

Le raisonnement scientifique, 4 La thèse de Duhem-Quine (le holisme)

Philosophie des sciences séance 5

M. Cozic



Duhem et Quine



Figure: P. Duhem (1861-1916)

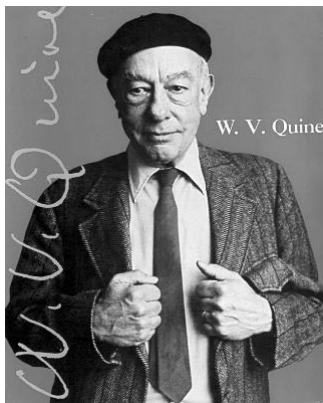


Figure: W.V.O. Quine
(1908-2000)

1. Duhem

1.1. l'argument général

Duhem, 1906

- ▷ Duhem (1906), 2nde partie, Chap.VI

Il - Qu'une expérience de Physique ne peut jamais condamner une hypothèse isolée, mais seulement tout un ensemble théorique.

“Un physicien se propose de **démontrer l'inexactitude** d'une proposition ; pour déduire de cette proposition la **prévision** d'un phénomène, pour instituer l'expérience qui doit montrer si ce phénomène se produit ou ne se produit pas, pour interpréter les résultats de cette expérience et constater que le phénomène prévu ne s'est pas produit, il ne se borne pas à faire usage de la proposition en litige ; il emploie encore **tout un ensemble de théories**, admises par lui sans conteste...”

Duhem, 1906

▷ Duhem (1906), 2nde partie, Chap.VI

“...la prévision du phénomène dont la production doit trancher le débat ne découle pas de la proposition litigieuse prise isolément, mais de la proposition litigieuse **jointe** à tout cet ensemble de théories ; si le phénomène prévu ne se produit pas, ce n'est pas la proposition litigieuse seule qui est mise en défaut, c'est tout l'échafaudage théorique dont le physicien a fait usage ; la seule chose que nous apprenne l'expérience, c'est que, parmi toutes les propositions qui ont servi à prévoir ce phénomène et à constater qu'il ne se produisait pas, il y a **au moins une erreur** ; mais **où** gît cette erreur, c'est ce qu'elle ne nous dit pas.”

► pour résumer l'argument:

- en général, une hypothèse isolée H ne peut pas être testée sans faire des hypothèses supplémentaires - disons H_1, \dots, H_n
- $H \wedge H_1 \wedge \dots \wedge H_n$ a une conséquence testable, disons, E
- on observe que $\neg E$ ("réfutation")
- on ne peut en conclure que $\neg H$ mais que $\neg(H \wedge H_1 \wedge \dots \wedge H_n)$ soit $\neg H \vee \neg H_1 \vee \dots \vee \neg H_n$

1.2. exemple: l'expérience de Foucault

l'exemple de l'expérience de Foucault

- ▷ Duhem (1906), 2nde partie, Chap.VI

“On sait que Newton a imaginé une théorie des phénomènes optiques, la **théorie de l'émission**. La théorie de l'émission suppose la lumière formée de projectiles excessivement ténus, lancés avec une extrême vitesse par le Soleil et les autres sources lumineuses ; ces projectiles pénètrent tous les corps transparents ; de la part des diverses portions des milieux au sein desquels ils se meuvent, ils subissent des actions attractives ou répulsives : très puissantes lorsque la distance qui sépare les particules agissantes est toute petite, ces actions s'évanouissent lorsque les masses entre lesquelles elles s'exercent s'écartent sensiblement.”

commentaires

- ▶ on appelle aussi (et plus couramment) la théorie de l'émission “**théorie corpusculaire de la lumière**”
- ▶ Newton a proposé une théorie corpusculaire de la lumière dans *Opticks* (1704)
- ▶ l'autre famille de théorie de la lumière est celle des **théories ondulatoires de la lumière** (Huygens, 1690 ; Fresnel, 1817)

l'exemple de l'expérience de Foucault

- ▷ Duhem (1906), 2nde partie, Chap.VI

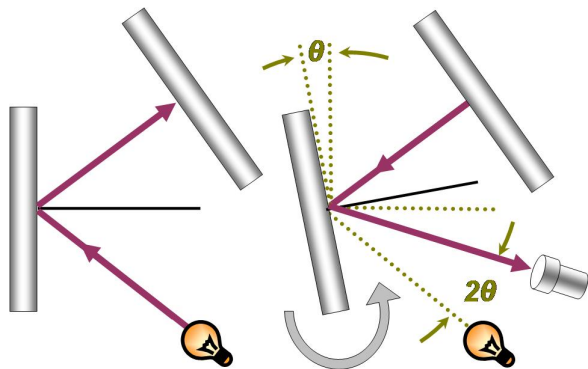
“ Ces hypothèses essentielles, jointes à plusieurs autres que nous passons sous silence, conduisent à formuler une théorie complète de la réflexion et de la réfraction de la lumière ; en particulier, elles entraînent cette conséquence : L'indice de réfraction de la lumière passant d'un milieu dans un autre est égal à la vitesse du projectile lumineux au sein du milieu où il pénètre, divisée par la vitesse du même projectile au sein du milieu qu'il abandonne. C'est cette conséquence qu'Arago a choisie pour mettre la théorie de l'émission en contradiction avec les faits ; de cette proposition, en effet, découle cette autre : **la lumière marche plus vite dans l'eau que dans l'air ;** ”

l'exemple de l'expérience de Foucault

- ▷ Duhem (1906), 2nde partie, Chap.VI

“or, Arago avait indiqué un procédé propre à comparer la vitesse de la lumière dans l'air à la vitesse de la lumière dans l'eau ; le procédé, il est vrai, était inapplicable, mais Foucault modifia l'expérience de telle manière qu'elle pût être exécutée, et il l'exécuta ; il trouva que la lumière se propageait moins vite dans l'eau que dans l'air ; on en peut conclure, avec Foucault, que le système de l'émission est incompatible avec les faits. Je dis le système de l'émission et non l'hypothèse de l'émission ; en effet, ce que l'expérience déclare entaché d'erreur, c'est tout l'ensemble des propositions admises par Newton, et, après lui, par Laplace et par Biot ; c'est la théorie tout entière dont se déduit la relation entre indice de réfraction et la vitesse de la lumière dans les divers milieux ;”

la méthode du miroir tournant de Foucault (1850)



l'exemple de l'expérience de Foucault

- ▷ Duhem (1906), 2nde partie, Chap.VI

“mais en condamnant en bloc ce système, en déclarant qu'il est entaché d'erreur, l'expérience ne nous dit pas où gît cette erreur ; est-ce dans l'hypothèse fondamentale que la lumière consiste en projectiles lancés avec une grande vitesse par les corps lumineux ? Est-ce en quelque autre supposition touchant les actions que les corpuscules lumineux subissent de la part des milieux au sein desquels ils se meuvent ? Nous n'en savons rien. Il serait téméraire de croire, comme Arago semble l'avoir pensé, que l'expérience de Foucault condamne sans retour l'hypothèse même de l'émission, l'assimilation d'un rayon de lumière à une rafale de projectiles”

1.3. les expériences cruciales

l'expérience cruciale

- ▶ Duhem (1906), 2nde partie, Chap.VI

“Supposez...que deux hypothèses seulement soient en présence; cherchez des conditions expérimentales telles que l'une des hypothèses annonce la production d'un phénomène et l'autre d'un phénomène tout différent; réalisez ces conditions et observez ce qui se passe; selon que vous observerez le premier des phénomènes prévus ou le second, vous condamnerez la seconde hypothèse ou la première; celle qui ne sera pas condamnée sera désormais incontestable; le débat sera tranché, une vérité nouvelle sera acquise à la Science. Telle est la preuve expérimentale que l'auteur du *Novum Organum* a nommée: “*fait de la croix*, en empruntant cette expression aux crois qui, au coin des routes, indiquent les divers chemins.”

repreons...

- ▶ 2 hypothèses concurrentes H_1 et H_2
- ▶ on cherche une situation empirique telle que
$$H_1 \models E$$
$$H_2 \models \neg E$$
- ▶ on se met en position d'observer la situation ; supposons que E soit le cas, alors

H_1 "gagne" et H_2 "perd"

repreons...

► exemple:

H_1 : théorie corpusculaire de la lumière (Newton)

H_2 : théorie ondulatoire de la lumière (Huygens, Fresnel, Young)

E : la lumière se déplace plus vite dans l'eau que dans l'air

on a $H_1 \models E$ et $H_2 \models \neg E$

l'expérience cruciale

- ▶ mais la thèse (T1) = *en général, une hypothèse isolée ne peut être réfutée* remet en cause cette vision naïve de l'expérience cruciale
- ▶ quand on prend en compte les hypothèses supplémentaires dont on a besoin pour “dédire” E et $\neg E$ respectivement de H_1 et H_2 , la situation devient beaucoup moins simple
- ▶ en outre, il n'y a en général aucune raison de penser que H_1 et H_2 épuisent les possibilités théoriques
- ▶ (T2) = *en général, il n'y pas d'expérience cruciale au sens où on la conçoit naïvement*

2. Quine

Quine (1953)

- ▷ Quine, “Les deux dogmes de l’empirisme” (1953)

“...nos énoncés sur le monde extérieur affrontent le tribunal de l’expérience sensible, non pas **individuellement**, mais seulement collectivement.

(...)

La totalité de ce qu’il est convenu d’appeler notre savoir ou nos croyances, des faits les plus anecdotiques de l’histoire et de la géographie aux lois les plus profondes de la physique atomique, ou même des mathématiques pures et de la logique, est une étoffe tissée par l’homme, et dont le contact avec l’expérience ne se fait qu’en bordure. Ou encore, pour changer d’image, la science totale est comparable à un champ de forces, dont les conditions limites seraient l’expérience...”

Quine (1953)

- ▷ Quine, “Les deux dogmes de l’empirisme” (1953)

“...Si un **conflit avec l’expérience** intervient à la périphérie, des réajustements s’opèrent à l’intérieur du champ. Il faut alors redistribuer les valeurs de vérité entre certains de nos énoncés. La réévaluation de certains énoncés entraîne la réévaluation de certains autres, à cause de leurs liaisons logiques - quant aux lois logiques elles-mêmes, elles ne sont à leur tour que des énoncés de plus dans le système, des éléments plus éloignés dans le champ. Lorsqu’on a réévalué un énoncé, on doit en réévaluer d’autres, qui peuvent être soit des énoncés qui lui sont logiquement liés, soit les énoncés de liaison logique eux-mêmes....”

Quine (1953)

- ▶ Quine, “Les deux dogmes de l’empirisme” (1953)

“... Mais le champ total est tellement sous-déterminé par ses conditions limites, à savoir l’expérience, qu’on a toute latitude pour choisir les énoncés qu’on veut réévaluer, au cas où interviendrait une seule expérience contraire.

Aucune expérience particulière n’est, en tant que telle, liée à un énoncé particulier à l’intérieur du champ, si ce n’est indirectement, à travers des considérations d’équilibre concernant le champ pris comme un tout.

commentaires

- ▶ on comprend pourquoi on parle souvent de **holisme** pour désigner la thèse de Duhem-Quine: quand des données empiriques viennent contredire nos hypothèses, ils contredisent en fait un très large ensemble de propositions que nous acceptons
- ▶ Quine a une vision **maximaliste** de l'ensemble qui s'offre à la réfutation: il s'agit de notre "savoir" tout entier, ce qui inclus les propositions logiques et mathématiques comme
$$p \vee \neg p$$
$$2 + 2 = 4$$
- ▶ conséquence (radicale) : les "vérités" logiques et mathématiques peuvent être remises en cause quand le "champ" de notre savoir s'avère incompatible avec l'expérience

l'immunité

- ▷ Quine, “Les deux dogmes de l’empirisme” (1953)

“On peut toujours maintenir la vérité de n’importe quel énoncé, quelles que soient les circonstances. Il suffit d’effectuer des réajustements radicaux dans d’autres régions du système. On peut, même, en cas d’expérience récalcitrante, préserver la vérité d’un énoncé situé tout près de la périphérie, en alléguant une hallucination, ou en modifiant certains des énoncés qu’on appelle lois logiques.”

- ▶ (T3) (thèse d’immunité) tout énoncé peut être préservé face à une “expérience récalcitrante”

illustration (Hempel)

- ▶ illustration: préserver l'hypothèse H selon laquelle le vide n'existe pas ("la Nature a horreur du vide") en dépit des observations faites par Périer sur le Puy-de-Dôme
- ▶ on cherche à préserver H en formulant une hypothèse ad hoc H' : l'intensité de l'horreur de la Nature pour le vide est fonction de l'altitude
- ▶ autre exemple: préserver l'hypothèse de phlogiston en supposant qu'il a un poids négatif

la révisabilité

- ▶ Quine, “Les deux dogmes de l’empirisme” (1953)

“Réciproquement, et du même coup, aucun énoncé n’est à tout jamais à l’abri de la révision. On a été jusqu’à proposer de réviser la loi logique du tiers-exclu, pour simplifier la mécanique quantique; quelle différence de principe entre un changement de ce genre et ceux par lesquels Kepler a remplacé Ptolémée, Einstein a remplacé Newton, ou Darwin a remplacé Aristote ?”

- ▶ (T4) (thèse de révisabilité) aucun énoncé n’est à l’abri d’une révision

3. thèse de Duhem-Quine et falsificationnisme

thèse de Duhem-Quine et falsificationnisme

- ▶ on a vu dans la séance introductive et dans la séance précédente que les solutions de Popper au problème de la démarcation et au problème de l'induction reposaient toutes deux sur le concept de réfutabilité, et sur l'asymétrie entre vérifiabilité et réfutabilité
- ▶ en un mot: pour des raisons logiques, les hypothèses scientifiques ne sont généralement pas vérifiables mais sont réfutables. L'observation et la logique seule permettent alors non pas de se convaincre de la vérité (ou de la forte probabilité) d'une hypothèse, mais, le cas échéant, de sa fausseté.
- ▶ non seulement les raisonnements ampliatifs n'ont pas de justification convaincante, mais il n'y en a en fait pas besoin (déductivisme)

thèse de Duhem-Quine et falsificationnisme

- ▶ la plausibilité de telles conceptions reposent sur la solidité des concepts de réfutation et de réfutabilité
 - ▶ il y a un consensus assez large sur (1) le fait que la thèse (T1) de Duhem-Quine est correcte et (2) le fait que (T1) constitue au moins une **menace** pour le falsificationnisme. Pourquoi ?
- (1) si l'on adopte une forme élémentaire de falsificationnisme qui applique la thèse scientifique=réfutable aux hypothèses isolées, alors en suivant (T1) on aboutit à la conclusion que les meilleures exemples d'hypothèses scientifiques n'en sont pas (puisqu'elles ne sont pas réfutable isolément).

thèse de Duhem-Quine et falsificationnisme

- (2) si, en présence d'une réfutation, on élimine H , et si l'on suit (T1),
- ou bien on ne suppose pas que les autres hypothèses (H_1, \dots, H_n) sont toutes vraies, mais alors on ne choisit pas H sur une pure base déductive
 - ou bien on suppose que les autres hypothèses (H_1, \dots, H_n) sont toutes vraies ; dans le cas (rare) où les H_i sont vérifiables, cela peut être non problématique ; dans le cas, fréquent, où certaines H_i ne le sont pas (par exemple quand l'une des H_i est une hypothèse de forme universelle), alors en supposant que les H_i sont toutes vraies, on ne fonde pas cette supposition sur une pure base déductive

Popper face à la thèse de Duhem-Quine

- ▶ Popper était conscient de la menace constitué par la thèse de Duhem-Quine (il n'en parle pas dans ces termes là). Il défend sa théorie contre cette menace dès *La logique de la découverte scientifique* (1959/1973) quand il discute du **conventionnalisme**
- ▶ Popper affirme que la réfutabilité n'est pas uniquement fonction de la forme logique (même si on l'applique à un ensemble entier d'énoncés), mais aussi fonction de l'attitude méthodologique que l'on adopte à son égard
- ▶ il propose d'écarter la préservation d'hypothèses par introduction d'hypothèses *ad hoc*

l'ad hocité

- ▷ Hempel (1966)

“Rappelons-nous néanmoins qu’il paraît facile, quand on a l’avantage de regarder en arrière, d’écarter certaines idées scientifiques d’autrefois, en les taxant d’hypothèses ad hoc, alors qu’il peut être très difficile de porter un jugement sur une hypothèse de notre temps. Car il n’y a pas, en fait, de critère précis pour détecter les hypothèses ad hoc, bien que les questions que nous avons évoquées précédemment nous guident quelque peu : l’hypothèse est-elle proposée dans la seule intention de sauver une conception communément admise contre des faits qui la contredisent, ou bien rend-elle compte aussi d’autres phénomènes ? Comporte-t-elle d’autres implications vérifiables importantes ?”

- ▶ hypothèse de l’existence de Neptune pour expliquer la trajectoire d’Uranus

l'*ad hocité* selon Popper

▷ Popper (1972/1979)

“je suis parvenu, je crois, à fournir un critère objectif pour des degrés très élevés d'audace ou de non-*ad hocité*: la nouvelle théorie, tout en devant expliquer ce que l'ancienne théorie expliquait, doit la *corriger*; si bien qu'en réalité elle *contredit* l'ancienne théorie: elle contient l'ancienne théorie, *mais sous forme d'une approximation seulement*. J'ai ainsi fait observer que la théorie de Newton contredit à la fois celle de Kepler et celle de Galilée - *tout en les expliquant* - puisqu'elle les contient comme approximations”

degrés de falsifiabilité

▶ la falsifiabilité est affaire de degré

- (1) L'orbite de Mars est elliptique
- (2) L'orbite de toute planète est elliptique

(1) est **plus falsifiable** que (2): il existe plus de données empiriques *possibles* qui réfutent (2) que (1).

- les 3 lois de Kepler
- la mécanique céleste newtonienne (3 lois du mouvement + loi de la gravitation universelle)

degrés de falsifiabilité

- ▶ dans *LDS*, Popper exige des hypothèses auxiliaires que leur introduction ne **diminue pas le degré de falsifiabilité** de l'hypothèse
- ▶ problème: comment déterminer en général, pour deux ensembles d'hypothèses, leur degré de falsifiabilité. C'est aisé dans le cas où H_1 implique H_2 - alors tout ce qui réfute H_2 réfute H_1 . Mais en général ?