

Révolutions scientifiques

LSC1120A
séance 4

Le changement scientifique



Le changement scientifique

Séminaire **Charles Darwin**

La révolution **DARWINIENNE**



SÉANCE INAUGURALE
MARDI 17 JUIN 2014

Université Jean Moulin Lyon 3, salle La Rotonde - 18 rue Chevreul - Lyon 7^e

Le changement scientifique



Le changement scientifique

- **Pourquoi** cet image de « révolution » nous attire-t-elle ? Est-elle vraie ?
- Comment pouvons-nous concevoir **la nature et l'impact** de ces révolutions ?
- Le changement scientifique n'est-il jamais graduel ?



Thomas Kuhn (1922–1996)



Arriver à un paradigme

Leurs accomplissements étaient suffisamment remarquables pour soustraire un groupe cohérent d'adeptes à d'autres formes d'activité scientifique concurrentes ; d'autre part, ils ouvraient des perspectives suffisamment vastes pour fournir à ce nouveau groupe de chercheurs toutes sortes de problèmes à résoudre. (29-30)



Arriver à un paradigme

Les hommes dont les recherches sont fondées sur le même paradigme adhèrent aux mêmes règles et aux mêmes normes dans la pratique scientifique. Cet engagement et l'accord apparent qu'il produit sont des préalables nécessaires de la science normale, c'est-à-dire de la genèse et de la continuation d'une tradition particulière de recherche. (11)



Qu'est-ce qu'il y a dans un paradigme ?

De la postface de *Structure*:

- éléments formels/mathématiques (ou facilement formalisables) de la science
- lois de la nature (quantitatives)
- définitions des concepts centraux
- croyances en certains modèles du fonctionnement métaphysique du monde (qu'est-ce que le mouvement ? qu'est-ce qui compose la matière ?)
- valeurs (en quoi consiste une bonne théorie scientifique ?)
- exemples des « bonnes » solutions aux problèmes (comme dans un manuel)



Quelques exemples

- l'astronomie ptolémaïque (ou héliocentrique)
- la mécanique newtonienne
- l'optique des ondes



Avant un paradigme

Ne pouvant considérer comme acquis un ensemble commun de connaissances, tous ceux qui traitaient une question d'optique se sentaient contraints de tout reconstruire en partant de zéro. Ce faisant, chacun était relativement libre de choisir les observations et expériences appuyant sa théorie, puisqu'il n'y avait aucun ensemble standard de méthodes et de phénomènes qu'il se sentît contraint d'employer et expliquer. (33)



Les problèmes de la science normale

- ① Détermination des faits significatifs
 - Explorer les faits dont le paradigme a montré qu'ils révèlent particulièrement bien la nature des choses
 - Utiliser la théorie pour prédire des faits d'intérêt intrinsèque, ou trouver des points de contact entre la théorie et le monde
- ② Concordance des faits et de la théorie
 - Prédire des phénomènes directement comparables aux résultats prédits par la théorie-paradigme
 - Rendre une théorie plus précise, moins idéalisée
- ③ Élaboration de la théorie
 - Déterminer les constantes physiques
 - Établir des lois quantitatives
 - Étendre le paradigme aux autres groupes de phénomènes très proches
 - Reformuler la théorie pour la rendre plus claire

Résolution des énigmes

Le caractère le plus frappant des problèmes de recherche normale que nous venons d'envisager est peut-être qu'ils se préoccupent très peu de trouver des nouveautés d'importance capitale, tant dans le domaine des concepts que dans celui des phénomènes.
(60)



Résolution des énigmes

Mener jusqu'à sa conclusion un problème de recherche normale, c'est trouver une voie neuve pour parvenir à ce que l'on prévoit et cela implique la résolution de toutes sortes d'*énigmes* sur les plans instrumental, conceptuel et mathématique. Celui qui réussit se révèle être un expert pour la résolution de ces *énigmes* et le défi posé par l'énigme constitue une part importante de sa motivation.
(62)



D'où vient la nouvelle science ?

Et le projet dont le résultat ne concorde pas avec cette marge étroite [de résultats attendus] n'est généralement qu'un échec de la recherche, qui met en cause non la nature mais le savant. (60)

Normalement : trouver un résultat inattendu, ajuster la théorie, continuer. Mais *parfois* : trouver un résultat qui résiste à l'explication ou à l'assimilation. Après beaucoup de travail, ça devient **une crise**. Si c'est assez important, et on a le choix on remplace notre paradigme : **une révolution**.



Révolution

On croit, peut-être, que les révolutions ne sont pas intéressantes, car l'on utilise nos méthodes habituelles pour tester nos théories, et quand les preuves confirment la nouvelle théorie, on change.

Le point principal de Kuhn : Les révolutions sont **totale**ment différentes par rapport à la science normale. Les règles de cette science normale **ne peuvent pas** s'appliquer.



[I]l est impossible que ce choix [entre deux paradigmes] soit déterminé simplement par des procédés d'évaluation qui caractérisent la science normale, **puisque ceux-ci dépendent en partie d'un paradigme particulier, lequel, précisément, est mis en question.** Quand les paradigmes entrent—ce qui arrive forcément—dans une discussion sur le choix du paradigme, **leur rôle est nécessairement circulaire.** Chaque groupe se sert de son propre paradigme pour y puiser ses arguments de défense. (135-136)



La persuasion

Pourtant, quelle que soit sa force, le raisonnement circulaire, par sa nature même, ne peut être que persuasif. Pour ceux qui refusent d'entrer dans le cercle, il ne saurait être rendu contraignant sur le plan de la logique ou même des probabilités. Dans une discussion concernant les paradigmes, les prémisses et les valeurs communes aux deux parties ne sont pas suffisantes pour permettre une conclusion sur ce plan. (136)



L'incommensurabilité

Désaccord sur :

- Quels problèmes nécessitent une solution (qu'est-ce qu'est *véritablement* scientifique)
- Quelles questions ou solutions devons-nous rejeter
- La réutilisation ou réexplication d'anciens concepts ou anciennes expériences
- « Regarder » le monde d'une façon différente



Et le progrès scientifique ?

- On ne progresse **pas** vers « la Vérité » scientifique
- Mais on développe une **meilleure** compréhension de la nature
- Comment ? Nous n'avons aucune bonne réponse. Mais c'est pas nouveau : on n'a **jamais** eu une bonne réponse à cette question.



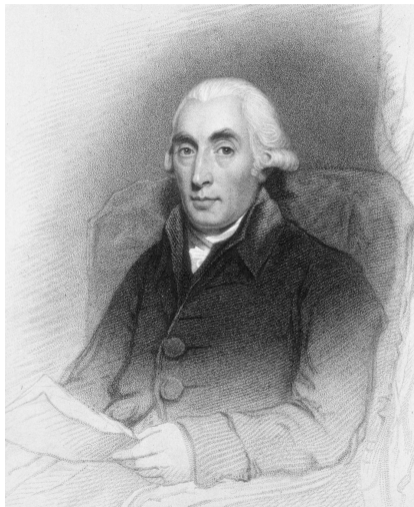
Pourquoi est-ce que la science fonctionne par révolution ?

- Il n'est pas *a priori* : la science **aurait pu** accumuler la connaissance de façon cumulative.
- Mais historiquement, c'est indéniablement le cas.

Notre tâche pour les prochaines semaines : évaluer ce deuxième constat.



Joseph Black (1728-1799)



Joseph Priestley (1733-1804)



La vie de Priestley

- Partisan de la Révolution Française en Angleterre
- Parmi les fondateurs de l'Unitarisme (christianisme sans la Trinité)
- 1767 : publie une histoire de l'électricité
- 1772 : publie un traité sur l'optique



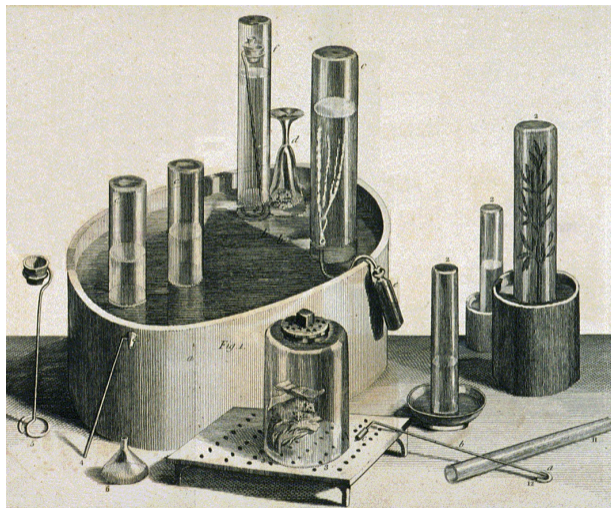
1772: Invente l'eau pétillante — vendu à M. Scheppe



Son laboratoire



Ses appareils



La théorie du phlogistique

- Matière présente dans la plupart des choses
- Responsable pour la combustion
- Émané quand quelque chose est brûlé, mélange avec l'air, mais seulement avec une capacité finie
- A **du poids négatif** (parce que les choses deviennent plus lourds quand ils sont brûlés)



- 1 Air nitrique (NO)
- 2 Air acide (HCl)
- 3 Air alcalin (NH₃)
- 4 Air nitrique déphlogistiqué (N₂O)
- 5 Air déphlogistiqué (O₂)

L'air « fixe » n'est pas respirable pour les animaux, mais l'est bien pour les plantes, et les plantes déphlogistiquent l'air fixe (transforment le CO₂ en O₂, dans nos mots).



Ah non. (1791)



Et le phlogistique ?

Priestly tenait au phlogistique jusqu'à sa mort, malgré les preuves au contraire. Ses catégories théoriques impliquaient qu'il ne pouvait pas distinguer des gaz comme nous :

- Les airs inflammables (H_2 , CH_4)
- Les airs déphlogistiqués (O_2 , N_2O)
- Les airs phlogistiqués ou fixes (CO_2 , NO , HCl)



Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)



Marie-Anne Paulze Lavoisier (1758-1836)



Lavoisier contra le phlogistique

Les chimistes ont fait du phlogistique un principe vague, qui n'est point rigoureusement défini et qui, en conséquence, s'adapte à toutes les explications dans lesquelles on veut le faire entrer ; tantôt ce principe est pesant et tantôt il ne l'est pas, tantôt il est le feu libre et tantôt il est le feu combiné avec l'élément terreux ; tantôt il perce à travers les pores des vaisseaux et tantôt ils sont impénétrables pour lui... C'est un véritable Protée qui change de forme à chaque instant.



Ses travaux

- Réfutation expérimentale de la théorie phlogistique (surtout grâce à la mesure des gaz)
- Explication de la lumière et le chaleur
- Rôle de l'oxygène dans la combustion et la respiration
- Explication des acides
- Définition d'« élément » chimique
- Noms des produits chimiques selon leur composition
- Poids comme mesure des réactions
- Étude quantitative des gaz



Les gazomètres de Lavoisier



Le calorimètre à glace



Une théorie des acides

oxygène = « qui génère des acides »

Cette théorie explique l'action du CO_2 , autres nouvelles acides organiques, l'acide sulfurique, et l'acide nitrique.

Problème: Quoi de l'acide chlorhydrique ? Elle ne semble pas être composé de l'oxygène. Donc elle doit être formé de l'oxygène **très fortement lié** à un autre substance, le « murium ».



Les éléments analytiques

Lumière	Soufre	Antimoine	Chaux
Calorique	Phosphore	Argent	Magnésie
Oxygène	Carbone	Arsenique	Barite
Azote	Rad. muriatique	Bismuth	Alumine
Hydrogène	Rad. fluorique	Cobalt	Silice
	Rad. boracique	Cuivre	
		Étain, Fer	
		Manganese	
		Mercure	
		Molybdène	
		Nickel	
		Or, Platine	
		Plomb	
		Tungstène	
		Zinc	



Terminologie chimique

De:

“huile de vitriol” → “vitriols”

À:

“acide sulfurique” → “sulfures” ou “sulfates” (en fonction du montant d’oxygène)



Symboles chimiques

soude : 

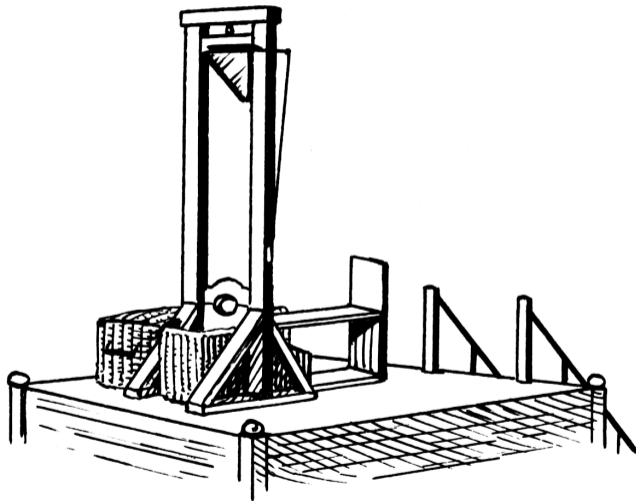
potasse avec un excès de soufre : 

or : 

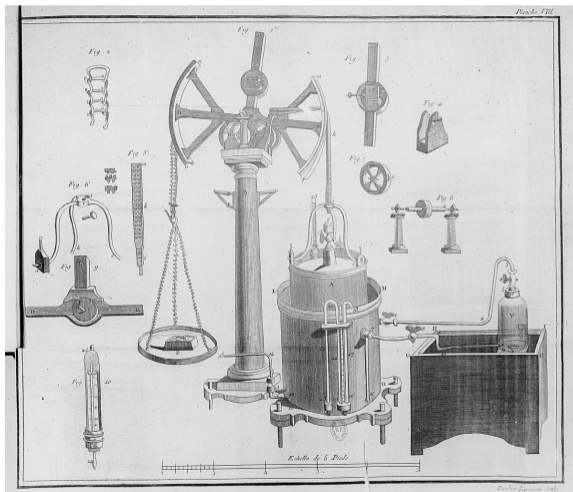
(le symbol alchimiste pour le soleil)



Une fin malheureuse



Les instruments



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Qu'est-ce que « découvrir l'oxygène » veut dire ?

Priestley a-t-il le fait ? Scheele ? Lavoisier ? Quand ?

Est-elle une bonne question ? Qu'est-ce que le lien entre la théorie de l'oxygène et la manipulation expérimentale de l'isoler dans un laboratoire ?

La découverte de l'oxygène était-elle une révolution scientifique ?



La découverte

Ainsi la victoire de l'oxygène sur l'« air déphlogistiqué » procède moins d'une modification de l'expérience de Priestley que d'un changement dans la signification de l'expérience : non plus poursuite d'un spécimen de plus dans la chasse aux différents airs, mais outil de recherche analytique. (Bensaud-Vincent, 113)

