

CM5

## La technoscience contemporaine

### Science moderne

Comment de cette science nous sommes passés aux pratiques scientifiques que nous connaissons aujourd'hui. Comment scientifique du XVIII, héritier des Lumières, qui pouvait être philosophe a été remplacé par le scientifique entrepreneur.

Importance de l'académie des sciences, de son rôle, de son travail. Science comme autorité épistémique, a la capacité à dire la vérité sur le monde ; façon d'établir cette vérité, une méthode, une démarche.

Philosophie englobe savoirs

XIXe : science se constitue en lien avec l'industrie ; ces liens se renforcent au cours du XXe.

Différence : science et savoirs scientifiques pénètrent l'ensemble des sphères de la vie sociale et culturelle.

(Exemples donnés précédemment : travail de Flaubert : il a également écrit sur les pseudosciences ; de Jules Verne)

Insertion de la science dans l'imaginaire collectif.

3 parties

Physique : place très particulière, modèle pour les autres sciences expérimentales.

Façon dont la science se constitue et se transforme pdt le XXe siècle à travers repères éco.

Prochain cours : technosciences et innovations

Avènement de formes de savoirs très peu explicites et connues avant : **les sciences sociales** (dernier cours) – quelle scientificité ?

### Plan de la séance

1. Le vingtième siècle, enjeux socio-politiques et économiques
2. Les figures du scientifique : de la persona (incarné dans une personne) à l'entrepreneur scientifique
3. Les révolutions scientifiques (Thomas Kuhn) (comment science évolue, se transforme, comment on fait des découvertes)

#### 1. Le vingtième siècle

##### Enjeux

##### a. Siècle de guerres

Première et Seconde guerres mondiales

Guerre froide 45-47 à 89-91

- ➔ théâtre de conflits armés, de violence massive
- ➔ elles s'appuient sur tout un tas de travaux scientifiques :
  - le gaz moutarde
  - développement d'engins de combats
  - recherche opérationnelle (tout ce qui concerne la théorie de la décision)
  - perfectionnement avion

Objections : guerres pas toutes technologiques

Exemple : génocide de Rwanda, tue des millions de personnes, armes = machette ; Kalashnikov : arme la plus rudimentaire possible et efficace.

Ces guerres poussent l'effort de recherche scientifique et vont surtout pousser le développement d'une science programmée ; autant au niveau spatial (GF : conquête de l'espace), de l'infiniment petit (bombe atomique)

#### b. Siècle des Etats-Nations

Développement d'un mode de fcnt dont la mise en place d'un **système d'imposition généralisé** : permet de disposer de moyens de façon régulière.

Structures de financement de la recherche : organisation de la recherche, dotation de critères pour évaluer résultat et efficacité

C'est avec la SGM que ces systèmes se concrétisent et se développent.

Les USA auront un peu d'avance.

#### Economies planifiées

Planification de la reconstruction d'après guerre :

Plan Marshall en Europe

Cas aussi en URSS et en Chine.

Faire entrer dans cette planification effort de recherche.

Economie planifiée va se financiariser. Science connaît un développement mondial : équipes internationaux.

Concurrence accrue entre pays : Silicon Valley : on cherche à dvper une Silicon Valley en Espagne, à la française

C'est entre ces deux pôles que se situe le développement.

Budget recherche supérieur à celui qu'il était pendant la GF (USA) -> n'est pas financée que par entités privées.

Création NASA pendant GF, mais une fois GF terminée, les efforts ont continués à être extrêmement importants.

#### c. Siècle américain 1914-2014

Siècle très marqué par les USA

1920 : USA 1<sup>e</sup> puissance indus : modèle d'organisation du travail, de consommation ≠ Europe ; **organisation scientifique du travail** (usine, à la chaîne) sera importée dans ≠ pays de l'Europe avec des succès mitigés

1930 : + grand potentiel de recherche, à la fois dans les installations que dans les scientifiques. 1<sup>er</sup> pays à poser une comptabilité de ses ressources sci et à poser des critères d'évaluation des ressources stratégiques

1940 : puissance géostratégique

Média, culture

Innovation technique et institutionnelle (création de fondations pour la recherche ~CNRS, création d'ONG)

Consommation très développée en réseau de l'OST, Henri Ford (optimisation du travail pour qu'ouvriers gagnent ++ afin qu'ils puissent consommer ++); ressources immenses -> consommation en matières 1es

Pollution : un des plus grands pollueurs.

## Big science

### Libéralisme économique et social

Système fédéral.

Développements :

- **société eugénique américaine** (eugénisme : SGM, génocide nazi ; les idées eugénistes sont nées aux USA, un des pères de cette idées H. Ford ; sociétés savantes qui cherchaient à caractériser des races, à opérer un classement).
- **Transhumanisme** = homme augmenté : devenir immortel grâce à notre hybridation avec la technologie

État laisse place à théories qui sont plus que des théories, des **pratiques** ; transhumanisme -> sinktank (soit accompagnent décisions gouvernementales, soit proposent de déréguler)

### Dérégulation

Contrepartie libéralisme : laisse place à mouvement de protestation extrêmement virulents, violents : écologiques, opposition au transhumanisme.

#### d. Siècle de l'industrie production et consommation de masse

Economistes théorisent le **PIB**

1900-2008 : PIB mondial \* 25

Consommation de masse : l'industrialisation concerne beaucoup l'agriculture : **maitrise** de l'agriculture, du traitement des sols, semences ; regroupement des territoires ; moment de la **sélection des espèces** (plus rentables et productives : dim biodiversité), idem pour l'**élevage**.

Chimie du carbone qui remplace les matériaux

Industrialisation de la production du savoir / de la science : se déroule dans des lieux spécifiques, modalités d'évaluation, organisation du recrutement des scientifiques.

Lieux de la production de savoir :

Les laboratoires de R&D comme archétype (outre laboratoires des universités) :

- Bell Labs (transistor)
- Industrie chimique allemande (Bayer) -> modèle

## Années 80 : **essaimage**

Ce qui se passe dans les labos RD peut être externalisé : mode start-up

Dans ces années, on traverse une période de crise (fin des 30 glorieuses – période très prospère -, choc pétrolier)

- Redéfinition des règles de la propriété industrielle : ces grandes sociétés ne sont plus du tout prop de ce qui est découvert dans les labos -> on les rend bcp plus individuelles (aussi pour publication et brevets)
  - Parcellisation des savoirs produit par dvpt start-up ; on est obligé de passer par des circuits formalisés ; création de monopoles où sont réunis savoirs spécifiques
  - Relations entre start-up, scientifiques -> caractère juridique : brevets, utilisation de données -> **judiciarisation**
- ⇒ « société de la connaissance » (les savoirs ne sont plus produits que dans les labos)

### e. Siècle du rapport au progrès ambivalent

Inquietude face à la santé

Précédents : bombes atomiques avec précédents

- Espoir / rêve : la science va résoudre problèmes :
  - La faim dans le monde : pays du tiers monde ; agriculture propre, efficace avec espèces sélectionnés va nourrir planète
  - Santé préservée : médicaments ciblés, soigner des maladies graves, des thérapies (chimiothérapie – bases années 70) ; baisse de la natalité – contrôle, connaître avant la naissance maladies possibles
  - Homme augmenté : grâce à la technologie nous allons pouvoir augmenter nos capacités (sensorielles, intellectuelles)
- Méfiance, critique : conséquences néfastes
  - Protection et précaution nécessaire (appareil juridique)
  - Dvpt de critiques organisées et collectives ; ONG qui vont dvper elles-mêmes leurs propres expertises scientifiques (elles ont des experts qui portent des paroles qui ont une crédibilité équivalente aux organes scientifiques / politiques qu'elles critiquent). Portée extrêmement importante car critiques qui s'attaquent aux conséquences néfastes ainsi qu'au système dans lequel elles s'inscrivent : libéralisme, développement)

XXe : niveau de diplôme ne cesse d'augmenter, rend possible ces critiques.

Critiques :

- dommages environnement : déforestation, changement climatique
- santé publique (hormone croissance – prélevées chez les animaux-, thalidomide – médicament qui était destiné à éviter aux femmes enceintes d'avoir des nausées -> malformations des enfants) – associations de malades, procès
- portées par scientifiques eux-mêmes (physiciens s'opposent au dvpt de la bombe atomique : Einstein ; biologistes :

réflexions sur les conséquences éthiques du génie génétique, connaissance ADN), association de citoyens (élévation niveau d'éducation classes moyennes) -> aussi portées par citoyens

- Intégrée aux entreprises (RSE – Responsabilité Sociale Entreprise – tenir compte certain nombre de demandes à l'égard de l'environnement) ?

f. Multiplication des espaces de construction et de légitimation des savoirs

ONG : Critique experte : poids politique

Associations de malades : association SIDA, développent des connaissances qui peuvent être supérieures à celles des médecins.

Pèsent sur décisions politiques et sur programmes de recherche (SIDA – traitement possible)

Think Tank : sociétés de réflexions, associés à partis, mouvements politiques, dans lesquelles on travaille ≠ thématiques, ça peut être des organes de contre pouvoir, des organes directement en lien avec des pouvoirs en place (venir légitimer décisions politiques, élaboration des programmes à l'université – master)

Toxicologie, climat -> think tank on financé programmes de recherche d'orientation climato-sceptique

g. Siècle des régulations croissantes

- tensions développement scientifique et technologie / protéger les populations et environnement des conséquences néfastes et indésirables
- variables selon pays et classes sociales (France ≠ Chine : scandale de santé publique inacceptable en France)
- Dispositifs de gestion, analyses coûts bénéfice, management des risques
- 1970-1980 : gestion secret/transparence ; analyses de risques naissent beaucoup plus tôt, mais c'est à cette période qu'ils deviennent juridiques
- instruments économiques (taxes, droits à polluer) Droit de l'environnement complètement structuré.

2. Les figures du scientifique : de la persona à l'entrepreneur scientifique

évolution de la figure du scientifique

Deux façons de raconter les choses :

- biographique, historique : histoire par les grands hommes des sciences : on prend une figure et à partir de là je raconte comment s'est construit un savoir particulier
- regarder les choses de manière bcp plus pragmatique : statistique construite sur ce qu'il produisent, sur les évolutions de la science

a. La *persona* scientifique

Approche culturelle, socio-historique (1<sup>e</sup> approche)

La professionnalisation du scientifique -> limite de la 1<sup>e</sup> approche

Avant, scientifique est qqn qui répond à une vocation : il rentre en science parce qu'il est curieux, inventif, c'est qqn qui est un **intellectuel**, ne fait pas que de la

science mais réfléchit à la **portée de son activité** sur le monde, travaille en lien avec sorte philosophie, en **quête de vérité**, contribuer à connaissance.

Au XXe glissement, le scientifique devient qqn qui choisit d'exercer un métier et d'avoir un travail scientifique. Il se **spécialise**, détient un **savoir technique**. Son travail est orienté vers la production de connaissances et de biens (croissance éco, santé publique, puissance militaire)

Ce n'est pas le scientifique qui se définit comme ça, c'est la connaissance qu'on en a.

#### b. Projets statistiques de recension des scientifiques

Guerres = guerres de sciences -> nécessité de compter ressources dont on dispose.

Quand on fait des statistiques, on ne construit pas un savoir objectif *a priori* ; faire des statistiques = faire des hypothèses.

Statistiques faites par organes

Hypothèses préalables :

- qu'est-ce qu'un scientifique ? – travaille dans lieu particulier, relations avec certaines personnes, finalité/objectif travail
- en quoi consiste son travail ?
- organisation et lieux de travail ?
- relations ?
- Objectifs de travail ?

Tentative début 20<sup>e</sup> siècle

Concrétisation et utilisation après SGM

#### Pourquoi compter ?

- la science devient un métier
- croissance exponentielle du nombre de scientifiques au cours de ce 20<sup>e</sup> siècle
- Intérêts de l'industrie, l'armée et l'État
- Apprécier savoirs scientifiques, utilité (pratique, utilisations techniques et commerciales) – raisons politiques, éco, financer recherche ok mais à quelle fin ?

Scientifiques = ressource précieuse à évaluer, gérer

Scientifique = professionnel, salarié

#### c. La *Big Science* comme accélérateur

Dans lieu spécifique on regroupe professionnels, chercher dans un domaine.

Suscite créativité, organisation recherche, mais aussi inquiétude, peurs :

- influence politique injustifiée de « complexe militaro-industriel » -> Eisenhower : influence trop importante
- risque que « l'ordre public devienne captif d'une élite scientifique et technologie » -> vie dans des technocraties
- Collectivisation et organisation recherche scientifique réduisent la créativité

Inquiétude : « l'intellectuel spécifique » autorisé à se prononcer sur des questions techniques limitées remplace le « représentant de l'universel »

J. Weinberg : en même tps que se dev se complexe, ce que l'on perd c'est le **côté intellectuel** du scientifique, capacité à s'interroger ; cette big science va produire des intellectuels spécifiques, plus capables d'être des représentants de l'universel.

d. Compter les scientifiques pour administrer la science

La scientométrie

Permet de savoir, quand on cherche labo/regarde CV, si lieux importants. Labo financé en fonction publications = qualité travail

- Etat des lieux
- Elaborer des politiques scientifiques
- Effet performatif : sur travail scientifique et scientifique eux-mêmes : ils présentent travail en fonction critères
- ➔ reconfiguration des représentations du scientifique, de ce à quoi sert son travail, reconnaissance et valorisation des études scientifiques

Il y a donc modification du contenu du travail et de la façon d'en rendre compte,

Rapport Steelman (1947)

- sci = « ressource indispensable » pour des « progrès nationaux »
- « un produit de guerre »
- « atout de guerre majeur »
- « stocké » comme « toutes autres type de ressources essentielles »
- La pénurie de scientifiques fait suite à une augmentation très importante de la demande, qui s'accompagne d'un approvisionnement inférieur à la normale »

Ambivalence, très loin des grandes personnalités, sci = ressource

Sputnik, Guerre de Corée

On investit dans éducation, défense, recherche, effort de guerre

Un travail scientifique normalisé ?

- Travail sci = travail organisé, discipliné, permettant de résoudre des puzzles
- Problèmes scientifiques résolus grâce à efforts massifs et structurés ; donc financés -> IF être sûr qu'on aura des retours

Chiffres américains :

- 1906 : James Cattell 4000 hommes de sciences (recueil biographique)
- 1944 : 34000
- 1947 : rapport Steelman : 71000 scientifiques (EU) dont 13900 doctorants
- 1957 ( ? ) : 128000 scientifiques dont 23200 docteurs
- 1963 : 1M de diplômés scientifiques et techniques (EU)

De façon plus globale :

- nombre total de scientifiques et ingénieurs EU + 50% 1960 à 1971 -> croissance exponentielle
- ➔ 1750000 doublement nombre doctorats -> 10%
- Science indicators (revue qui fait état des chiffres qui suivent)  
152000 (scientifiques et ingénieurs en 1950 -> 5,4 millions en 2009)

Problème de ce que l'on met dans scientifique :

- France -> recherche, docteur ou ingénieur de recherche, techniciens labos
- USA -> on compte aussi ingénieurs

#### Scientométrie

D Solla Price (1963) *Little science, Big science*

Croissance exponentielle du nombre de scientifiques (façon normale d'évoluer du monde scientifique)

Big science = un moment du processus

Loi de Price : 25% des scientifiques produisent 75% des publications

*(aujourd'hui on compte les sciences sociales.)*

Quelle est la conséquence de cette tentative de mesurer ?

Apparition de la R&D

Apparaît pour la première fois en 36, ensuite rapport Steelman (47). Permet de justifier l'effort de recherche, support politique (justification d'investissement politique)

Modèle linéaire de l'innovation :

Idées (recherches fondamentales) --> Prototype (développement) --> Produit (production en série)

(Ce modèle ne décrit pas la réalité : cf. façon dont Pasteur a travaillé : XIX<sup>e</sup> siècle ; controverse avec le gaz : problème -> équations théoriques) Pouvoir performatif

#### e. Questions

- frontières science/technologie :

Avant PGM, les sci disent qu'ils n'ont rien à voir

- scientifiques/technologues (ingénieurs)
- Limites travail scientifique/autres types -> en quoi ce travail scientifique est-il si particulier par rapport à autres formes de construction de connaissances
- Identifier travailleurs scientifiques à partir des institutions pour lesquelles ils travaillent, type de travail, formation reçue, type/durée des études ?

On cherche à caractériser les différentes sortes de travail scientifique, selon disciplines, mais alors, comment distinguer enseignement/recherche, labo universitaire, labos privés ? (≠ formes de travail scientifique)

Troisième conséquence de cette évolution de la science : on caractérise sous une dénomination : ingénieurs et scientifiques qualifiés (Qualified scientist and engineer – QSE). Aucune réalité concrète en France, mais utilisé dans documents officiels :

Années 50 : OEEC (org europ de coopération économique)

Années 60 : norme à l'OCDE

Deux mouvements à la fois :

- Fusion catégorie scientifique/ingénieur
- Séparation science fondamentale/science appliquée



Justifier poursuite science qui trouvera des applications

Les caractéristiques de la science, R.K. Merton (1910-2003)

- communalisme : les propositions scientifiques doivent pouvoir être connues de tous -> résultats destinés à être communiqués
- universalisme : elles ne doivent Être évaluées que pour elles-mêmes
- scepticisme organisé : elles doivent toujours pouvoir être exposées à des critiques -> résister à tentatives idéologiques
- désintéressement : les scientifiques ne doivent pas avoir intérêt à bricoler leurs travaux, à frauder

Servent aux institutions scientifiques à se protéger, sorte de canevas général autour duquel organisations s'organisent. Si qqn fraude, il sera sanctionné

Tableau synthétique

	Chercheur inventeur	Chercheur industriel (en lien avec indus)	Chercheur entrepreneur
	1860-1920	1920-1980	1980-
Lieux production connaissances	Universités, ateliers	Labo et labos R&D entreprises	Universités, start-up, contract research organisation
Secteurs caractéristiques	Méca, élec	Chimie, pharmacie, élec, dvpt informatique	Biotechnologie, informatique (Big data)
Normes du travail scientifique	Nouveauté, stabilité des résultats	Pureté, homogénéité, reproductibilité	Adaptabilité, connectivité, gestion des risques (minimum de réflexion éthique)
Modèle techno-indus	Mécanisation, produits de référence	Standardisation, planification, économie d'échelle, processus linéaire R&D	Variété, production flexible, traitement intégration information -> réorienter en permanence travail

Science ne change pas d'elle-même, elle change aussi parce qu'on l'administre, on la gère.