IMJ-PRG
SCIENCES SORBONNE UNIVERSITÉ

CELSA – Histoire des sciences :
Fondements du savoir & enjeux communicationnels

COURS 5
POLLUE-T-ON PAR HASARD?
LES CRISES DE LA MODERNITÉ INDUSTRIELLE

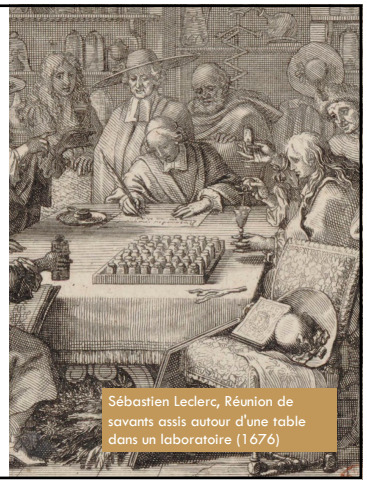
2021-2022

David Aubin
david.aubin@sorbonne-université.fr

1

SCIENCES ET MODERNITÉ: MODALITÉS D'UNE CONQUÊTE

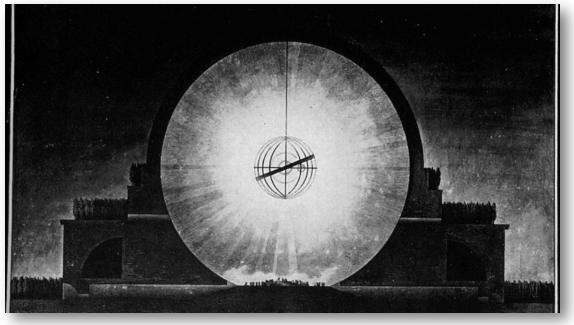
1. La **révolution scientifique** comme résultat de la valorisation du savoir empirique
   1. Renversement des hiérarchies dans les critères de conviction: observation et expérience priment
   2. Impact des changements techniques (imprimerie, culture instrumentale)
   3. Nouvelles synthèses (Descartes, Newton) qui réaffirment l'usage de la raison et des mathématiques
2. La « **coupure** » moderne (sciences/société)
   1. Une nouvelle culture savante
      → des institutions soutenues par l'Etat
   2. Une relation compliquée avec l'opinion publique
   3. Mutations de l'invention technique
      → la **révolution industrielle** en question



Sébastien Leclerc, Réunion de savants assis autour d'une table dans un laboratoire (1676)

2

SCIENCE ET BONHEUR DE L'HOMME



Le rêve des Lumières

Cénotaphe pour Newton, par Etienne-Louis Boullé (1784)

3

LA SCIENCE QUI BÂTIT UN PONT ENTRE LES MONDES

Grandville, Un Autre monde, 1844.

4

LES EXTERNALITÉS NÉGATIVES DU PROGRÈS

« Chemin de fer sur Londres »
Gravure de Gustave Doré (1870).

5

DYSTOPIES TECHNOPHOBIQUES

Machines de guerre du futur.
Gravure allemande,
début 20e siècle

6

PROGRAMME 2022—2023

HTTPS://WEBUSERS.IMJ-PRG.FR/~DAVID.AUBIN/COURS/CELSA.HTML

Date,	Horaire	Contenu
Mardi 12 décembre	16h30-18h30	Qu'est-ce qu'une théorie scientifique ? Les systèmes du monde.
Mardi 3 janvier	16h-18h	Que croire ? Qui croire ? Fondements du savoir et critères de conviction
Mardi 17 janvier	16h-18h	Croire ce que l'on voit, croire ce que l'on lit. L'expérience du livre imprimé
Mardi 31 janvier	16h-18h	Qui sert les sciences ? Sciences pour l'Etat, sciences pour le peuple
Mardi 7 février	16h-18h	Pollue-t-on par hasard? Les crises de la modernité industrielle
Mardi 14 février	17h30-19h30	Pourquoi les sciences tuent? Guerres globales et anthropocène

7

PROGRAMME DE LA SÉANCE

1. Sciences et techniques dans la société « moderne »
2. Histoire naturelle des technosciences l'industrialisation et l'anthropocène
3. Contre-histoires de la modernité pollutions, impérialisme et guerres

8

SCIENCES ET TECHNIQUES DANS LA SOCIÉTÉ « MODERNE »

Une histoire de progrès et d'innovation scientifique et technique ?

9

LES PRÉCURSEURS DE LA MACHINE À VAPEUR

Inventer la machine à vapeur, c'est (relativement) facile!

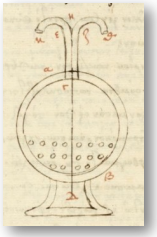
Les mécanismes d'Héron (1er s. ap. J.-C.).

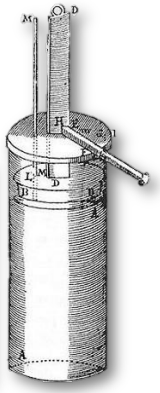
Thomas Savery (c. 1650–1715),

- *The Miner's Friend, or an engine to raise water by fire* (1702).

Denis Papin (1647 – c. 1712)

- 1690: le premier piston actionné par la pression
- Travaille avec Robert Boyle en Angleterre, Gottfried Leibniz en Allemagne, …
- s'inspire de la machine de Savery et construit un bateau à vapeur.





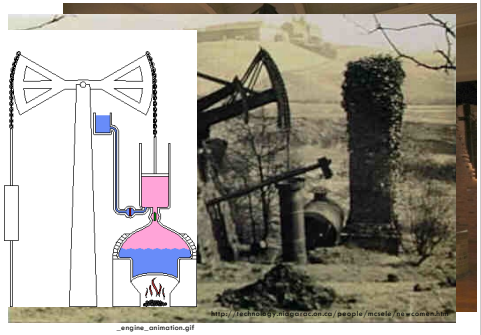
10

LA MACHINE DE NEWCOMEN

Thomas **Newcomen** (1664-1729)

une machine à vapeur pour les mines de charbon.

Pas très efficace, mais fonctionne avec des restes de charbon non commercialisables.



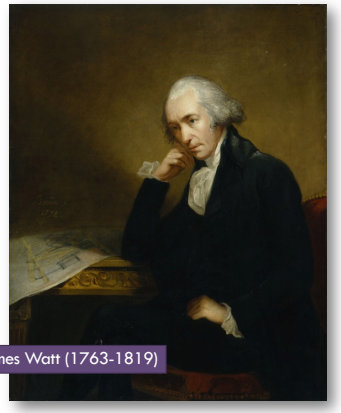
11

LA MACHINE DE WATT

Constructeur pour l'université de Glasgow; membre de la « Lunar Society ».

Améliorations apportées à la machine de Newcomen

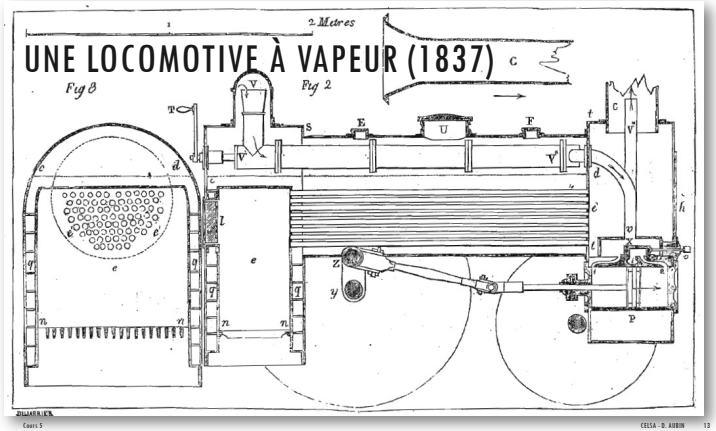
- 1769: **brevet** pour chambre de condensation séparée.
- 1788: régulateur à boule.
  - Diagramme indicateur: mesure de la pression dans le cylindre; aire = « travail » fait par la machine.



James Watt (1763-1819)

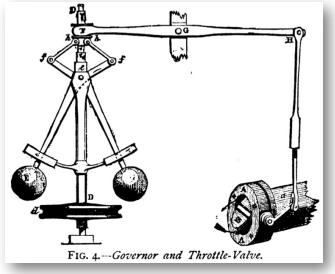
12

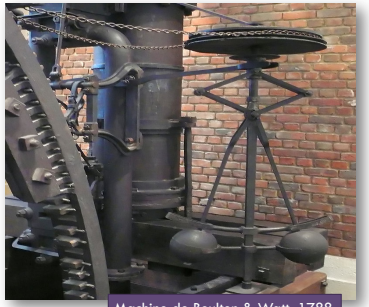
UNE LOCOMOTIVE À VAPEUR (1837)



13

LE GOUVERNEUR DE WATT





Machine de Boulton & Watt, 1788

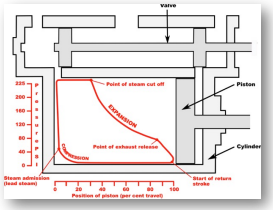
Régularité assurée par une **boucle de rétroaction** (feedback)

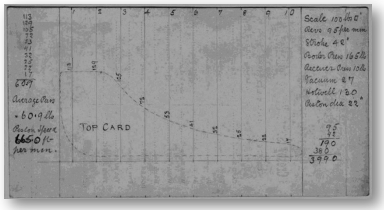
14

INDICATEUR ET DIAGRAMME

Pression × Volume = Travail.

Mesure de l'efficacité: « cycle de Carnot »





15

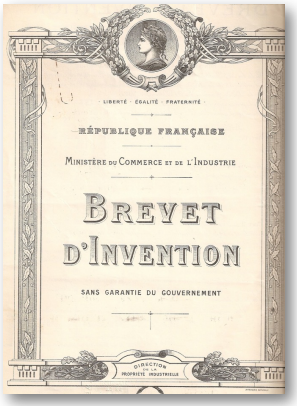
LES BREVETS D'INVENTION

Les savants (et leur science) peu impliqués dans l'invention technique au XVIIIe siècle…

- … mais présence diffuse d'une culture scientifique.
- Ingénieurs et inventeurs qui se réclament du prestige des sciences.

L'institution du **brevet d'invention** :

- Une longue histoire qui se cristallise au XVIIIe siècle.
- Échanger le monopole d'exploitation contre divulgation des secrets techniques.



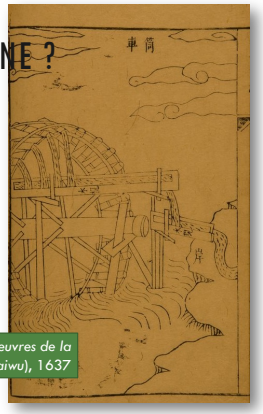
16

POURQUOI L'EUROPE ET NON LA CHINE ?

Les trois inventions qui inaugurent la modernité (selon une ancienne tradition):

- La boussole
- La poudre à canon
- La presse à imprimer

sont originaires de Chine !



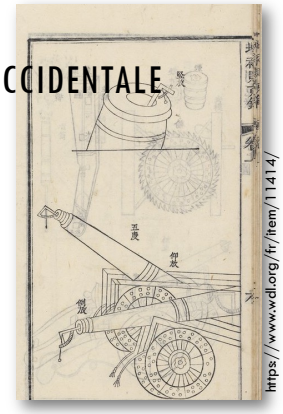
Song Yingxing, *L'Exploitation des œuvres de la nature (Tiangong Kaiwu)*, 1637

17

LA CHINE ADAPTE LES SCIENCES OCCIDENTALE

Supplément de « Règles de défense, toutes les questions essentielles sur les armes à feu » (*Zeng bu Ze ke lu Huo gong qie yao*, 1643).

Par **Jiao Xu**, érudit et expert en armes à feu de la dynastie Ming, sous la dictée de Tang Ruowang (nom chinois du missionnaire jésuite allemand Johann Adam Schall von Bell, 1592–1666), avec des commentaires supplémentaires de Zhao Zhong.



https://www.wdl.org/fr/item/11414/

18

L'INDUSTRIALISATION EUROPÉENNE: UNE AFFAIRE DE CONTEXTE ?

Au 18e siècle, des civilisations d'un niveau de développement similaire.

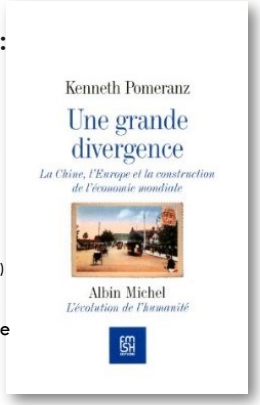
- « Pourquoi le delta du Yangzi ne fut-il pas l'Angleterre? »

La thèse de Kenneth Pomeranz:

- Aucun déterminisme européen (productivité, industrie du luxe…)

La charbon et les colonies.

- Une économie pré-industrielle du charbon en Angleterre
- L'économie triangulaire coloniale

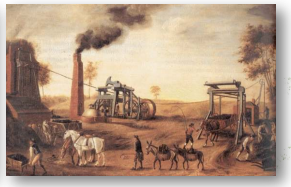


19

UNE HISTOIRE ENVIRONNEMENTALE DE LA MACHINE À VAPEUR

Environnement local de l'Angleterre :

- Déforestation dès le néolithique en Grande Bretagne
- Pénurie de bois de chauffage à partir du 17e siècle.
- Remplacé pour cuisson et chauffage par le charbon puisé dans les mines.



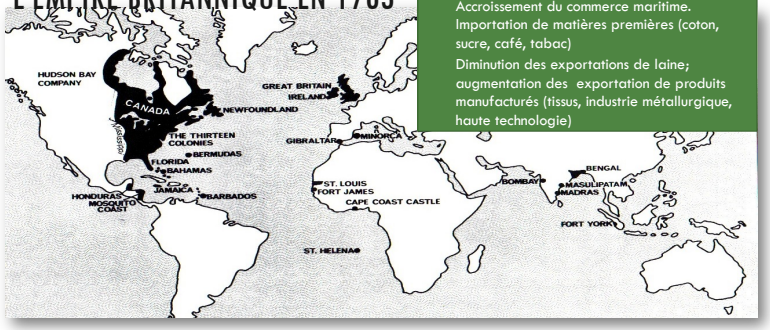
Agricola, *De Re metallica*

20

ENVIRONNEMENT GLOBAL : L'EMPIRE BRITANNIQUE EN 1763

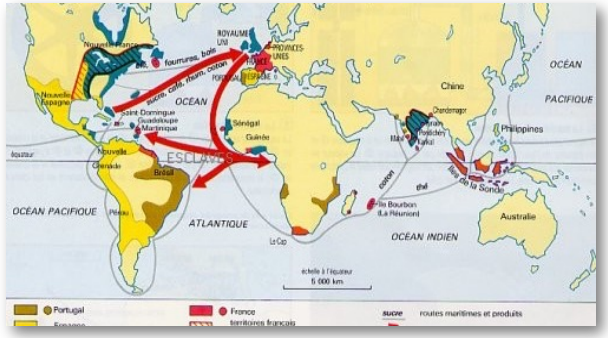
Crise environnementale en Grande Bretagne
- Exploitation du charbon
- Expansion coloniale

Modification de l'économie anglaise
- Accroissement du commerce maritime. Importation de matières premières (coton, sucre, café, tabac)
- Diminution des exportations de laine; augmentation des exportation de produits manufacturés (tissus, industrie métallurgique, haute technologie)



21

LE COMMERCE TRIANGULAIRE



22

OBSERVATOIRES ET EMPIRES COLONIAUX

Observatoire de Paris (en 1829)

Observatoires fondés entre 1660 et 1667
- Aider la navigation
- Initiatives royales.

Observatoire de Greenwich

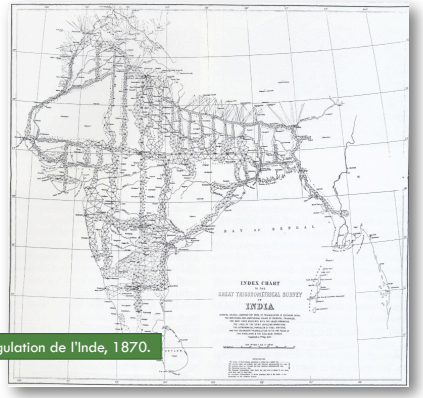
23

CARTOGRAPHIE

L'inde est cartographiée avant l'Angleterre !

Débute en 1802 sous l'égide de la East India Company

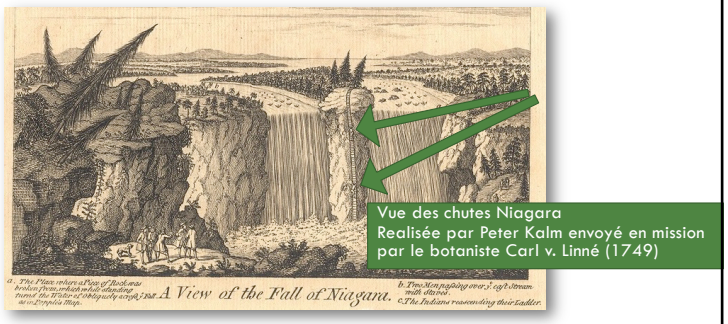
Utilisation massive de main d'œuvre indigène



Carte de la grande triangulation de l'Inde, 1870.

24

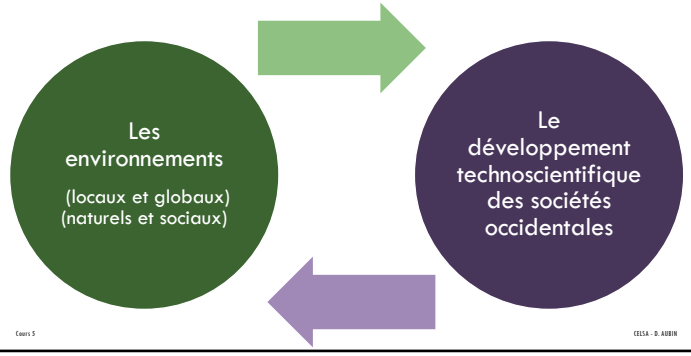
APPROPRIATION DES SAVOIRS LOCAUX



Vue des chutes Niagara
Realisée par Peter Kalm envoyé en mission par le botaniste Carl v. Linné (1749)

25

POUR UNE HISTOIRE NATURELLE DES TECHNOSCIENCES



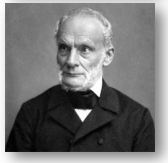
26

LES NOUVELLES SCIENCES DE L'INDUSTRIE

Où se fait la science se fait, quelle science fait-on à l'ère industrielle ?

27

UNE SCIENCE DE L'INDUSTRIE : LA THERMODYNAMIQUE

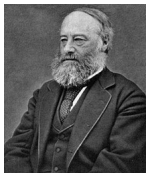


Sadi Carnot (1796-1832)
- Ecole polytechnique (1812)
- *Réflexions sur la puissance du feu* (1824)
  - 2 premiers principes de la thermodynamique:
    - Entropie
    - Conservation de l'énergie.

Rudolph Clausius (1822–1888)
- Université de Berlin, Halle, ETH Zürich
- *Sur la puissance motrice de la chaleur* (1850).

28

THERMODYNAMIQUE (SUITE)



Victor Régnault (1810- 1878)
- École polytechnique 1830.
- *Relation des expériences entreprises par la Commission centrale des machines à vapeur* (1847).

James Joule (1818-1889)
- Principe de la conservation de l'énergie (1847).
- 4,51 J/cal → (aujourd'hui) 4,185 J/cal.

Deux lois de la thermodynamique:
- La chaleur est une forme d'énergie (qui se conserve).
- La chaleur se déplace toujours d'un réservoir chaud à un réservoir froid

29

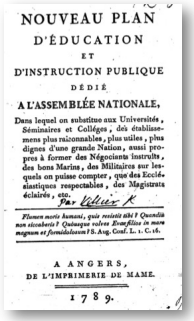
RÉVOLUTION FRANÇAISE: LES ENJEUX POLITIQUES DE L'ACCÈS AU SAVOIR

Fermeture des universités (1792-1793)

Suppression des académies

20 août 1790, Lanjuinais à l'Assemblée nationale:
- « Les académies […] doivent être libres et non-privilégiées; il doit être permis à tous ceux qui en ont le goût de se réunir en société pour l'avancement des sciences […]. Les académies privilégiées et pensionnées sont des foyers d'aristocratie. »

8 août 1793: décret de la convention nationale, sur suppression de toutes les académies



NOUVEAU PLAN D'ÉDUCATION ET D'INSTRUCTION PUBLIQUE DÉDIÉ A L'ASSEMBLÉE NATIONALE, Dans lequel on substitue aux Universités, Séminaires et Collèges, des établissemens plus raisonnables, plus utiles, plus dignes d'une grande Nation, aussi propres à former des Négocians instruits, des bons Marins, des Militaires sur lesquels on puisse compter, que des Ecclésiastiques respectables, des Magistrats éclairés, etc. Par Valux R.

Flumen morte humani, quis resistit ubi? Quandiu non studebatis? Quinque vobis Ecmpflice in mare magnum et formidolosum? S. Aug. Conf. L. 1. C. 16.

A ANGERS, DE L'IMPRIMERIE DE MAME. 1789.

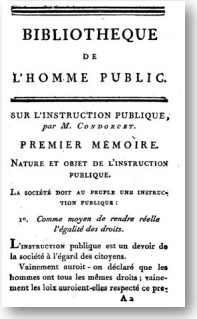
30

LA NOUVELLE INSTRUCTION PUBLIQUE

Création des **institutions d'enseignement supérieur**:
- les lycées,
- l'école polytechnique (voir plus bas),
- l'école normale supérieure,
- l'Université napoléonienne.

Ouverture du **Jardin du roi** dont Daubenton est directeur en 1793.

En 1794, création du **Conservatoire des Arts et Métiers** avec pour objectif de diffuser largement l'innovation technologique:
- « éclairer l'ignorance… Augmenter la somme des connaissances et le nombre des connaisseurs. »



BIBLIOTHEQUE DE L'HOMME PUBLIC.

SUR L'INSTRUCTION PUBLIQUE, *par M. Condorcet.*

PREMIER MÉMOIRE.

NATURE ET OBJET DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

LA SOCIÉTÉ DOIT AU PEUPLE UNE INSTRUCTION PUBLIQUE :

1°. *Comme moyen de rendre réelle l'égalité des droits.*

L'INSTRUCTION publique est un devoir de la société à l'égard des citoyens.

Vainement auroit-on déclaré que les hommes ont tous les mêmes droits ; vainement les loix auroient-elles respecté ce pre-

A a

31

ÉCOLE CENTRALE DES TRAVAUX PUBLICS, FONDÉE EN 1794

Melchior Péronard, Visite de Napoléon à l'Ecole polytechnique, le 25 avril 1815.

École « polytechnique » avant les écoles d'applications
- Base théorique et mathématique
- Souci des applications
- Soucis pédagogiques

Le modèle de l'école d'artillerie militaire de **Mézières.**

« 400 élèves ayant déjà, dans un examen, **fait preuve d'intelligence** et de connaissances acquises sur les élémens d'arithmétique, d'algèbre et de géométrie ».

« ces élèves étant destinés à remplir un jour, soit des fonctions **d'ingénieurs** de différens genres, soit des **professions particulières qui exigent des hommes éclairés** dans les sciences ou les arts, on leur apprend les parties de mathématiques et de physique qui sont effectivement la base des connaissances nécessaires ».

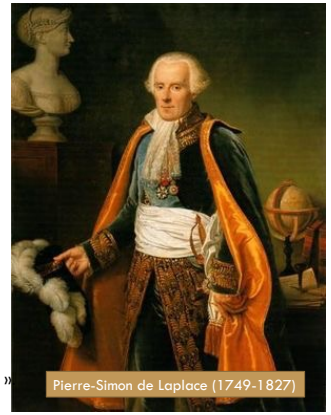
32

LE NOUVEAU POUVOIR DES SAVANTS

Les savants prennent le **pouvoir**:
- Bailly à la mairie de Paris; Condorcet; Monge; Laplace; Berthollet; Chaptal…

Une nouvelle élite gouvernante: la « **méritocratie** »
- Formée à l'École polytechnique et dans les institutions d'enseignement supérieur de la République et de l'Empire
- La première classe de l'Institut de France.

Napoléon Bonaparte:
- un produit de l'élitisme savant de l'Ancien Régime
- une formation technique et scientifique à l'école des officiers
- mobilisation des savants pour l'expédition d'Egypte, etc.
- « Le **pouvoir de la science fait partie de la science du pouvoir** »



Pierre-Simon de Laplace (1749-1827)

33

LES LIEUX DE SCIENCES

Où se pratiquent les sciences?

A la fin du 18e siècle:
- Les chimistes et le laboratoire
- Les astronomes et l'observatoire
- Les botaniste et les jardins d'acclimatation
- Les zoologues et les ménageries
- Les médecins et les théâtres d'anatomie
- Les physiciens et leurs cabinets.

Les sciences de terrain…

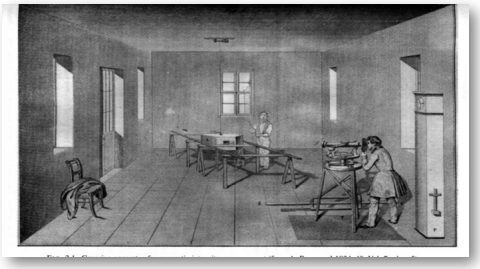
} Le Laboratoire, unique (non) lieu des sciences modernes

34

LABORATOIRE DE CARL FRIEDRICH GAUSS À GÖTTINGEN, VERS 1825

Observatoire de Göttingen

Expériences de géomagnétisme



35

LABORATOIRE DU CHIMISTE JUSTUS LIEBIG

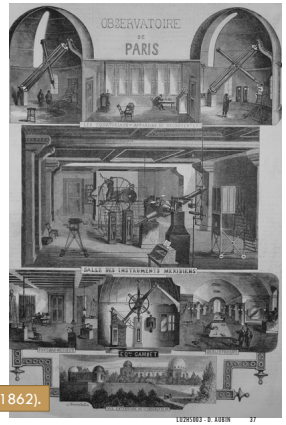
Université de Giessen, Allemagne, années 1840.
© Bildarchiv Preußischer Kulturbesitz

36

LE NOUVEL OBSERVATOIRE DE PARIS EN 1857

Un espace entièrement dédié à la science.

Urbain Le Verrier, directeur 1854-1870, 1872-1877



Le Monde illustré (1862).

37

LE LABORATOIRE DE LOUIS PASTEUR

1857: Pasteur à l'Ecole normale supérieure installe son laboratoire dans les combles.

1860: nouveau laboratoire, cinq pièces dans un bâtiment rue d'Ulm.

1867: création officielle du laboratoire de chimie physiologique, crédits officiels.

1884: nouveaux locaux, rue Vauquelin et à Garches.

1888: inauguration de l'Institut Pasteur, financé par le privé.

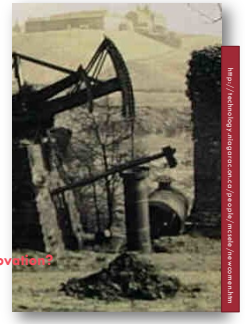
38

LES « RÉVOLUTIONS » DE LA TECHNOSCIENCE

La modernité technoscientifique du siècle des Lumières
- Construite sur la base du grand partage nature/culture
- Mais impact social majeur: **« avons-nous jamais été modernes? »**
  - Nouvelles techniques, nouveaux publics
- Quelle histoire des technosciences dans le régime moderne ?

Révolutions politiques et industrielles :
- Le nouveau pouvoir/la nouvelle efficacité de la technoscience
- Des impacts sur les sciences: par ex., thermodynamique et électricité
- Des effets retours sur les technosciences : boucles de rétroactions
- Sommes-nous condamnés à retracer **l'histoire continue du progrès et de l'innovation?**

Quelles **visions critiques** sont possibles /utiles ?



https://www.today.rtl.lu/news/luxembourg/a/1604164.html

39

CONTRE-HISTOIRES DE LA MODERNITÉ

pollutions, impérialisme et guerres

40

LA MODERNITÉ ET SES CRITIQUES

La progrès: mythe ou réalité ?

- Inégalités sociales
  → la critique **marxiste**.
- Exploitation des colonies
  → la critique **postcoloniale**.
- La prévalence des guerres, science-thanatos
  → la critique **humaniste**.
- La dégradation des environnements
  → la critique **écologiste**.

41

L'OPTIMISME DES LUMIÈRES

John Locke (1632-1704)

- *Essai sur l'entendement humain* (1690)
- La « loi naturelle »: une conception « newtonienne » de la société

Nicolas de Caritat, marquis de **Condorcet** (1743–1790).

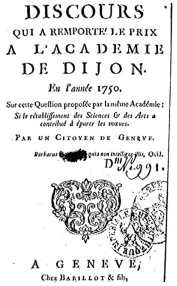
- « Toute découverte dans les sciences est un bienfait pour l'humanité » (Académie fr. 1782).
- Le progrès, indéfini, est assuré de faire le bonheur de l'être humain.

Adam Smith (1723–1790).

- *La Richesse des nations* (1776).
- Un ouvrage influencé par la philosophie naturelle de Newton.
- La libre poursuite de l'intérêt personnel comme fondement de l'ordre économique.

42

LA CRITIQUE DE JEAN-JACQUES ROUSSEAU


DISCOURS
QUI A REMPORTÉ LE PRIX
A L'ACADEMIE
DE DIJON.
En l'année 1750.
Sur cette Question proposée par la même Académie:
Si le rétablissement des Sciences & des Arts a contribué à épurer les mœurs.
PAR UN CITOYEN DE GENEVE.
A GENEVE,
Chez BARILLOT & fils.

Concours: « Si le rétablissement des sciences et des arts a contribué à épurer les mœurs »

La réponse de Rousseau est: Non!

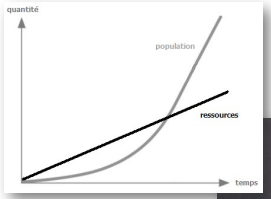
« Nos âmes se sont corrompues à mesure que nos sciences et nos arts se sont avancés à la perfection. […] Les sciences, les lettres et les arts étendent des guirlandes de fleurs sur les chaînes de fer dont les hommes sont chargés, étouffent en eux le sentiment de cette liberté originelle pour laquelle ils semblaient être nés, leur font aimer leur esclavage et en forment ce qu'on appelle des peuples policés. »

La nature étalait à nos yeux toute sa magnificence.

« La nature étalait à nos yeux toute sa *Émile, ou de l'éducation* (1762) magnificence ».
Illustration: Jean-Michel Moreau (1777).

43

MALTHUSIANISME



Essai sur le principe de population ou exposé de ses effets sur le bonheur humain dans le passé et le présent avec des recherches sur nos perspectives de supprimer ou de diminuer à l'avenir les maux qu'il occasionne (1798–1803).

« the power of population is indefinitely greater than the power in the earth to produce subsistence for man. »

Thomas Malthus (1766–1834)

44

MÉCANISATION ET SOCIÉTÉ

Les manufactures et l'industrie du textile

Les processus qui sont mécanisés:
- Le filage
- Le tissage

La production domestique à petite échelle devient industrielle.

Machine à Filer de **Richard Arkwright**, 1765-1775

45

RÉVOLUTION « INDUSTRIEUSE » VS. RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

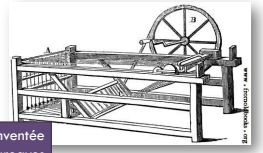
La « déqualification » des artisans.

Quelle source d'énergie?

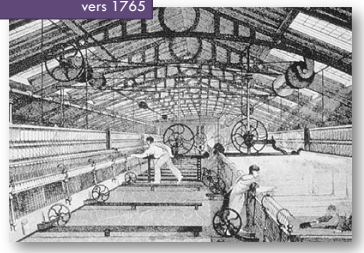
Révolution « industrieuse » = réorganisation du travail

Révolution industrielle = changement des sources d'énergie.

De nouvelles questions, de nouveaux acteurs.

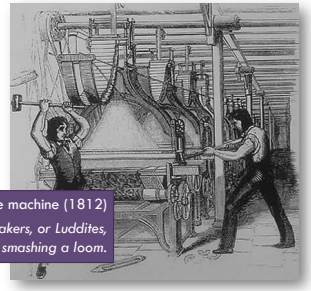


La Mule-Jenny, inventée par James Hargreaves vers 1765

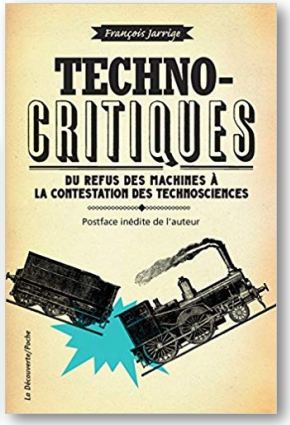


46

LA LUTTE CONTRE LE MACHINISME



Des Briseurs de machine (1812)
Frame-breakers, or Luddites, smashing a loom.



47

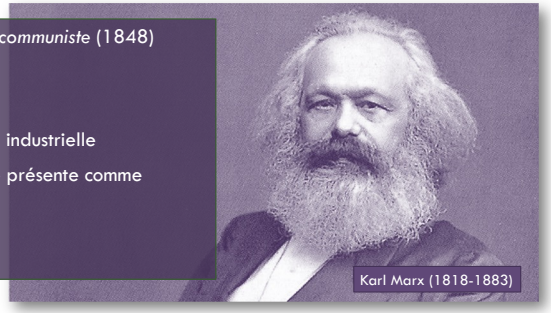
LE SPECTRE DU MARXISME

Le Manifeste du parti communiste (1848)

Le Capital (1867)

Critique de la société industrielle

Théorie sociale qui se présente comme « scientifique ».



Karl Marx (1818-1883)

48

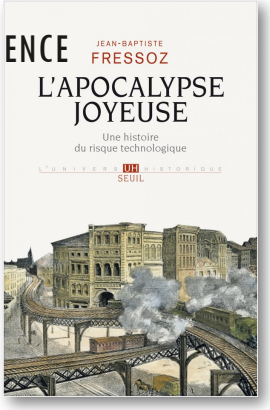
LA CONSTRUCTION DE L'INCONSCIENCE

Histoire de la réflexivité environnementale des sociétés passé

Conscience de l'agir environnemental, du risque technologique et de sa régulation

Critiques vives des nuisances industrielles, controverses et réduction de la contestation

Contre l'histoire d'une prise de conscience → celle de la construction d'une certaine inconscience modernisatrice



49

LA CONTAMINATION DU MONDE

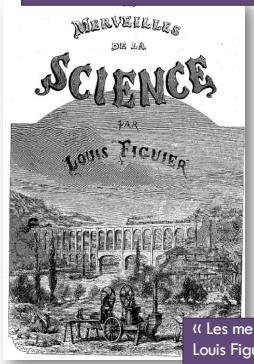
1700-1830: industrialisation et libéralisation des environnements
- Nouvelles pollutions et innovation régulatoire
- Régime d'autorisation

1830-1914: naturalisation des pollutions au siècle du progrès
- L'expert – administration et gouvernance des pollutions
- Régime de la norme

1914-1973: un siècle toxique
- Guerres, démesures, consommation, faiblesse des régulations
- Régime de la gestion du risque

50

LE PROJET VULGARISATEUR



« Les merveilles de la science »
Louis Figuier (1867).

« Chemin de fer sur Londres »
Gravure de Gustave Doré (1870).

51

CONCLUSION: SCIENCES ET PROGRÈS

Une grande espérance de l'Occident depuis trois siècles.

Une grande inquiétude actuellement.

MAIS

→ La foi dans le progrès est constamment remise en question (changement social, colonialisme, dégradation environnementale, guerres).

→ La confiance dans le progrès est constamment (re)construite socialement par de lourdes infrastructures (vulgarisation, laboratoires).

L'EXIGENCE POLITIQUE DE RÉFLEXIVITÉ !

52