le premier détecteur d'ondes sensible, le cohéreur
- 1893 : Alexandre Popov (1859-1906) découvre le principe de l'antenne qui va permettre des liaisons à grande distance
- 1895 : Guglielmo Marconi (1874-1937) expérimente les premières liaisons hertziennes en Italie
- 1901 : Marconi effectue la première liaison transatlantique entre Terre-Neuve et la Cornouailles
- 1906 : Première transmission de la voix par radio réussie, aux États-Unis par Reginald Fessenden (1866-1932) la nuit de Noël
- 1906 : Greenleaf Whittier Pickard (1877-1956) dépose un brevet pour un détecteur à cristal
 - avec Henry Harrison Chase Dunwoody (1843-1933), Pickard inventent le poste à galène → les premiers postes récepteurs de radiodiffusion
- 1907 : Lee De Forest (1873-1961): 1^{re} lampe amplificatrice (triode) → départ de toute l'industrie radio-électronique

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (31 mars 2016)

44

« Nolu n'èst profète è s'payis »



Francis Hall dit « Linus de Liège »
(1598-1675)



René de Sluse
(1622-1685)



François Villette
(1621-1698)



François L. Villette
(1729-1809)



Rennequin Sualem
(1645-1708)



Nicolas F. Villette
(... - 1736)



Etienne Robertson
(1763-1837)

texte en Wallon: Jacques Warnier, journaliste
animateur d'émissions en Wallon liégeois



Joseph Plateau
(1801-1883)
Daguerriotype de 1843



Michel Gloesener
(1794-1876)



Zénobe Gramme
(1826-1901)

Yvon RENOTTE, Dr Sci.
Consultant au HOLOLAB
Enseignant – Chercheur honoraire de l'Université de Liège
co-fondateur du HOLOLAB - Dépt AGO (Astrophysique, Géophysique et Océanographie) - Institut de Physique, Bât. B5a, 4000 Liège
tél. : + 32 499 391455 - y.renotte@uliege.be - www.hololab.ulg.ac.be
www.linkedin.com/in/yvon-renotte-54a91a13

Dans l'esprit de la 2^e Révolution . . . industrielle
Les « Inventeurs - Développeurs - Constructeurs »
émergence de l'électromagnétisme : l'électricité remplace la vapeur
© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (3 janvier 2022)

45

Fagnée, le « coin des anciens électriciens liégeois »



du côté de Saint-Vincent: le quai Gloesener jusqu'au square Gramme et le pont de Fagnée
Monument Gramme – Pont de Fagnée, Liège (1905)
par Thomas Vinçotte (1850-1925) et Charles Soubre (1846-1915)

Gloesener et Gramme

Deux électriciens liégeois, contemporains, aux destins tellement différents

- Zénobe Gramme né à Jehay-Bodegnée le 4 avril 1826 – décédé à Bois-Colombes, nord de Paris, le 20 janvier 1901 :
« hyperconnu : l'autodidacte génial et surmédiatisé (à juste titre) → il initie l'avènement de l'industrie électrique moderne »
- Michel Gloesener né à Haut-Charage – Grand-Duché de Luxembourg, le 2 mars 1794 – décédé à Liège le 11 juillet 1876 :
« un destin complexe pour un personnage peu/mal connu : l'homme de l'ombre qui est pourtant à la base de la modernisation de la ville de Liège (électrification) et du développement industriel de la région »





Dynamo de Gramme
Modèle de 1878

Dynamo de Gramme
Modèle de 1878

La Fée Électricité - Raoul Dufy, 1937⁶
© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (11 mars 2022)

46

Zénobe Gramme

- étudiant médiocre, devient *très tôt apprenti menuisier à Hannut* et suit des cours du soir à Huy
- il *vient ensuite travailler à Liège avant de voyager* à Bruxelles, à Marseille, *et il s'installe à Paris* où il trouve un emploi d'*ébéniste-modeleur à l'Alliance, société spécialisée dans la construction d'appareils magnéto-électriques* notamment pour l'éclairage des phares : il y commence ses *premières recherches et obtient un premier brevet en 1861*
- en *1863*, il entre en contact avec *Heinrich D. Ruhmkorff* (1803-77), inventeur de la bobine à induction et intègre alors un *cercle d'inventeurs réputés* dont *Louis Breguet* (1804-83), physicien électricien polyvalent, *Alphonse E. Beau-de-Rochas* (1815-93), metteur au point du cycle des moteurs à quatre temps, et *Marcel Deprez* (1843-1918), inventeur d'un système de distribution électrique sur longues distances fonctionnant avec deux dynamos
- le *26 février 1867*, il prend un *brevet pour plusieurs dispositifs destinés à perfectionner les machines à courant alternatif* et en *1868, il construit la première dynamo à courant continu, point de départ de l'industrie électrique moderne*
- Les Français nous l'ont « *largement emprunté* » : sa statue symbolise « *le génie inventif ... français* » devant l'entrée du *Musée des Arts et Métiers* - Il est vrai que l'essentiel de sa « carrière d'inventeur » s'est déroulée à Paris après 1856, excepté une courte période pendant la guerre franco-prussienne de 1870 durant laquelle il s'est réfugié à Arlon
- *1871* : Il présente son invention, *dépose le brevet et cherche un commanditaire* : avec le comte *Charles d'Ivernois* et l'industriel *Hippolyte Fontaine* (1833-1910), ils *fondent la Société des machines magnéto-électriques Gramme* : l'invention va connaître un succès international
- *il a reçu les plus hautes distinctions honorifiques belges et françaises* : il est fait *Officier national de la Légion d'honneur* en 1877, dix ans plus tard, il *reçoit le prix Volta décerné par l'Académie des Sciences*
- afin de lui rendre hommage et honorer sa mémoire, la *Région wallonne* a créé le *Prix Zénobe Gramme*, concours annuel destiné à récompenser l'innovation technologique
- inhumé au cimetière du Père-Lachaise, sa tombe est surmontée d'une statue imposante

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (11 mars 2022)

47

© Musée des arts et métiers, Cnam / Photo Studio Cnam



Auteur matériel : Société des machines magnéto-électriques Gramme
 Auteur intellectuel : Zénobe Gramme
 Date de fabrication : C. 1881
 Emplacement : Musée des Arts et Métiers
 Classification : Objet grandeur réelle
 Matériaux : Acier, Cuivre, Fonte, Laiton, Caoutchouc ? Fibre indéterminé
 Dimensions : 54 x 52,5 x 42,5 cm, 112 kg

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (12 mars 2022)

48

Brevets d'invention déposés par Zénobe Gramme entre 1861 et 1872 : 4 + 6 additions

Cote du dossier	1BB51023
Type de brevet	Brevet d'invention de 15 ans
Titre	<i>perfectionnements apportés aux régulateurs de lumière électrique</i>
Nombre d'additions	1 addition
Année de dépôt	1861
Déposant	GRAMME Zénobe-Théophile
Adresse du déposant	Paris (45, rue Saint-Sébastien, Seine)
Profession du déposant	mécanicien
Mandataire	MATHIEU Jules
Numéro de dépôt	51023
Date de dépôt	31/08/1861
Classe	12

Cote du dossier	1BB61275
Type de brevet	Brevet d'invention de 15 ans
Titre	<i>perfectionnements apportés aux machines magnéto-électriques</i>
Nombre d'additions	1 addition
Année de dépôt	1863
Déposant	GRAMME Zénobe-Théophile
Adresse du déposant	Paris (45, rue Saint-Sébastien, Seine)
Profession du déposant	mécanicien
Mandataire	MATHIEU Jules
Numéro de dépôt	61275
Date de dépôt	24/12/1863
Classe	12

Cote du dossier	1BB87938
Type de brevet	Brevet d'invention de 15 ans
Titre	<i>différents perfectionnements apportés aux machines magnéto-électriques</i>
Nombre d'additions	2 additions
Année de dépôt	1869
Déposant	GRAMME Zénobe-Théophile
Adresse du déposant	Paris (55, rue Popincourt, Seine)
Numéro de dépôt	87938
Date de dépôt	22/11/1869
Classe	12

Cote du dossier	1BB87938(2)
Type de brevet	Certificat d'addition
Nombre d'additions	2 additions
Année de dépôt	1872
Déposant	GRAMME Zénobe-Théophile
Numéro de dépôt	87938
Date de dépôt	27/02/1872

<http://bases-brevets19e.inpi.fr/index.asp?page=rechercheAvancee>

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (12 mars 2022)

49

Michel Gloesener

- il reçoit d'abord une *éducation privée* avant de fréquenter les *collèges de Luxembourg*, de *Metz* et le *Gymnasium de Trèves* principalement *pour approfondir les mathématiques*
- en **1818**, il entre comme *candidate* au titre de *docteur en sciences physiques et mathématiques* à la *faculté des Sciences mathématiques et physiques de l'Université de Liège*; en **1823 et 24**, il réside à *Paris* pour compléter sa formation au *Collège de France*, à *la Sorbonne*, au *Conservatoire des Arts et Métiers*, à *l'Observatoire de Paris* et à *l'Ecole Polytechnique*
- **1824-30** : il enseigne à *l'Université de Louvain* pendant *quelques années*
- **1830** : *indépendance de la Belgique* → réorganisation du paysage universitaire du pays
- **1830-1831** : chargé des cours de *minéralogie* à *l'Université de Liège*, il est ensuite nommé pour les cours de *physique théorique et expérimentale*, ensuite d'*astronomie*, de *mécanique céleste*, de *physique industrielle* et de *physique mathématique*
- il est successivement *professeur* (1830), *professeur ordinaire* (1836-60) et *recteur* (1846-47) de *l'Université de Liège* et accède à *l'éméritat* en 1860 mais reste chargé des cours jusqu'à son décès en 1876
- il est un des *fondateurs* de la *Société Royale des Sciences de Liège* en 1835 et sera brièvement *directeur de la Classe des Sciences de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Belgique*
- à *Paris*, il fréquente des *personnalités aussi célèbres* que *Jean-Baptiste Biot* (1774-1862), *Joseph Gay-Lussac* (1778-1850), *Claude Pouillet* (1790-1868), *Augustin Cauchy* (1789-1857) et *François Arago* (1786-1853)
- *célèbre inventeur de nombreux appareils électriques et électromagnétiques*: il est présent aux expositions universelles de Paris en 1855 et de Londres en 1862
- *sa participation à l'exposition de Paris en 1867 est de loin la plus importante: il y présente une vingtaine d'appareils, des télégraphes à aiguilles et à clavier, des horloges, des chronographes et un paratonnerre de son invention*
- dans les *années 1860*, à la demande de *l'administration communale de Liège* il met en place un réseau d'*horloges électriques* à travers la ville (1868) - en juillet **1871**, il fonde *la Manufacture belge d'Appareils électriques*
- inhumé à Liège le 14 juillet 1876, au cimetière de Robermont, le conseil communal accorde à la famille la concession gratuite de la parcelle en remerciement des services rendus à l'Université et à la Ville

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (11 mars 2022)

50

Ne cherchez pas, le suivant est « inconnu » à Liège !

Joseph Antoine Ferdinand Plateau 🇫🇷 🇩🇪 🇧🇪 🇫🇷

né à Bruxelles le 14 octobre 1801 – décédé à Gand, le 15 septembre 1883

- curieux destin que celui de ce savant né Français, étudiant Hollandais à Liège et professeur Belge à Gand
- rien n'évoque son séjour dans la cité ardente si ce n'est peut-être sa thèse doctorale aux archives de l'université, thèse soutenue en 1929, sous « régime orangiste »

[La persistance rétinienne](#) : deux mémoires et un ensemble de travaux fondamentaux



Daguerréotype de 1843



Le Monument Joseph Plateau
Centenaire du Cinéma

Si ce savant est fort oublié à Liège, d'autres villes (Bruxelles où il est né, Gand où il a enseigné) l'ont à juste titre honoré depuis belle lurette :

- **à Bruxelles** : une salle de la **Cinematek** - musée du cinéma, une rue Joseph Plateau et un Monument Joseph Plateau (**Centenaire du cinéma**)
- **Rue J. Plateau** : entre la Place Ste Catherine et la rue de la Vierge Noire
- **Monument** : au coin des rue Plateau et de la Vierge Noire
- **à Gand** : le **bâtiment Plateau** (**Musée d'Histoire des Sciences**), une rue Joseph Plateau et le **Prix Joseph Plateau** du **Festival du Film de Gand** rendent hommage à son héritage

On notera que le **cinéma Kinépolis de Liège** lui a dédié une de ses salles et que l'**Université** s'est associée à l'hommage



1829 - thèse de doctorat
Université de Liège

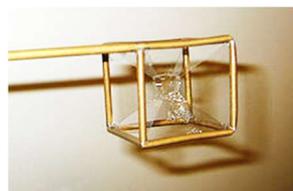
1833 "Essai d'une théorie générale des apparences visuelles"

1838 "Mémoire sur l'irradiation"
Nouveaux mémoires de l'Académie Royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles, Tome XI (11, 1838)

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (11 mars 2022)

51

- fils du célèbre **artiste-peintre**, **Antoine Plateau**, il est d'abord envoyé à l'académie de dessin où son père souhaite le voir suivre ses traces mais celui-ci décède lorsqu'il a 14 ans et il retrouve un **enseignement classique à l'Athénée royal de Bruxelles**
- il intègre l'**université de Liège en 1822** et en sort diplômé en **physique et en mathématiques en 1829** : il est le **père du stroboscope**
- **1832** : il développe le **phénakisticope**, dispositif exploitant sur la persistance rétinienne qui donne l'illusion de mouvement grâce à un jeu optique, deviendra bientôt la **base du cinématographe** quelques années plus tard, ainsi qu'à **la compréhension de la perception des couleurs** comme signalé par l'illustre **James C. Maxwell**
- : dans un premier temps, cette invention séduit les enfants qui s'amuse de voir les images avancer sur le disque
- **1835**: suite à ses études, il est nommé **professeur de physique expérimentale** à l'**université de Gand** et y développe ses recherches sur la persistance rétinienne, déjà entamées à Liège
- **1836**: il développe et montre au public son **anorthoscope**
- **pendant l'été 1829, lors d'une de ses expériences, il observe le soleil à l'œil nu durant près de vingt-cinq secondes, événement qui le rendra définitivement aveugle quelques années plus tard, en 1843**
- Le **stroboscope**, invention la plus célèbre de Joseph Plateau, est toujours utilisé aujourd'hui dans le domaine de la physique, notamment afin de mesurer la fréquence des phénomènes, ainsi que dans les crashes tests et dans un domaine plus léger, dans les boîtes de nuit
- expérimentateur insatiable, il étudie également d'autres phénomènes en **mécanique des fluides**, relatifs à la **capillarité et à la tension superficielle**, en observant des films de savon: on en a retenu les "**conditions de Plateau**" qui s'appliquent aux surfaces minimales



Les **conditions de Plateau** décrivent la structure des films de savon dans les mousses : les angles formés par des films de savon à l'équilibre suivent des lois géométriques précises.

Les configurations qui ne respectent pas les conditions de Plateau existent, mais sont instables : le film de savon tend rapidement à se réarranger selon une configuration de Plateau

52

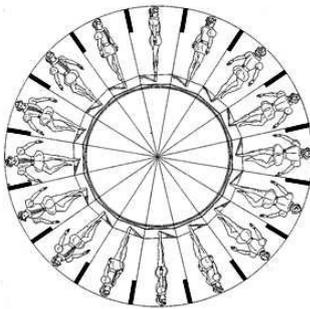
Joseph Plateau (1801-1883)

Des instruments

Le Phenakistiscope : Corresp. Math. Phys. 1832 VII p.291

"Sur un nouveau genre d'illusions d'optique"
16 fentes - 16 secteurs - 16 images
légèrement décalées
L'ancêtre du cinéma / du Scoopytone

"Sur les sensations produites dans
l'oeil par les différentes couleurs"
2 des nombreux disques utilisés par
Joseph Plateau pour étudier le mélange
des couleurs



Le Phenakistiscope



53



Le champ de bataille de Waterloo

Joseph Plateau (19 juin 1815)

La mort de sa mère et de son père impressionne tellement Joseph qu'il tombe gravement malade. Le médecin prescrit un séjour à la campagne. Le 18 juin 1815, Joseph est dans un petit village près de Waterloo : on entend le canon du champ de bataille. Tout le monde fuit vers la forêt de Soignes. Tout cela ne semble pas faire grande impression sur le garçon. Il continue à attraper des papillons, se rend le lendemain sur le champ de bataille et y peint une aquarelle.

54

« Nolu n'èst profète è s'pays »

Francis Hall dit « Linus de Liège » (1598-1675)

René de Sluse (1622-1685)

François Villette (1621-1698)

Dans l'esprit de la Révolution, du Scientisme et du Positivisme entre deux mondes : les « Aventuriers » - la 1^{re} révolution industrielle ... un peu « touche-à-tout » ... de génie, transition vers l'application

Rennequin Sualem (1645-1708)

Nicolas F. Villette (... - 1736)

François L. Villette (1729-1809)

Etienne Robertson (1763-1837)

Joseph Plateau (1801-1883) Daguerriotype de 1843

Michel Glesener (1794-1876)

Zénobe Gramme (1826-1901)

Yvon RENOTTE, Dr Sci.
 Consultant au HOLOLAB
 Enseignant – Chercheur honoraire de l'Université de Liège
 co-fondateur du HOLOLAB - Dépt AGO (Astrophysique, Géophysique et Océanographie) - Institut de Physique, Bât. B5a, 4000 Liège
 tél. : + 32 499 391455 - y.renotte@uliege.be - www.hololab.ulg.ac.be
www.linkedin.com/in/yvon-renotte-54a91a13

Dans l'esprit de la 2^e Révolution ... industrielle Les « Inventeurs - Développeurs - Constructeurs » émergence de l'électromagnétisme : l'électricité remplace la vapeur

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (3 janvier 2022)

55

Longdoz, le « coin des anciens opticiens liégeois »

Entre la rue Grétry et le quai de Longdoz : la rue Villette et en son milieu la rue Robertson qui rejoint également le quai

Villette et Roberston

Deux opticiens liégeois, contemporains, aux destins à la fois proches et différents

- **François-Laurent Villette** 🇪🇺 🇫🇷 🇵🇧
 - né à Liège le 1^{er} janvier 1729 – décédé à Flémalle, le 22 octobre 1809 : « habile constructeur d'instruments, il poursuit l'œuvre paternelle »
- **Étienne-Gaspard Robert, dit Robertson** avait anglicisé son nom pour suivre la mode : 🇪🇺 🇫🇷 🇵🇧 🇳🇱
 - né à Liège le 15 juin 1763 dans le faubourg Sainte-Marguerite – décédé à Paris le 2 juillet 1837 : « scientifique pluridisciplinaire, un peu aventurier, inventeur, homme de spectacle visionnaire, un peu magicien, un peu charlatan ... ? Probablement un peu de tout cela ... et surtout un personnage « haut en couleurs » »

Un exemplaire de microscope composé, signé et daté « F. Villette à Liège, opticien du Prince. 1766. n° 14 » est conservé au Musée de la Vie wallonne de Liège (© Province de Liège-Musée de la Vie wallonne)

Gravure illustrant une séance de Fantasmagorie dans la Cour des Capucines – Paris 1797 (E. Robertson)

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (12 mars 2022)

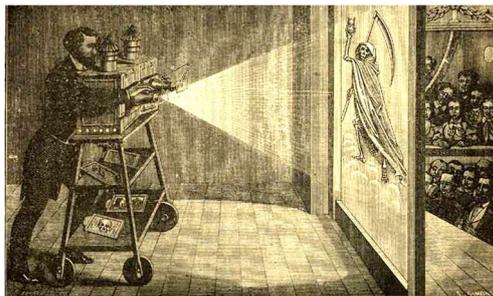
56

Etienne Robertson

- après de brillantes études chez les *Oratoriens*, *Visé*, il part à Paris au lendemain de la prise de la Bastille : *il rêve d'offrir une arme imparable à la toute jeune république* en ressuscitant les miroirs avec lesquels *Archimède* aurait incendié les vaisseaux de Marcellus du haut des murs de Syracuse
- *élève du célèbre physicien Alexandre Charles*, il est *promu démonstrateur de physique à Paris* et de côtoie plusieurs scientifiques célèbres de l'époque : *Jean-Baptiste Biot*, *Alessandro Volta* venu présenter l'ensemble de ses découvertes devant l'Institut National de France, et le *Premier Consul Bonaparte* (18 brumaire de l'an IX) qui a fortement impressionné le jeune scientifique
- **1798** : il crée les *spectacles de fantasmagorie* présentant des scènes à caractère souvent macabre via l'évolution de fantômes par illusions d'optique dans une salle obscure : *il fait bouger les images grâce à un appareil révolutionnaire, le Fantoscope* placé à l'arrière de l'écran, qui produit des effets saisissants : *certains cinéphiles n'hésitent pas à le considérer comme l'ancêtre du cinématographe*
- de facto, *le Fantoscope* fait entrer dans le domaine public les « *machines à fantômes* » dont la fameuse « *lanterne magique* » inventée au XVII^e par *Christiaan Huygens* qui avait refusé d'en dévoiler la technique pour raisons philosophiques et religieuses
- *touche-à-tout génial*, il montre notamment un *télégraphe*, un *mégascope* (sorte de chambre obscure permettant de projeter des images agrandies) et un *phonorganon* (ancêtre du phonographe mécanique) dans son *cabinet de physique et de fantasmagorie de la Cour des Capucines* (Paris)
- il fut également un *aéronaute audacieux*, peut-être motivé par un souvenir de jeunesse relatant les essais de *Saroléa*, apothicaire Verviétois qui tenta sans succès, en juin 1641 de faire voler un chat à l'aide de quatre vessies remplies de gaz: La rue du Chat Volant à Verviers en témoigne !
- **1803**, il publie à Vienne une brochure dans laquelle il décrit *un projet de navire aérien appelé « Minerva »*, aéronef fantaisiste qui inspira et fut à la base des *grandes aventures en ballon d'Edgar Allan Poe, Jules Verne et Mark Twain* : cette utopie ne verra jamais le jour mais témoigne de *l'inventivité de Robertson*
- nombreuses ascensions dans toute l'Europe : *Saint-Petersbourg, Copenhague, Stockholm, Vienne et... Liège* où il réalise sa 48^e ascension le **19 octobre 1812** : son parachute perfectionné déposa un lapin sain et sauf dans les vignes de Hors-Château et lui-même *atterrit près de Visé*, au grand effroi des habitants
- *ces ascensions n'étaient pas dépourvues d'intérêt scientifique* : **18 juillet 1803**, il effectue à Hambourg un vol historique de cinq heures et demie, à 7400 mètres, pendant lequel il *effectue plusieurs opérations, mesures thermométriques et barométriques, et expériences de physique* : diminution du magnétisme terrestre
- il publie l'essentiel de ses travaux, recherches, trucages et techniques dans deux ouvrages : *Mémoires récréatifs, scientifiques et anecdotiques d'un physicien-aéronaute* dans deux tomes publiés respectivement en **1831 et 1833** et édités à Paris
- décédé en 1837, Robertson est inhumé au cimetière du Père-Lachaise où se trouve encore aujourd'hui son mausolée

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (13 mars 2022)

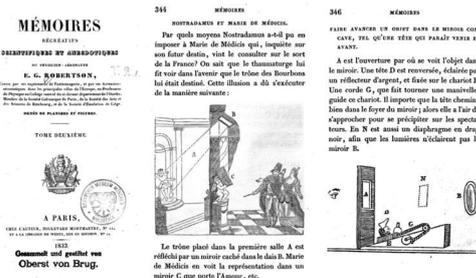
57



Le Fantoscope à double lanterne et accessoires de projection (Cinémathèque française)



Photos d'un modèle et d'une description détaillée du ballon fantaisiste appelé « La Minerve » conçu en 1803 par E-G. Robertson, inventeur « Flamand » de Liège



« ROBERT SON PREMIER AERONAUTE LIEGEOIS EST DESCENDU AVEC SON BALLON LE ...BBRE 1812 DANS ...TE TERRE APARTENANT A LA FAMILLE SARTORIUS »

Dalle de l'aéronaute Robertson [Document - Office du Tourisme – Ville de Visé]

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (13 mars 2022)

58

François-Laurent Villette

- on ignore presque tout de sa formation si ce n'est que sa mère lui fit entreprendre des voyages d'études
- **printemps 1752** : il assiste à Paris aux leçons de physique de l'abbé Jean-Antoine Nollet (1700-1770), le plus célèbre expérimentateur de l'époque qui conçut les premiers électroscopes et fit connaître en France la bouteille de Leyde
- dès son retour à Liège, il reprend la direction de l'industrie familiale en continuant à s'intéresser à toutes les nouveautés de la physique, surtout à l'électricité : les activités de l'atelier étaient très diversifiées, de la livraison de vitres pour le palais épiscopal à la réalisation de superbes instruments d'optique
- comme son père, il devient « L'opticien du Prince » de l'époque, Charles-Nicolas d'Oultremont (1716-1771)
- **1767** : publication des Lettres sur l'Electricité de l'abbé Nollet offre à François Villette son plus beau titre scientifique : des extraits de plusieurs lettres écrites par le Liégeois entre 1762 et 1766 y sont édités : **17 expériences** sur l'électricité soutenant les théories de Nollet sur l'existence de deux fluides électriques
- **1769 à 1771** : Villette donna, à l'Hôtel de Ville, des leçons publiques de « physique raisonnée et expérimentée » au moyen d'un cabinet de physique fort complet : il en propose l'idée au Conseil de la Cité dans le but de stimuler la curiosité scientifique de ses contemporains, offre acceptée le **17 avril 1769** mais abandonnée dès 1771
- **1779** : autour de Villette se groupent, de manière d'abord informelle, des amateurs de physique et de chimie plus particulièrement appliquées aux arts : ils créent la Société libre d'Emulation dans le souci de répandre à Liège l'intérêt et le goût pour les sciences qui bénéficie de la bienveillante protection du Prince-Évêque François-Charles Velbrück, avant que son successeur César-C.-François de Hoensbroeck (1724-1792) n'interdise à ses membres de se rassembler : **25 février 1792**
- remise en activité en **1796** sous l'impulsion de Villette, elle vivota jusqu'à sa véritable renaissance le **5 février 1809** : Villette put se réjouir de ce renouveau mais décéda avant la séance solennelle du 19 mars 1810
- la société est toujours active aujourd'hui malgré les changements de régime et les guerres : son président actuel est Bernard Rentier, recteur honoraire de l'Université de Liège
- d'autres inventeurs passèrent à la postérité avec les idées de Villette : désabusé, il se retire en **1806** dans sa maison de campagne de Flémalle-Grande où il décéda après avoir détruit plusieurs de ses manuscrits ; le **6 mars 1863**, le Conseil communal de Liège honora la mémoire de son savant opticien en donnant son nom à une rue

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (13 mars 2022)

59



Microscope fabriqué par François-Laurent Villette (1796) « Villette Opticien du Prince à Liège » conservé au Musée des Hospices Civils de Lyon



Jean-Jacques Daniel Dony
(1759-1819)



Henry Delloye
(1752-1810)

Ils ont créé la Société libre d'Emulation en 1779

- Jean-Jacques **Daniel Dony** (1759-1819), inventeur du procédé liégeois de fabrication du zinc
 - Henri-Joseph **Delloye** (1752-1810), son collaborateur
 - Jean **Démeste** (1745-1783) qui, après des études à Louvain, ira faire carrière à Paris
 - l'apothicaire Lambert-François **Desaive** (1742-1810) qui a mis au point un procédé pour extraire l'ammoniaque de la suie du charbon
 - Etienne-Gaspard **Robertson** qui fait avec Villette des expériences d'optique et d'électricité avant d'aller suivre à Paris les cours d'Alexandre Charles (1792)
- Il reviendra à Liège en 1794 et construira avec Villette un miroir ardent**

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (13 mars 2022)

60

Dans l'esprit de la Renaissance et de la Révolution copernicienne
Les « Précurseurs - Pères fondateurs »
 avènement de la mécanique et de l'optique modernes, des bases de la thermométrie, développements de l'astronomie et des mathématiques

« Nolu n'est profète è s'payis »

Dans l'esprit de la Révolution, du Scientisme et du Positivisme
 entre deux mondes : les « Aventuriers » - la 1^{re} révolution industrielle
 ... un peu « touche-à-tout » ... de génie, transition vers l'application

Dans l'esprit de la 2^e Révolution ... industrielle
 Les « Inventeurs - Développeurs - Constructeurs »
 émergence de l'électromagnétisme : l'électricité remplace la vapeur

Yvon RENOTTE, Dr. Sci.
 Consultant au HOLOLAB
 Enseignant – Chercheur honoraire de l'Université de Liège
 co-fondateur du HOLOLAB - Dépt AGO (Astrophysique, Géophysique et
 Océanographie) - Institut de Physique, Bât. B5a, 4000 Liège
 tél. : + 32 499 391455 - y.renotte@uliege.be - www.hololab.ulg.ac.be
www.linkedin.com/in/yvon-renotte-54a91a13



Francis Hall dit
« Linus de Liège »
(1598-1675)



René de Sluse
(1622-1685)



François Villette
(1621-1698)



Rennequin Sualem
(1645-1708)



Nicolas F. Villette
(...-1736)



François L. Villette
(1729-1809)



Etienne Robertson
(1763-1837)



Joseph Plateau
(1801-1883)
Daguerriotype de
1843



Michel Gloesener
(1794-1876)



Zénobe Gramme
(1826-1901)

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (3 janvier 2022)

61

En fait, trois François Villette se sont succédé

François-Laurent Villette est le troisième

- le **grand-père, François Villette** (Lyon, 1621-1698) 
- **artificier et opticien** lyonnais rendu célèbre par la construction d'un **miroir ardent monumental** (1 mètre de diamètre) dont le concept est communément attribué à Archimède pendant le siège de Syracuse (213 av.J.-C.) par les Romains.
- en **1677**, il éclaire ainsi le cabinet de curiosités de Louis XIV à Versailles
- nommé « **Ingénieur du Roy** », il décède victime d'une explosion de poudre accidentelle
- le **filz aîné, Nicolas-François Villette** (Lyon, ...- Liège, 1736)  
- vers **1698** : vient établir un **atelier d'optique à Liège**, rue Sœurs de Hasque : il jouit d'une grande réputation et conquiert rapidement le titre d'**ingénieur et opticien du Prince-Évêque**
- il expose dans son atelier un des **miroirs ardents fabriqués avec son père**, invention qui impressionne fortement le public
- en **1717**, le **Tsar Pierre 1^{er} le Grand** (1672-1725) en visite à Liège, veut voir le miroir ardent et le cabinet de curiosités de Nicolas-François Villette : selon une description de l'époque, **ce miroir pesait plus de 300 kg et était posé sur un trépied en acier** → « **il pouvait brûler tout ce qui est combustible** » par réflexion des rayons du soleil



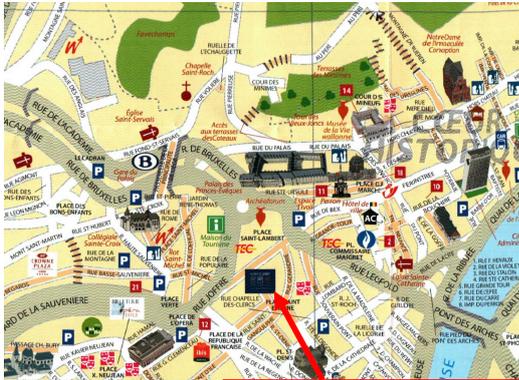
François Villette
(Lyon 1621-1698)



22 mars 1677 : le Miroir ardent de Louis XIV
(Observatoire de Paris, Bibliothèque © Observatoire de Paris)

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (13 mars 2022)

62



de Sluse

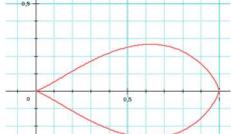
Mathématicien, physicien, chimiste, ... il a échangé avec les plus grands

- **René-François de Sluse** 🇫🇷
- né à Visé le 2 juillet 1622 – décédé à Liège le 19 mars 1685: « scientifique pluridisciplinaire, à l'époque où Linus (1595-1675) se coltine avec le « Grand Newton (1643-1727) », parfois violemment, il dialogue régulièrement et courtoisement avec un autre « Grand : Christiaan Huygens (1629-95) », et pas seulement de mathématiques »




Rue Maillard : aujourd'hui Galerie St Lambert

La ville de Liège lui a rendu hommage en lui dédiant une rue à proximité du Jardin Botanique, coupée en deux par l'autoroute A 602 depuis les années 1970



Pascal baptisa « *perles de Sluse* » les courbes algébriques dont l'équation générale est :

$$y^m = ax^n(b-x)^p$$

m, n et p étant des entiers naturels, a et b des nombres réels; aucun des paramètres n'est nul



Dans la collégiale de Visé, à côté de l'autel latéral gauche, une dalle commémorative parle d'un visétois célèbre du 17^e s le chanoine François de Sluse

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (12 mars 2022)

63



René-François de Sluse

- on ignore presque tout de sa formation si ce n'est que sa mère lui fit entreprendre des voyages d'études
- **1638-42** : études de droits à Louvain, **1643** : doctorat à Rome et se tourne vers l'astronomie et les mathématiques
- **1598-1647** : Il travaille avec le géomètre italien *Bonaventura Francesco Cavalieri* dont les travaux annoncent le calcul intégral : il correspond avec plusieurs savants et grands penseurs de son époque : *Pierre de Fermat* (1607-65), *Michelangelo Ricci* (1619-82), *John Wallis* (1616-1703), *Blaise Pascal* (1623-62), *Robert Boyle* (1627-91), *Christiaan Huygens* (1629-95), *James Gregory* (1638-75), ...
- **1650** : chanoine de Saint-Lambert; **1659** : membre du conseil privé de la cathédrale; **1666** : abbé de l'Abbaye de la Paix Dieu à Amay
- **1674** : il est élu *membre de la Royal Society* : il expérimente peu par manque de goût et de moyens techniques, mais il suggère aux autres de le faire, notamment à Huygens
- *en mathématiques*, il s'intéresse tout particulièrement aux *équations algébriques des 3e et 4e degrés* qu'il cherche à résoudre en les ramenant à l'intersection de deux coniques : c'est l'époque de *Pascal et de Cavalieri* ; **1659 et 1668** : ses travaux sont publiés dans le *Mesolabum*, *Gottfried Wilhelm Leibniz* (1646-1716) s'en est inspiré dans son développement du calcul infinitésimal, il a aussi travaillé et publié en *astronomie*, en *physique*, en *histoire naturelle* et en *théologie*
- *il est difficile de le situer dans le débat copernicien* : il a lu avec intérêt les livres interdits, *N. Copernic*, *G.G. Galilée*, *J. Kepler* et il critique les efforts pour restaurer les anciennes conceptions mais il parle de l'excentricité du Soleil ... , *il semble qu'il utilise les deux hypothèses (héliocentrisme et géocentrisme) pour ses calculs*
- *en chimie*, il est à la croisée des chemins : il a lu les livres à la mode de l'alchimie et a même refait une expérience de sublimation de l'antimoine en blanc *mais son interprétation est résolument corpusculaire* selon les idées de Boyle sur la structure de l'état liquide et de l'état solide; *en chimie médicale*, il s'intéresse aux eaux de Spa et en fait l'analyse
- *en physique*, il s'intéresse particulièrement à la *mesure des températures et pratiquement à la thermométrie* : Il perfectionne divers instruments : horloges, cadrans, baromètres
- **en 1664** il invente « *son thermomètre à bille de cire mélangée à du sable* » qu'il décrit dans ses *lettres à Huygens*; ignorant des découvertes de *E. Torricelli* (1608-47) et *B. Pascal* sur l'influence de la pression atmosphérique sur le thermomètre à air, il ne connaissait pas le *thermomètre florentin* : *Huygens* lui répondit que son thermomètre était trop lent, il le modifie plusieurs fois et le resoumet jusqu'en **1669** où *R. Boyle* (1627-91) fait part de son « *sentiment négatif en raison de la solubilité de la cire des billes dans le liquide salin* », après cette date, le thermomètre ne fut plus jamais évoqué !
- *agacé par les querelles de paternité des découvertes entre les chercheurs, il met un terme à son activité scientifique en 1677*
- inhumé dans la collégiale de Visé près de ses parents, *le mausolée de la famille subsista jusqu'au 14 août 1914*, lorsque les troupes allemandes incendièrent la collégiale

Mausolée de R.F. de Sluse
Ancienne collégiale de Visé (août 1910)
Gustave Ruhl
négatif photographique
Avocat et archéologue amateur liégeois
(1856-1929)
© Musée Wittert Uliège

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (13 mars 2022)

64

Rappel



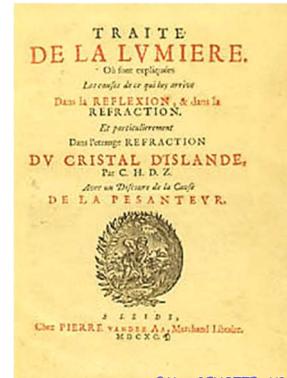
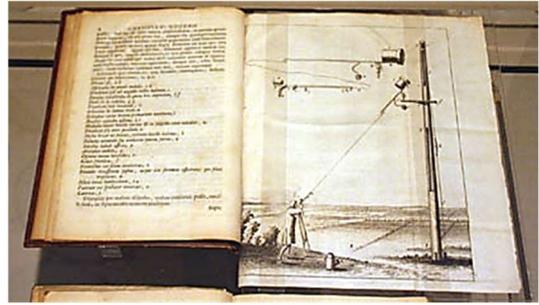
Huygens Christiaan (1629 - 1695)

mathématicien, astronome et physicien néerlandais

Il est célèbre

- en physiques pour
 - la formulation de la théorie ondulatoire de la lumière
 - le calcul de la force centrifuge
 - la théorie du pendule oscillant
 - la régulation des horloges au moyen d'un pendule afin de rendre la mesure du temps plus précise
- en astronomie pour avoir
 - découvert Titan, la Lune de Saturne (1655)
 - examiné les anneaux entourant la planète et observé qu'ils sont constitués de roches
 - observé la nébuleuse d'Orion (1656)
 - séparé la nébuleuse en différentes étoiles en utilisant son « télescope moderne »

Il a construit plusieurs lunettes et télescopes de plus en plus performants



© Yvon RENOTTE - U3A (15 mars 20122)

65

Oeuvres complètes. Tome V. Correspondance 1664-1665 (1893)

meer over deze tekst



Zoek auteurs, titels en in teksten Zoek in de DBNL Zoek in de DBNL

Oeuvres complètes. Tome V. Correspondance 1664-1665(1893) - [Christiaan Huygens](#)

N° 1267.
R.F. de Sluse à Christiaan Huygens.
4 novembre 1664.

*La lettre se trouve à Leiden, coll. Huygens.
Elle est la réponse au No. 1262.
Elle a été publiée par C. le Paige dans le Bull. di
Bibliogr. T. 17.*

Nobilissime Domine

Serius quam oportuit, nudius tertius nempe epistolam tuam 28 mensis elapsi datam accepi. Morae causam hanc suspicor, quod vel hic vel isthinc in curiosulorum manus incidit, qui sua interesse crederent scire quid inter nos ageremus.

[p. 132]

nam per famuli tui *dijlayfio*, priusquam clauderetur tabellario tradita 1) et ad me delata est.

Sed bene quod vel sic tandem acceperim, et quod nihil reprehensionis dignum hominum illorum *stigmatibus* inuenit. **Thermometrum meum** iam aestimare incipio ex quo tibi placuisse intelligam, globulum acuti ferreæ ego quoque olim traieci, ac ut ingenue fatear hæc prima mihi repenti thermometri occasio fuit, cum enim phialæ vitreæ aqua sale imbuta plena globulum sic paratum immissem, ut telluris in Copernicano Systemate motum fratri meo 2) adumbrarem, observare licuit dueros eiusdem globuli situs quibus in causæ eiusdem quam reddidisti, cognitionem adductus, facile inuentionem promouij. Recte quoque notasti, licet Drebellianum superet quod aeris pressionem non sit obnoxium, ab illo deficere quod subitas aeris mutationes non indicet: bis tamen aestate præterita obseruauij globulum varijs et incertis motibus susque deque agitatam, tempestatem quæ post mediam horam secuta est præunciasset; at tum non in Musæolo sed in fenestrâ, aeri libero expositum erat. Quidquid sit eodem ex principio multorum *phorismos* ratio deduci potest: iudicio vero tuo 4)

Over dit hoofdstuk/artikel

auteurs

brief aan [Christiaan Huygens](#)

brief van [R.F. de Sluse](#)

datums

[4 november 1664](#)

Il s'agit de son second frère, Pierre Louis baron de Sluse, juriconsulte de mérite, né à Visé (près de Liège) et mort à Liège le 1^{er} juillet 1710. Il défendit ses thèses le 5 septembre 1657, et épousa Marie Marguerite de Boilleau. Il s'occupa de belles-lettres.

Consultez l'ouvrage mentionné dans la Lettre N° [1262](#), note 1.

De Sluse séjourna à Rome de 1642 jusqu'en 1650.

https://www.dbnl.org/tekst/huyg003oeuv05_01/huyg003oeuv05_01_0070.php#r1267

14

© Yvon RENOTTE - U3A (15 mars 20122)

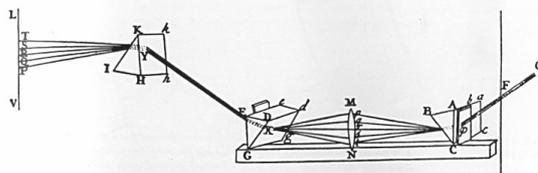
66

« Last but not least » : lui aussi est aussi totalement « inconnu » à Liège !

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

né à Londres en 1595 – décédé à Liège, le 15 novembre 1675 + ☞

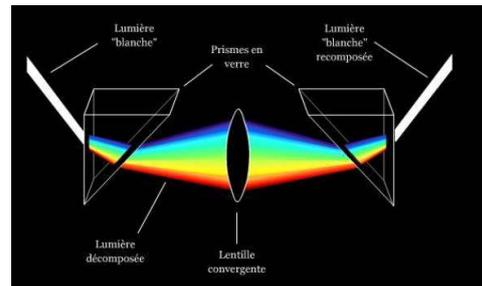
- incontestable pionnier d'une longue lignée de scientifiques et de chercheurs liégeois, *Francis Line* naît et grandit dans un monde nouveau
- Il est le contemporain d'une « *panoplie exceptionnellement impressionnante* » de savants : Il a collaboré avec plusieurs d'entre eux et s'est parfois opposé 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 tout aussi renommés (*Huygens,...*)
- 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 : Aristotéliens convaincus, il critique assez violemment 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
- une vive controverse sur les conditions de l'expérience et son interprétation opposa les deux savants pendant plusieurs années (1674 – 1678), jusqu'après la mort de Linus, par successeurs interposés
- Il a également contesté *Robert Boyle* et sa loi des gaz



« *Newton experimentum crucis* » : Doublet de prismes

→ décomposition de la lumière blanche

→ recombinaison de la lumière blanche



© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (13 mars 2022)

67

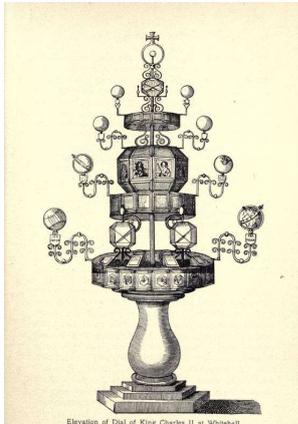
Francis Line (alias Hall) [au 17^es, il était interdit aux Catholiques anglais d'envoyer leurs enfants dans des écoles catholiques du continent. Ceux qui le faisait adoptaient des pseudonymes pour protéger leurs familles]

- **1622-23** : envoyé sur le continent par ses parents pour y suivre une éducation catholique fait ses études secondaires au Collège des Jésuites anglais d'abord de Saint-Omer ensuite à Liège, il entre au noviciat des jésuites à Watten et est ordonné prêtre en 1628
- **1630-33** : revenu à Liège au Collège des Jésuites anglais, il y professe l'hébreu et les mathématiques, ensuite uniquement les mathématiques qui deviennent avec la gnomonique (art de concevoir et de construire des cadrans solaires) ses principaux domaines d'activités
- pendant sa première période liégeoise, 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 ± 30 s) mais s'étend à des instruments aussi divers que des clepsydres (horloges à eau) parfois fort complexes, et des horloges magnétiques [1635, Nicolas-Claude Fabri de Peiresc (1580-1637), proche de Galilée lui demanda d'amener à Rome une de ses clepsydres 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]
- **1655** : Line soutient Christiaan Huygens contre son collègue jésuite Grégoire de Saint-Vincent (1584-1667) qui prétendait prouver la possibilité de la quadrature du cercle (un des trois grands problèmes hérités de l'Antiquité)
- **1656** : il retourne en Angleterre comme missionnaire et revient à Liège en 1672
- ce retour 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
- Boyle affirme que l'air possède « force et poids » ce que Line refuse défendant une stricte position aristotélienne
- le roi Charles II demande à Line de construire dans les jardins privés de Whitehall à Londres un cadran « semblable » à celui qu'il avait vu lors d'un séjour à Liège en 1646, qui est inauguré le 24 juillet 1669, il sera détruit en 1775 : Line en publie la description détaillée à Liège, en 1673
- **1672** : son retour à Liège 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 : Newton prend manifestement très au sérieux les commentaires de Line et y répond longuement et systématiquement, 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

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (13 mars 2022)

68

Des réalisations



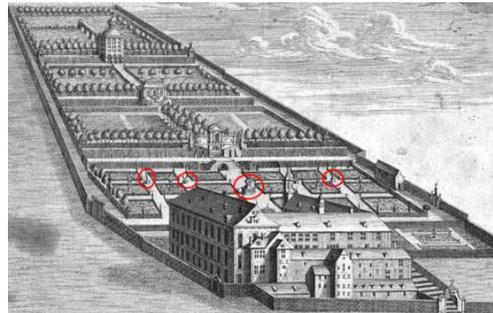
Cadran monumental construit par Line Whitehall - Londres, inauguré le 24 juillet 1669
 L'instrument connait un succès immédiat. Il se tenait sur un piédestal et se composait de six parties disposées l'une au-dessus de l'autre. Instrument complexe tenant de la clepsydre et de l'horloge astronomique, il 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



Horloge magnétique du Père Linus – dite « Horloge perpétuelle »
 D'après Silvestre Pietra-Santa Version moderne conservée à l'Université de Stanford



Cadran équatorial réalisé par Émile Desmedt – 1997
 Ancien Hôpital des Anglais
 2 rue Montagne Ste-Walburg
 4000 Liège



Plan et Elevation du College et Jardin des PP. Peres Anglais à Liège

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

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (14 mars 2022)

69

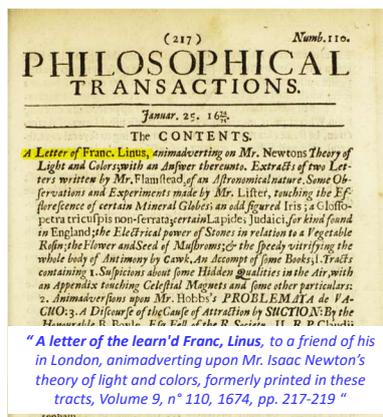
Newton vs Linus ... et quelques autres ...

... leurs supporters, leurs détracteurs ...

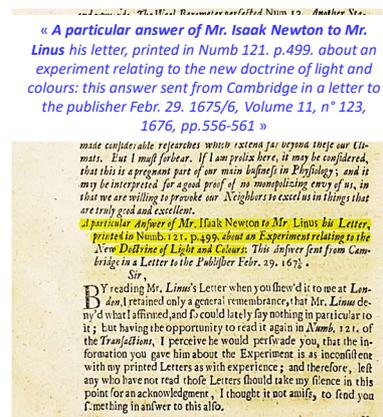
La publication de son article « [A New Theory about Light and Colors](#) » (1672) a entraîné Newton dans de longs débats avec plusieurs scientifiques contemporains qui s'étendit sur six années, jusqu'après le décès de certains protagonistes : **ce fut le cas avec Linus**

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

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



"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"



« A particular answer of Mr. Isaac 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 »

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (14 mars 2022)

70

Le Collège des Jésuites anglais de Liège

L'histoire et la vie de Francis Line sont intimement liées à celles du Collège des Jésuites anglais de Liège, du moins à sa genèse qu'il a vécue. Scientifique renommé, il en fut une des figures de proue dans les domaines de la physique et des mathématiques

- **en 1613** des jésuites anglais acquièrent une maison et dix arpents de terre à Liège le long du rempart de Sainte-Walburge : chassés de leur pays par la persécution religieuse consécutive au schisme du **roi Henri VIII (1534)**, contraints à l'exil, les Jésuites anglais doivent fermer leurs écoles et beaucoup passent sur le continent où ils fondent plusieurs collèges
- **au début du XVII^es**, Ils fondent un collège d'humanités à **Saint-Omer** dans le Nord de la France, des maisons à **Gand**, à **Watten** près de Bruges et un séminaire à **Louvain**, de **1615 à 1623**, la maison de Liège servit de noviciat
- **1624** : le noviciat est transféré à Watten et Liège accueille le séminaire de Louvain : on y enseigne *la philosophie et la théologie* : les études étaient en principe réservées aux jeunes gens qui se destinaient à la province anglaise de la Compagnie mais la création de cours de philosophie, premier niveau des études universitaires, permettait de **fonder à Liège un enseignement supérieur** répondant au besoin de plus en plus pressant d'un enseignement supérieur dans la Principauté
- pour la « petite histoire », les étudiants et séminaristes participent aux pèlerinages à Notre-Dame de Chèvremont
- le collège, très fréquenté, jouit d'une bonne réputation académique : les Jésuites anglais donnent des cours au petit séminaire de Liège pendant près d'un siècle, il « survit » à la dissolution de l'ordre des Jésuites en 1773 et l'établissement prend le nom d'« **Académie anglaise** »
- **1792 et 1794** : les troupes révolutionnaires françaises occupent Liège et le Collège est vidé de tout ce qui pouvait intéresser les sciences et les arts : le pillage fut méthodique et il ne subsista quasiment rien de la riche bibliothèque dont même les boiseries furent enlevées
- **17 septembre 1794** : le collège est transféré dans le nord de l'Angleterre, dans un canton majoritairement catholique du Lancashire, **à Stonyhurst** dans cette période plutôt confuse, on ne sait pas ce qu'il advint du cabinet de physique riche de nombreux instruments de physique et de chimie, si ce n'est que l'école centrale du département de l'Ourthe fut bien équipée par le physicien Villette : le cabinet passa au Lycée impérial dont l'Université semble avoir hérité, au moins en partie, **en 1817**
- en **1824**, le dernier père jésuite meurt et l'établissement devient propriété du gouvernement du Royaume des Pays-Bas
- **le 18 mai 1875**, la Commission des Hospices civils rachète à l'état l'entièreté de la propriété: un hôpital y est inauguré en 1880 et prend le nom d'**Hôpital des Anglais**, établissement destiné aux indigents, il ferme en 1984, et le bâtiment désaffecté se dégrade fortement - racheté par la Région Wallonne en 1994, celle-ci y procède à une restauration scrupuleuse et y a installé une partie de son administration depuis 1999

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (14 mars 2022)

71



Chapelle des Jésuites anglais sur la colline de Chèvremont

Notre-Dame de Chèvremont

en 1688, les étudiants du Collège des Jésuites anglais construisent une chapelle sur la colline (aujourd'hui commune de Vaux-sous-Chèvremont – Chaudfontaine) au-dessus de la statue de Notre-Dame dominant le maître-autel on y lit encore l'invocation : « **16 Maria, ora pro Anglia 88** »

Les pèlerinages s'y poursuivent et s'amplifient même après le départ des Anglais : **en 1874**, l'évêque de Liège, **Mgr Théodore A. J. de Montpellier (1807-1879)** y fait construire une basilique de grande dimension et confie la gestion du site aux pères Carmes déchaux (**déchaussés**)

depuis 1953, le pèlerinage devenu annuel, est officiellement celui des sportifs wallons (Pie XII)



Dessin de Godelieve Donck – vers 1980 (communication privée)

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (14 mars 2022)

72

Sa réalisation est plus connue que son concepteur / réalisateur



Renkin Sualem et la Machine de Marly (Versailles)

Il a réalisé le rêve fou du Roi Soleil : alimenter les étangs et fontaines de Versailles avec les eaux de la Seine

- Rennequin Sualem 🏰

né à Jemeppe-sur-Meuse le 29 janvier 1645 - décédé à Marly, près de Versailles, le 29 juillet 1708 :

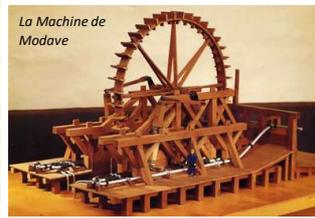
« sa Machine, qualifiée de 8^e merveille du monde, a émerveillé les visiteurs de Versailles pendant plus d'un siècle»



Vue de la machine de Marly, de l'aqueduc et du château de Louveciennes
Pierre-Denis Martin (1663-1742)

- Modave : le « coup d'essai »

La réédification du château de Modave par Jean Gaspard de Marchin (1601-73), situé entre Liège et Namur, va offrir à Rennequin la chance de montrer ses compétences aux maîtres charpentiers liégeois



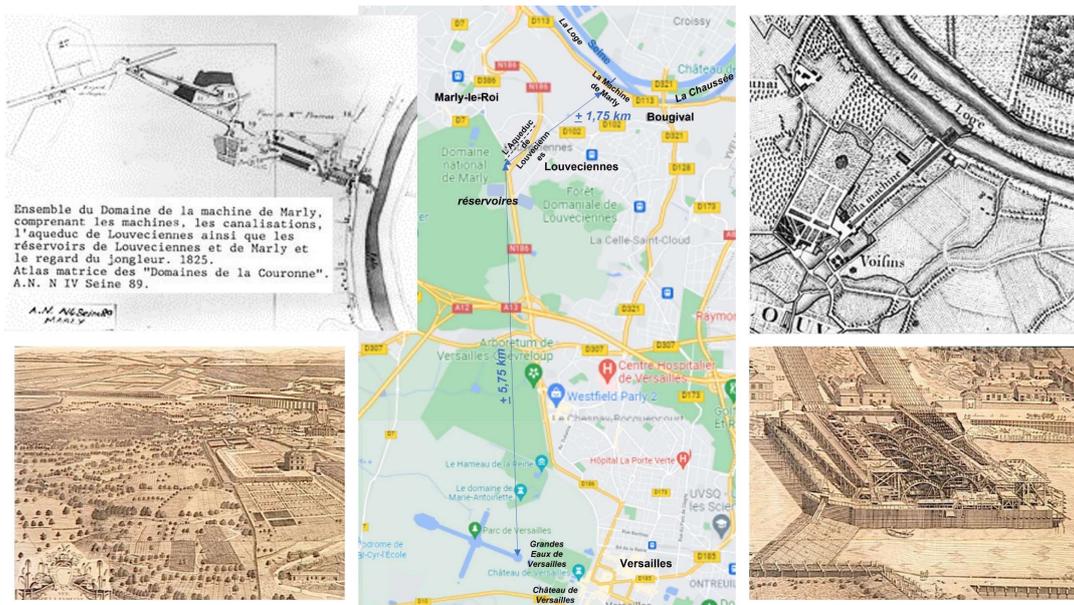
La Machine de Modave



© Château de Versailles (Dist. RMN-Grand-Palais de France) / Gérard Blot - photographe

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (14 mars 2022)

73



Ensemble du Domaine de la machine de Marly, comprenant les machines, les canalisations, l'aqueduc de Louveciennes ainsi que les réservoirs de Louveciennes et de Marly et le regard du jongleur. 1825. Atlas matrice des "Domaines de la Couronne". A.N. N IV Seine 89.

A.N. N IV Seine 89
MARLY

© Yvon RENOTTE - HOLOLAB (14 mars 2022)

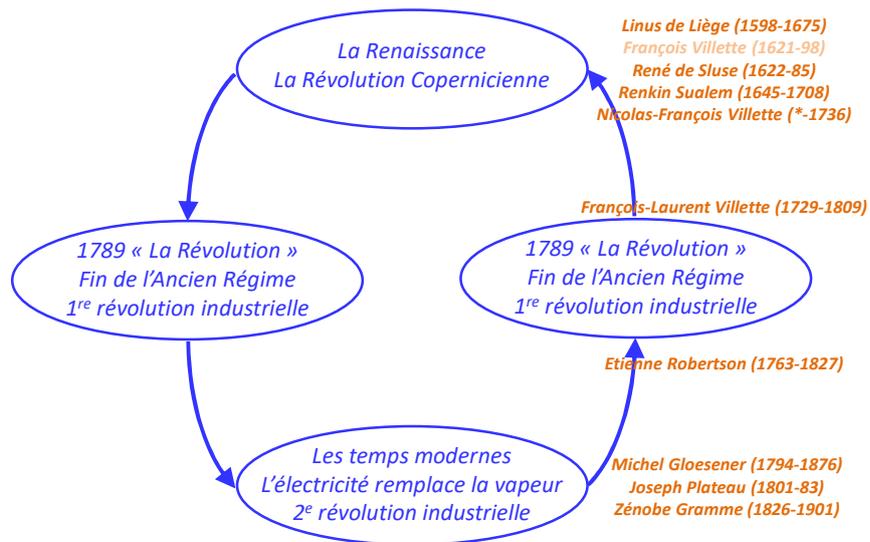
74

- Michel Chevalet, *Comment ça marche ? – Fantastique Machine de Marly*, vidéo (7 juillet 2012)
<https://chroniques.amisdeversailles.com/fantastique-machine-de-marly/>



75

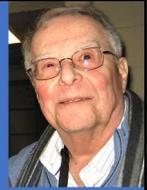
Résumé



© Yvon RENOTTE - U3A (15 mars 20122)

76

Merci pour votre bonne attention



Yvon RENOTTE, Dr Sci

U3A-Liège – 15 mars 2022



Université de Liège
Faculté des Sciences

Département AGO (*Astrophysique, Géophysique et Océanographie*)
Sart-Tilman, Bât.B5a, B-4000 Liège

directeur: shabraken@ulg.ac.be / fondateur: yrenotte@ulg.ac.be – senior project manager / consultant
(tél. 04.366.3772 – fax. 04.366.8516)
<http://www.holoiaab.ulg.ac.be>

© Yvon RENOTTE – U3A (15 mars 20122)

77

Références

1. - Cyril Pasquier, *La Machine de Marly – Destination Versailles*, 13/09/2019 – PDF, <https://architrave.hypotheses.org/1232>
- *La fantastique machine de Marly | J'aime mon patrimoine (jaimemonpatrimoine.fr)*
 2. https://fr.wikipedia.org/wiki/Hydraulique_du_parc_du_ch%C3%A2teau_de_Versailles, https://fr.wikipedia.org/wiki/Parc_de_Versailles ;
https://fr.wikipedia.org/wiki/Jardin_de_Versailles
 3. <https://curieuseshistoires-belgique.be/la-machine-de-marly-de-rennequin-sualem/>
 4. Bougival La Machine de Marly - Bougival (tourisme-bougival.com), <https://www.yvelines-infos.fr/xavier-dufrayer-le-magicien-de-leau/>
 5. Machine de Marly : présentation – André Le Nôtre, <https://andrelenotre.com/machine-de-marly/>
 6. Claude Wenzier, *Généalogie des Rois de France et épouses royales*, éditions Ouest-France (2012)
 7. La Machine de Marly, Collections du Musée des Arts et Métiers (<http://www.arts-et-metiers.net>), <https://www.arts-et-metiers.net/musee/modele-machine-de-marly>,
http://www.techmania.fr/musee_arts_metiers/1001_carnet_machine_marly.pdf
 8. - Julien, *Renkin Sualem 1^{er} ingénieur du Roy*, Éditions Cebedoc, Liège (1992) - Embarcadère du Savoir – Calendrier 2021, *Dossier pédagogique : mai : La force de l'eau*, pp.18-21,
https://www.embarcaderedusavoir.uliege.be/upload/docs/application/pdf/2021-01/dossier_peda_2021.pdf
 9. https://fr.wikipedia.org/wiki/Rennequin_Sualem, <http://connaitrelawallonie.wallonie.be/fr/wallons-marquants/dictionnaire/sualem-rennekin>
 10. https://www.modave-castle.be/roue_hydraulique, https://fr.wikipedia.org/wiki/Jean-Gaspard_Ferdinand_de_Marchin
 11. <https://www.histoire-des-belges.be/quelques-celebrites-belges/rennekin-sualem>, https://fr.wikipedia.org/wiki/Arnold_de_Ville_-_Edouard_Poncelet,
- *Lettres inédites et mémoires du baron de Ville touchant la machine de Marly*, *Bulletin de la Commission royale d'Histoire*, 98 (1934), pp. 239-310
https://www.persee.fr/doc/bcrh_0001-415x_1934_num_98_1_1849
 12. - *La Machine de Marly et l'Aqueduc de Louveciennes*, Bertrand – French Baroudeur (16/09/2019), <http://french-baroudeur.com/la-machine-de-marly-et-laqueduc-de-louveciennes/> -
Pierre Biard et Françoise Chesneau, *Guide de la France savante*, éd. Belin (2008), p.276
 13. https://fr.wikipedia.org/wiki/Machine_de_Marly
 14. *Les eaux du domaine de Versailles au 17^e siècle*, <http://laurentour7.canalblog.com/archives/2011/05/04/21056271.html>
 15. <https://www.pop.culture.gouv.fr/notice/merimee/IA00051765>
 16. https://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre-Paul_Riquet, https://fr.wikipedia.org/wiki/Jules_Hardouin-Mansart, https://fr.wikipedia.org/wiki/Canal_du_Midi,
https://fr.wikipedia.org/wiki/Jean_Picard, https://fr.wikipedia.org/wiki/Bernard_Forest_de_B%C3%A9lidor
 17. <https://convertisseur-monnaie-ancienne.fr/> -- 18. https://fr.wikipedia.org/wiki/Gaspard_de_Prony
 19. - Michel Chevalet, *Comment ça marche ? – Fantastique Machine de Marly*, vidéo (7 juillet 2012), <https://chroniques.amisdeversailles.com/fantastique-machine-de-marly/> - Géraldine Chopin, *La Machine de Marly*, conférence (3 avril 2021) ; *découvrez le nouveau parcours du musée du Domaine royal de Marly*, conférence (25 juillet 2020) - Les Chroniques des Amis de Versailles, <https://www.youtube.com/watch?v=iRoTcsgVkg8>, <https://www.youtube.com/watch?v=LSeLChgnpY8>, <https://www.youtube.com/watch?v=Xb877ujxlc>
- Jamy Gourmaud et Frédéric Courant, *C'est pas Sorcier - Sous le Soleil de Versailles*, mars 2014, présentation Sabine Quindou, <https://www.youtube.com/watch?v=XFmG6ku-C8g>
- Les références 7 et 14, parmi plusieurs autres, présentent de manière très détaillée la construction, les caractéristiques et le fonctionnement de la Machine. La référence 19 en propose des animations très réalistes.

78