Induction et confirmation

Christian Wüthrich

http://www.wuthrich.net/

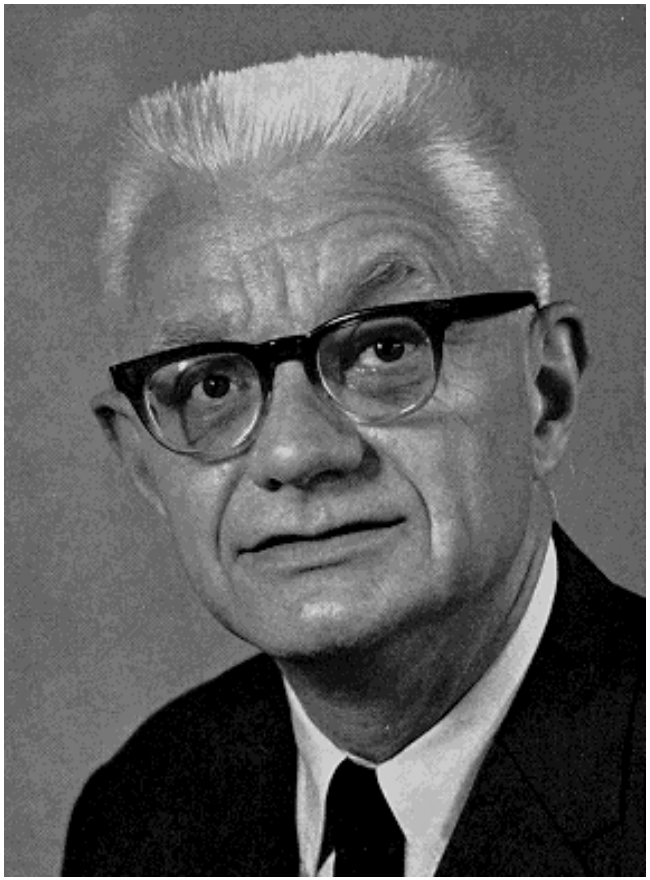
BA2b Introduction à la philosophie des sciences

Remerciements: Marcel Weber, Augustin Baas, Baptiste Le Bihan

Plan

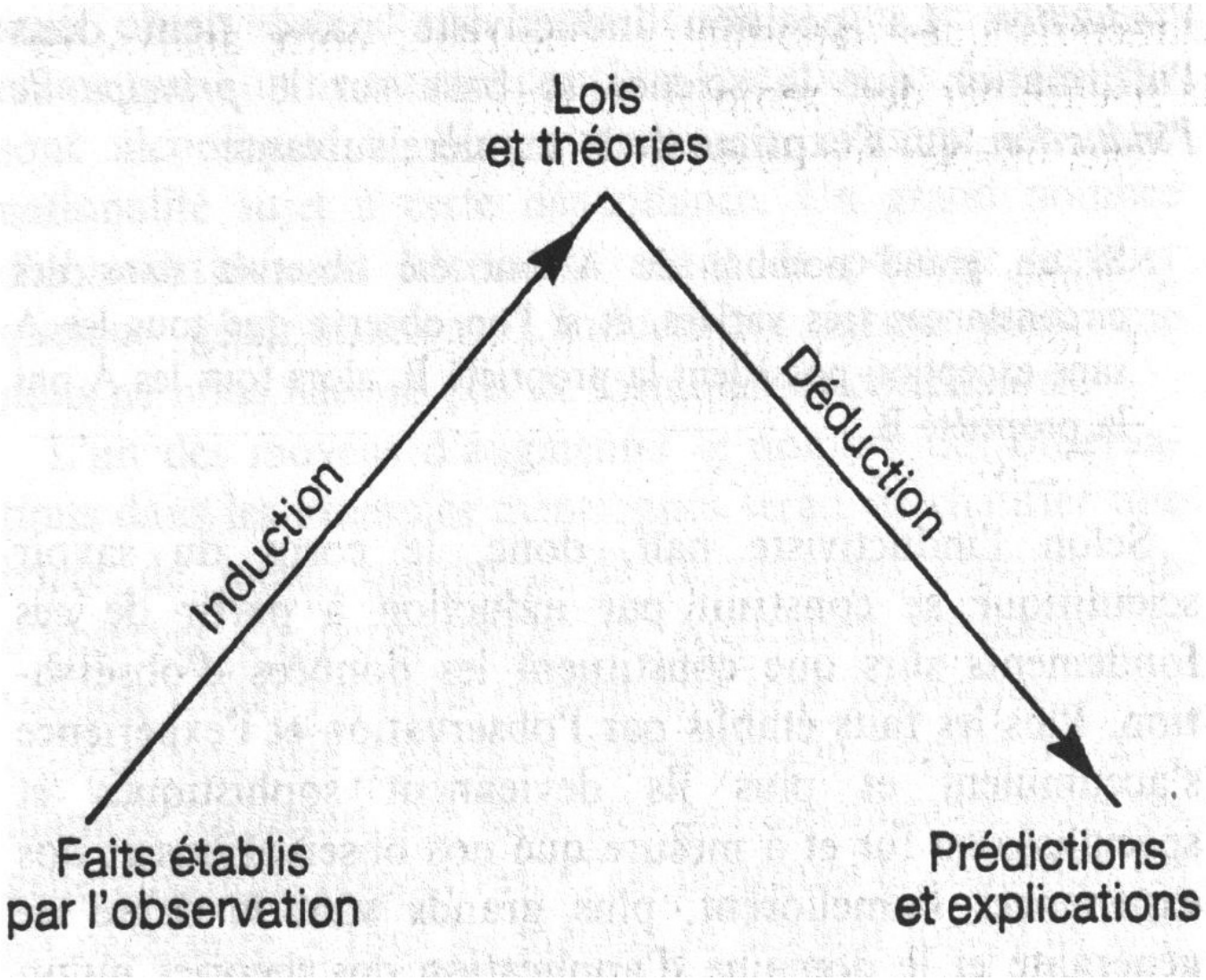
1. Découverte et justification: critique de l'inductivisme naïf
   - L'inductivisme naïf
   - Exemple: Pascal et la pression atmosphérique
2. Une brève introduction aux théories de la confirmation
   - Modèles de la confirmation
   - Paradoxes de confirmation: Le paradoxe du corbeau
   - La «nouvelle énigme de l'induction» de Goodman

Carl Gustav Hempel (1905-1997)



- un des représentant principaux de l'empirisme logique
- a étudié à Göttingen, Heidelberg, Berlin (PhD 1934)
- 1937 émigration aux États-Unis
- enseignat à Chicago, au City College de New York, à Yale, Princeton, Pittsburgh
- modèle déductif-nomologique de l'explication, modèle hypothético-déductif de la confirmation

Découverte et justification: l'«inductivisme naïf»



Découverte et justification: critique de l'inductivisme naïf

Carl G Hempel (2014). *Éléments d'épistémologie*. Armand Colin. Original anglais: *Philosophy of Natural Science*, Prentice Hall (1966).

- Étapes d'une recherche scientifique selon l'«inductivisme naïf» (selon Hempel):
  1. observation et enregistrement, sans préconception théorique ni hypothèse, de tous les faits
  2. analyse et classification de ces faits
  3. dérivation des énoncés généraux par induction à partir de ces faits
  4. (contrôles supplémentaires de ces énoncés)

Inductivisme naïf

- Selon l'inductivisme naïf, l'inférence inductive est une procédure mécanique (peut-être algorithmique) qui sert à générer des énoncés généraux que l'on ne connaissait pas antérieurement.

$\Rightarrow$ problème de cette conception de la recherche: Il n'est pas possible de recueillir «tous les faits», parce que leur nombre et leur diversité sont infinis.

Inductivisme naïf

- Suffit-il de recueillir seulement des faits significatifs?
- Mais significatifs par rapport à quoi?
- «Significatifs par rapport à un phénomène»: comment peut-on savoir si un fait est vraiment significatif par rapport à un phénomène dont on ne comprend pas encore les causes et la nature?

Exemple: les tableaux de Francis Bacon

- Bacon donne des listes de cas de présence ou d'absence de chaleur (qu'il prend pour point de départ pour des généralisations inductives).
- La lumière solaire se trouve sur la liste des cas positifs, la lumière lunaire, stellaire et d'origine des comètes sur la liste des cas négatifs.
- Est-ce que la lumière solaire/lunaire est vraiment un exemple de présence/absence de chaleur?

- «Significatifs par rapport à un problème»: pas moins obscur
- Il est difficile de comprendre les points de départ selon lesquels nous devrions simplement rassembler tous les faits.

Le rôle des hypothèses

- Hempel: On ne peut qualifier de significatifs des faits ou des données empiriques que par rapport à une hypothèse donnée.
- Sans hypothèse directrice, il est inutile de recueillir des données: «Il est nécessaire de hasarder des hypothèses pour orienter une recherche.» (Hempel 2014, 40)

$\Rightarrow$ Donc l'idée naïve de Bacon de commencer une recherche par la collection et la classification, sans préconception théorique, de tous les faits significatifs n'est pas soutenable.

Données significatives

Hempel: un résultat de recherche est significatif par rapport à une hypothèse h si le fait qu'il se produise ou ne se produise pas peut être inféré à partir de h:

$$h \rightarrow e$$

«e est «donné à l'appui» de h» (anglais *evidence*)

- Il n'y a pas d'autres critères pour qualifier des énoncés de significatifs ou de non-significatifs.

Exemple: Pascal et la pression atmosphérique

- Blaise Pascal (1623-1662)
- Pascal conçut une expérience afin de confirmer ses idées sur la pression atmosphérique. Le phénomène élémentaire fut le comportement d'une colonne de vif-argent (mercure) dans un baromètre de Torricelli.

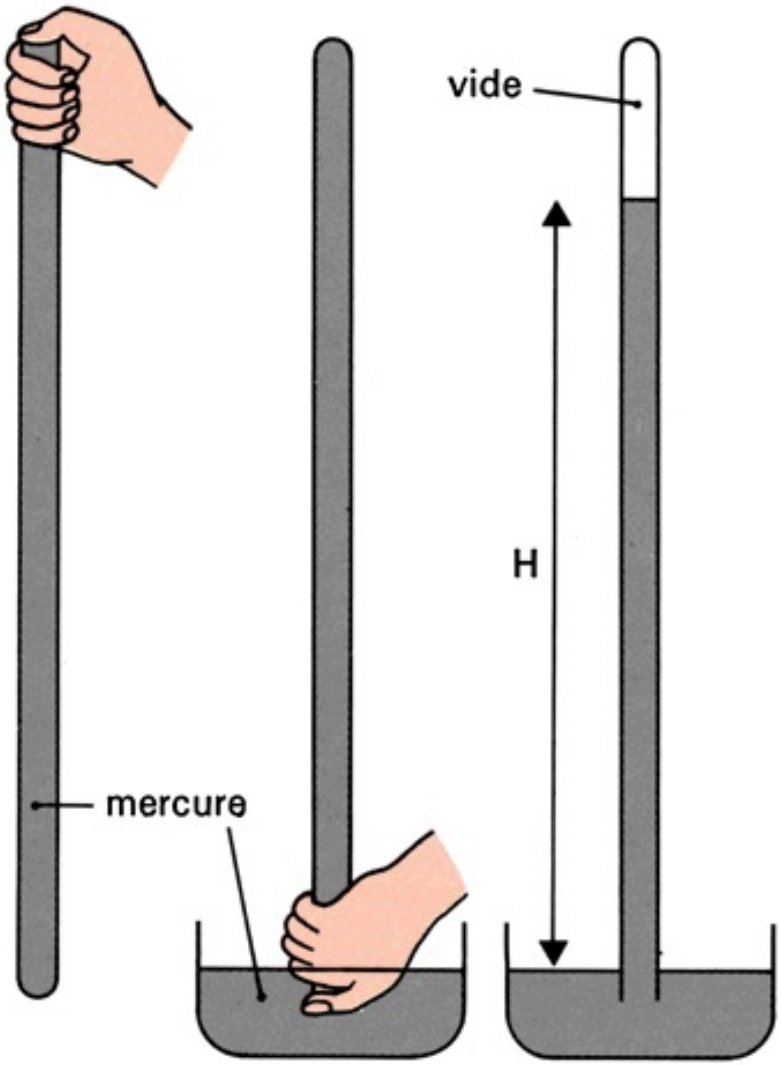
Exemple: Pascal et la pression atmosphérique

- L'explication préférée au 17e siècle du phénomène élémentaire (le fait que le mercure ne fuit pas le cylindre du baromètre) fut l'horror vacui (l'idée que la nature abhorre le vide).
- Pascal rejetait cette idée. Il conçut une explication alternative, selon laquelle la pression atmosphérique était responsable de la stabilité de la colonne de mercure.

How the barometer works (en anglais)

`https://www.youtube.com/watch?v=EkDhlzA-lwI`

Exemple: Pascal et la pression atmosphérique



L'expérience du puy de Dôme

- Pascal pria son beau-frère Florin Périer d'effectuer l'expérience suivante:
- Monter sur le puy de Dôme (Massif central, 1465m) et observer la hauteur de la colonne de mercure dans un baromètre de Torricelli. Si la théorie de la pression atmosphérique était correcte, la hauteur devrait diminuer.

Déduction de la prédiction

Reconstruction par Hempel (2014, 97):

(a) En tout lieu, la pression que la colonne de mercure qui se trouve dans la branche fermée de l'appareil de Torricelli exerce sur le mercure qui est au-dessous est égale à la pression exercée sur la surface du mercure contenu dans le récipient ouvert par la colonne d'air au-dessus de lui.

(b) Les pressions exercées par les colonnes de mercure et d'air sont proportionnelles à leurs poids; plus courtes sont les colonnes, plus faible est leur poids.

(c) Au fur et à mesure que Périer faisait monter l'appareil vers le sommet, la colonne d'air située au-dessus du récipient ouvert devenait plus courte.

(d) (Par conséquent), la colonne de mercure dans le récipient fermé a diminué régulièrement au cours de la montée.

Le raisonnement hypothético-déductif

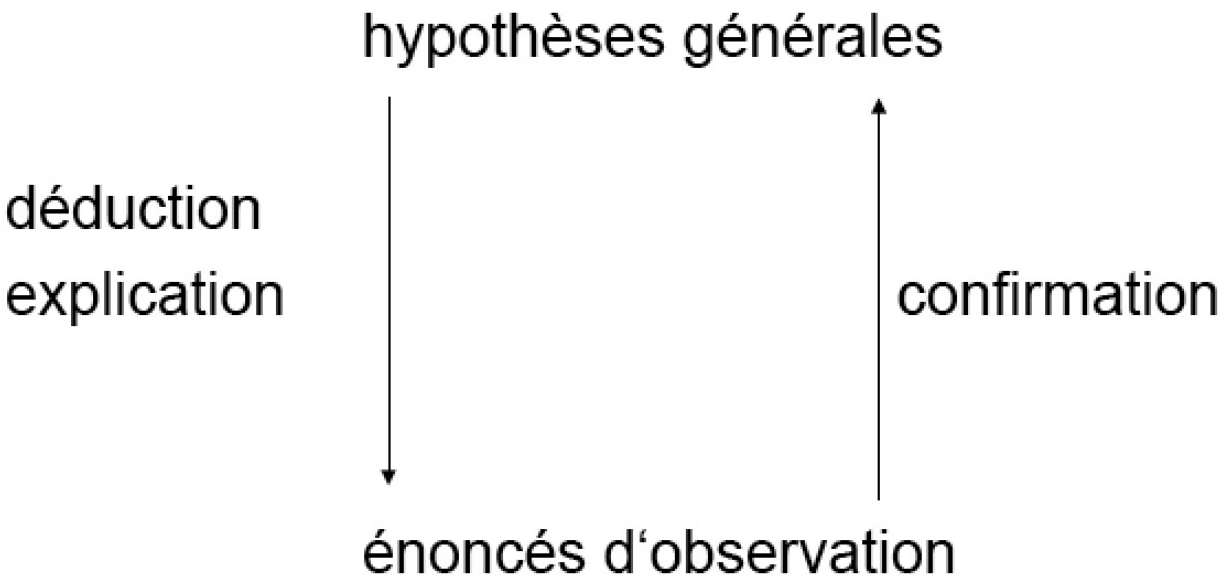
Hempel (2014, 97f):

«Ainsi formulée, l'explication est un raisonnement qui a le double effet suivant: le phénomène à expliquer, tel que le décrit la proposition (d), est exactement ce qui est prévu, compte tenu des faits explicatifs cités en (a), (b) et (c); et, bien entendu, (d) découle déductivement de ces énoncés explicatifs. Ces derniers sont de deux ordres: (a) et (b) ont le caractère de lois générales exprimant des connexions empiriques régulières alors que (c) décrit certains faits particuliers. Ainsi, le raccourcissement de la colonne de mercure est expliqué ici en montrant qu'il se produit conformément à certaines lois de la nature dans certaines conditions particulières. L'explication insère le phénomène à expliquer dans un type de régularités et montre que l'on pouvait prévoir qu'il se produirait, des lois déterminées et les conditions particulières de leur application étant réunies.»

Le raisonnement hypothético-déductif

- Les lois de la nature en conjonction avec des faits particuliers (circonstances spécifiques, conditions initiales) permettent la déduction des faits observables (généraux ou particuliers) qui servent deux buts épistémiques:
  - explication des faits déduits
  - confirmation des énoncés qui décrivent les lois générales
- Donc la procédure propre dans une recherche est de concevoir des hypothèses qui décrivent des lois générales et de déduire, à partir de ces hypothèses, des faits que l'on peut observer. Si ces faits se produisent, les hypothèses sont *ipso facto* confirmées.

Le raisonnement hypothético-déductif



Les hypothèses: d'où viennent-elles?

- Selon Hempel (et Popper), il n'existe pas de procédure mécanique pour générer des hypothèses ou des théories.
- Les théories en physique (et aussi en biologie, psychologie, sociologie etc.) sont des inventions; elles ne sont pas inférées des données empiriques.
- Afin de générer de nouvelles hypothèses, il faut un travail créateur de l'imagination, pas des règles d'induction.

Rôle de l'induction?

- L'induction ne sert pas à générer de nouvelles hypothèses ou nouvelles théories mais à les tester ou à les justifier [N.B. que «confirmation» signifie «preuve inductive»].
- Rappelez-vous de la distinction de Hans Reichenbach entre le contexte de découverte («context of discovery») et le contexte de justification («context of justification») dans le module «L'empirisme logique» (diapositives 18ff).

Reconsidération du rôle de l'induction

Question

Les méthodes d'inférence causale de Mill (par exemple) appartiennent-elles au contexte de découverte ou au contexte de justification?

- Les méthodes peuvent être utilisées pour justifier des énoncés comme «fumer cause le cancer des poumons» $\Rightarrow$ signe du contexte de justification
- Mais il semble aussi que l'on peut générer des hypothèses à l'aide de ces méthodes $\Rightarrow$ signe du contexte de découverte
- Il semble même que les méthodes ont un caractère mécanique (on peut concevoir des programmes d'ordinateur qui implémentent ces méthodes).

Reconsidération du rôle de l'induction

- Peut-être que la distinction entre contexte de découverte et justification n'est pas aussi stricte que ce que Reichenbach pensait, mais il faut noter la réserve suivante:
- Hempel admet «que l'on peut spécifier des procédures mécaniques pour «inférer» inductivement une hypothèse à partir des données déterminées dans des situations particulières et relativement simples».

Exemple: extrapolation, ou ajustement des courbes (anglais *curve fitting*)

Une courbe ajustée représente une hypothèse nouvelle, mais elle ne contient aucun terme nouveau.

Question

Les méthodes de Mill introduisent-elles de nouveaux termes?

Une brève introduction aux théories de la confirmation

- l'objectif général des théories de la confirmation: résoudre le problème de l'induction
- Plus précisément, on a vu que les predictions à propos du futur, ainsi que les généralisations universelles non-restreintes, ne sont pas logiquement impliquées par les données d'observation, car ces dernières portent toujours sur des faits particuliers du présent ou du passé.
- Néanmoins, il y a un sens suivant lequel l'observation de cygnes blancs confirme l'hypothèse selon laquelle le prochain cygne observé sera blanc et tous les cygnes sont blancs.

Caractérisation (Théories de la confirmation)

Les théories de la confirmation sont des tentatives, parfois formelles, de rendre compte d'une telle confirmation compte tenu du problème de l'induction.

Modèles de la confirmation des hypothèses scientifiques

Modèle (modèle instantiel de la confirmation inductive)

Une hypothèse de la forme «Tous les F sont G» est soutenue par ses instances positives, i.e. par les F observés qui sont aussi G.

(On appelle parfois cela la confirmation de Nicod.)

Problèmes:

- Les instances observées ne sont pas nécessaires pour le soutient inductif: inférence aux entités inobservées.
- le paradoxe du corbeau de Hempel (qu'on verra plus loin)
- la nouvelle énigme de l'induction de Goodman (qu'on verra plus loin)

Modèle (hypothético-déductivisme (Hempel))

La recherche scientifique consiste en l'invention d'hypothèses suivie par la déduction d'énoncés d'observation. Si ces énoncés se produisent, l'hypothèse est confirmée (ou corroborée), autrement elle est falsifiée (ou au moins infirmée).

Caractéristiques avantageuses:

- permet la confirmation d'hypothèses qui font appel à des entités et processus inobservables, pour autant qu'elles aient des conséquences observables
- «réduit» l'inférence inductive à des principes déductif bien mieux compris
- semble refléter de manière fidèle la pratique scientifique, c'est «the scientists' philosophy of science» [la philosophie des sciences des scientifiques] (Lipton, p. 422)

Problèmes avec le modèle hypothético-déductif

Clark Glymour (1980). *Theory and Evidence*. Princeton University Press.

1. Clark Glymour (1980), «tacking problem»:
   - Si la théorie t implique l'observation e, alors la théorie $t\&s$ implique aussi e, où s n'est importe quel énoncé.
   - Donc $t\&s$ est confirmée par e.
   - Mais s était complètement arbitraire.
2. en général: n'importe quel énoncé confirme n'importe quel énoncé
3. le paradoxe du corbeau de Hempel
4. la «nouvelle énigme de l'induction» de Goodman

Préparation: tâche de sélection de Wason

Wason, P. C. (1966). Reasoning. In Foss, B. M. (ed.). *New Horizons in Psychology*. Harmondsworth: Penguin.

Source: Wikipedia

Chaque carte comporte un chiffre sur une face et une couleur sur l'autre. Quelle(s) carte(s) faut-il retourner pour vérifier l'hypothèse selon laquelle si une carte affiche un chiffre pair sur une face, alors son opposé est bleu?

Le paradoxe du corbeau de Hempel

Carl G Hempel. Studies in the logic of confirmation I. *Mind* 54 (1945): 1-26.

Carl G Hempel. Studies in the logic of confirmation II. *Mind* 54 (1945): 97-121.

Deux principes importants de la confirmation:

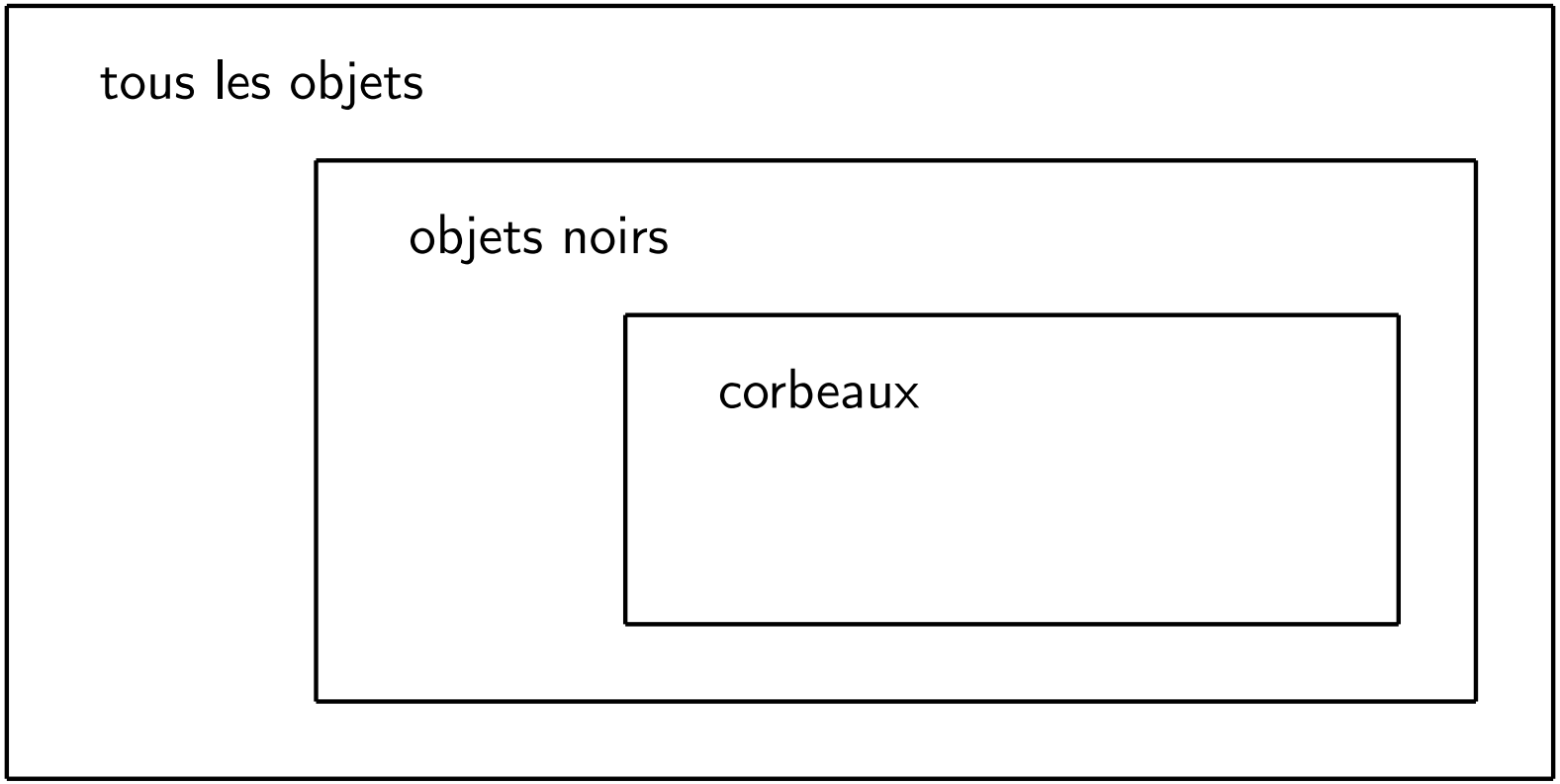
1. La condition d'équivalence: si les données e confirment l'hypothèse h_1, et l'hypothèse h_2 est logiquement équivalente à h_1, alors e confirme aussi h_2.
2. La condition d'instance: les généralisation universelles sont confirmées par leurs instances positives.

Afin d'illustrer la condition d'instance, considérez la généralisation universelle

h_1: «Tous les corbeaux sont noirs.»

Formellement, h_1 affirme: Pour tout x, si x est un corbeau, alors x est noir.
(En logique, on écrit: $\forall x(Cx \rightarrow Nx)$.)

Schématiquement:



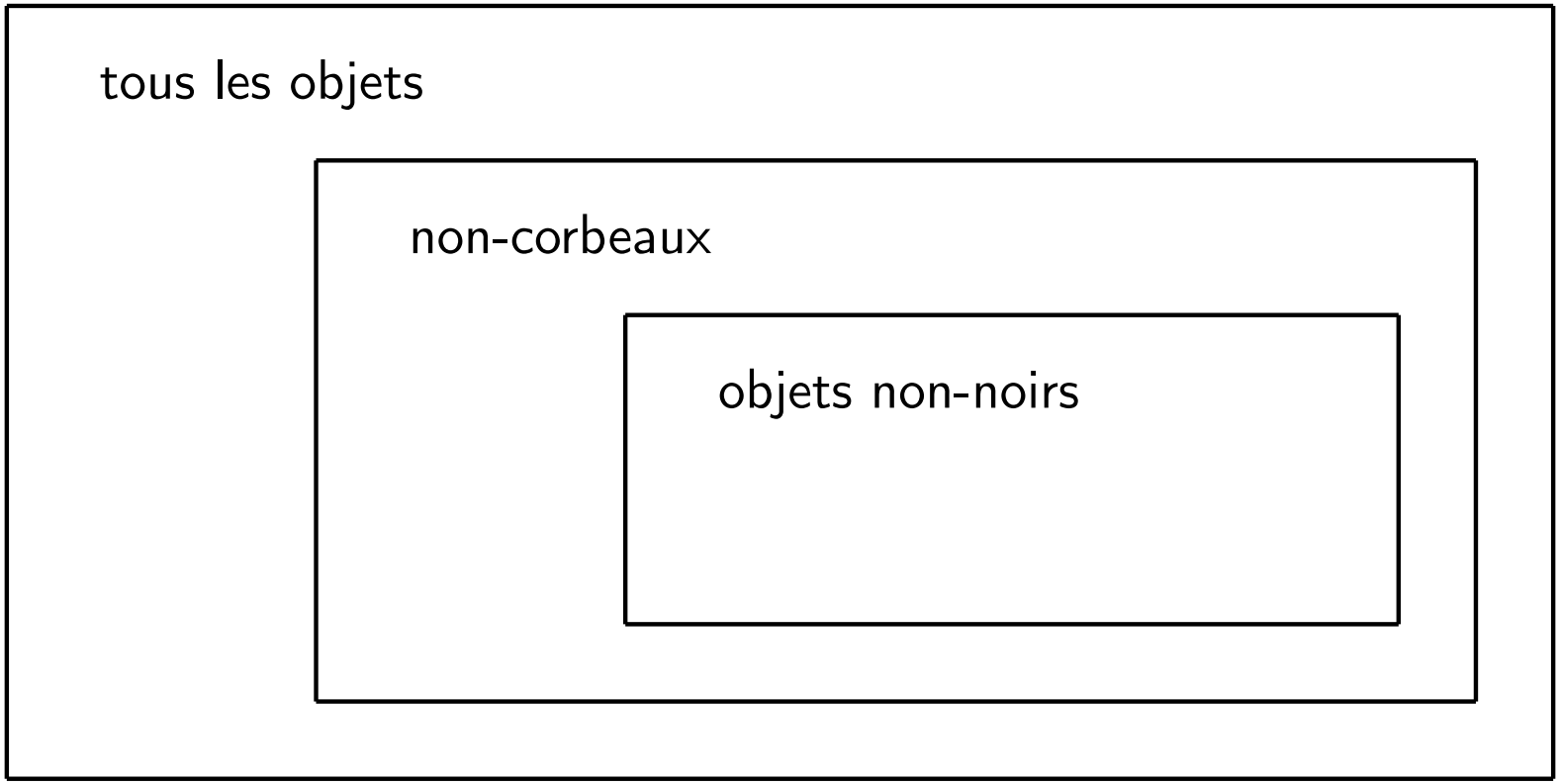
- Soit e_1 les données à l'appui du fait que l'objet a est un corbeau et que a est noir.
- Puisque l'objet a satisfait l'antécédent et le conséquent de l'hypothèse sur les corbeaux h_1, on a une instance positive de h_1.
- Par la condition d'instance donc, e_1 confirme h_1.

Considérez maintenant la généralisation

h_2: «Toutes les choses non-noires sont des non-corbeaux.»

Formellement, h_2 affirme: Pour tout x, si x n'est pas noir, alors x n'est pas un corbeau.
(En logique, on écrit: $\forall x(\neg Nx \rightarrow \neg Cx)$.)

Schématiquement:



- Soit e_2 les données à l'appui du fait que b est blanc et que b est une chaussure.
- Puisque b satisfait l'antécédent et le conséquent de h_2 — il s'agit d'une instance positive de h_2.
- Donc, par la condition d'instance, e_2 confirme h_2.
- Mais notez que h_2 est logiquement équivalente à h_1.
- Donc, par la condition d'équivalence, e_2 confirme h_1, i.e. une chaussure blanche confirme que «Tous les corbeaux sont noirs»!
- Cela signifie-t-il que l'«ornithologie de salon» est possible?

Résolutions

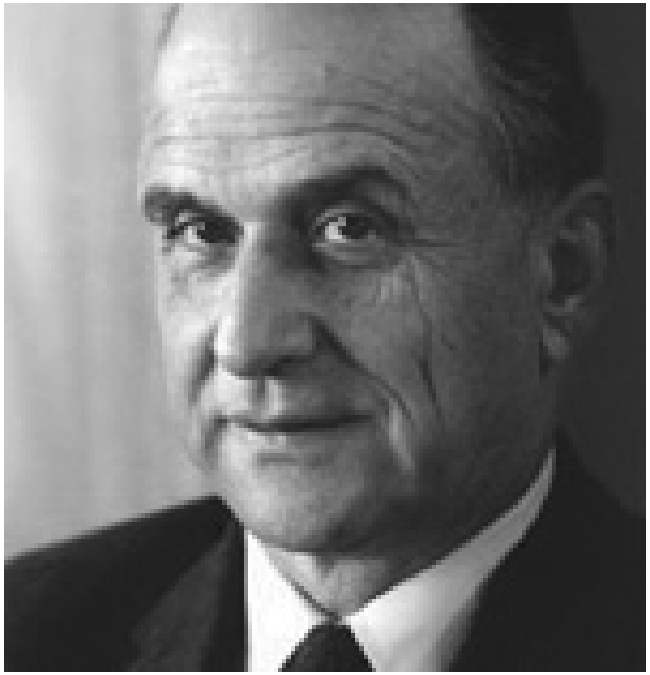
1. rejeter la condition d'équivalence; une résolution peu attrayante
2. rejeter la condition d'instance; une résolution peu attrayante, mais on pourrait la modifier...
3. h_1 à propos des corbeaux, donc e_2 ne la confirme pas vraiment $\Rightarrow$ ajouter la condition suivante (sur la pertinence du contenu de h_1): les objets doivent être des falsificateurs potentiels; les corbeaux sont des falsificateurs potentiels, mais pas les chaussures

Résolutions

4. accepter pleinement les conséquences:
   (a) Considérez h_3: «Le sel de sodium brûlé devient toujours jaune», mais les composantes chimiques en jeu brûlées ne deviennent pas jaunes, et une analyse ultérieure révèle qu'il ne s'agit pas de sel de sodium $\Rightarrow$ peut compter comme une confirmation faible, bien que la substance ne soit pas en fait un falsificateur potentiel.
   (b) Dans notre monde, l'ensemble des choses non-noires $\gg$ l'ensemble des corbeaux; e_2 épuise quelques instances et ce fait confirme un petit peu h_1; dans un monde possible avec beaucoup plus de corbeaux que d'objets non-noirs $\Rightarrow$ davantage de confirmation (réponse de Hempel)

Mais le prochain paradoxe suggère le rejet de la condition d'instance...

Nelson Goodman (1906-1998)



- a étudié à Harvard (PhD 1941)
- a enseigné à Tufts, U of Pennsylvania, Brandeis, Harvard (ses étudiants incluent Noam Chomsky et Hilary Putnam)
- contributions en esthétique, épistémologie, philosophie des sciences et philosophie du langage
- nominaliste: les propriétés n'existent pas

Nelson Goodman, *Ways of Worldmaking* (1978, x; trad.):

> *Selon lui-même, Goodman était «aux prises avec le rationalisme et l'empirisme, ainsi qu'avec le matérialisme, l'idéalisme et le dualisme, avec l'essentialisme et l'existentialisme, avec le mécanisme et le vitalisme, avec le mysticisme et le scientisme, and avec la plupart des autres doctrines en vogue.»*

La «nouvelle énigme de l'induction» de Goodman

Nelson Goodman (1955). *Fact, Fiction, and Forecast*. Harvard University Press.

Considérez l'argument suivant:

(e_1) *corbeau* a_1 & *noir* a_1
(e_2) *corbeau* a_2 & *noir* a_2
...
$(e_{10,000})$ *corbeau* $a_{10,000}$ & *noir* $a_{10,000}$

(h_1) *Tous les corbeaux sont noirs.*

Maintenant considérez l'argument alternatif suivant:

(e_1) *corbeau* a_1 & *noanc* a_1
(e_2) *corbeau* a_2 & *noanc* a_2
...
$(e_{10,000})$ *corbeau* $a_{10,000}$ & *noanc* $a_{10,000}$

(h_4) *Tous les corbeaux sont noanc.*

Affreux prédicats (*gruesome predicates*)

Le deuxième argument utilise un nouveau prédicat:

Définition (Noanc)

Un objet est noanc ssi il a été nouvellement observé avant 2037 et est noir, ou il n'a pas été nouvellement observé avant 2037 et est blanc.

Attention:

Les objets n'ont pas besoin de changer de couleur pour être noanc!

Conclusion

Si toutes les données à l'appui de e_1 à $e_{10,000}$ sont basées sur des observation faites avant 2037, alors le deuxième argument devrait être considéré aussi bon que le premier...

Résolutions

1. rejeter la condition d'instance
2. baser les prédicats dans le langage sur les «espèces naturelles»
3. seulement autoriser les prédicats «projetables», i.e. ceux qui n'ont pas besoin de référence à une époque particulière, ou ceux qui parasitent d'autres prédicats («blanc» et «noir» dans ce cas)

Problème avec la deuxième résolution:

Définition (Bloir)

Un objet est bloir ssi il a été nouvellement observé avant 2037 et est blanc, ou il n'a pas été nouvellement observé avant 2037 et est noir.

Maintenant considérez noanc et bloir comme basique et noir et blanc comme parasites...

Définition (Noir)

Un objet est noir ssi il a été nouvellement observé avant 2037 et est noanc, ou il n'a pas été nouvellement observé avant 2037 et est bloir.

Une conclusion déroutante...

La nouvelle énigme de l'induction de Goodman montre que les choses sont en fait bien pires que ce que Hume pensait:

La solution de Hume à son problème de l'induction n'explique pas que certaines formes de conjonctions constantes («blanc», «noir») donnent lieu à des attentes habituelles, alors que d'autres pas («noanc», «bloir»)...

Application: problème de l'ajustement de la courbe

Le problème des hypothèses alternatives: Loi de Boyle

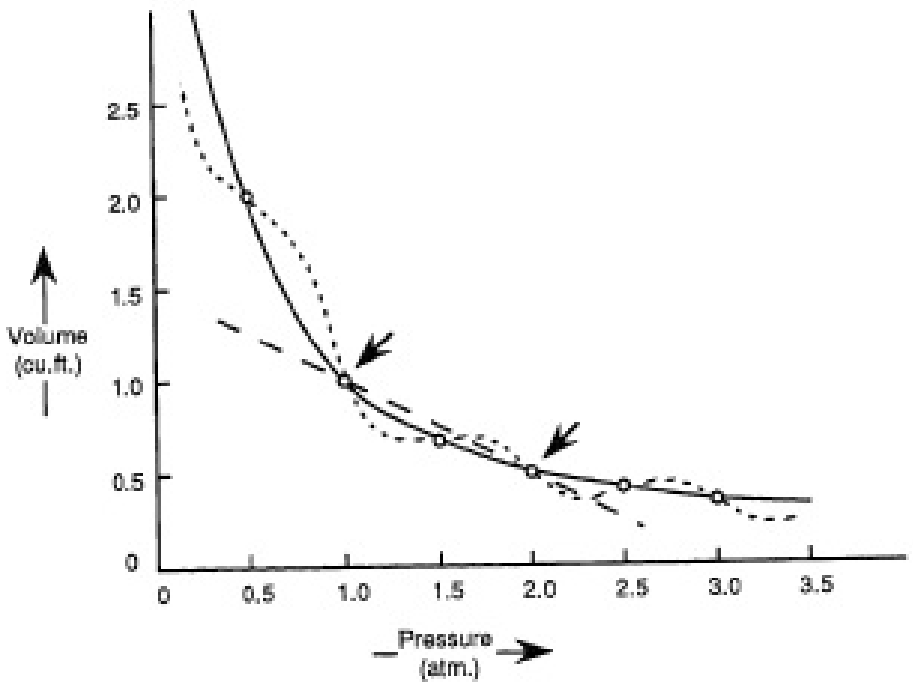


Figure: Loi de Boyle (ligne solide) et lois alternatives (de Earman & Salmon, p. 48)

$\Rightarrow$ Il y a toujours une infinité d'hypothèses mutuellement contradictoires qui correspondent aux données, mais laquelle est la mieux confirmée?

Les leçons:

- Il n'est pas possible de donner une définition purement logique du concept de confirmation; la relation «*e* confirme *h*» est une relation très subtile et complexe.
- Les conditions sous lesquelles des énoncés qui contiennent des prédicats spécifiques confirment une hypothèse doivent être cachées dans le sens (contenu) des énoncés.
- Les relations déductives entre hypothèses et faits empiriques ne suffisent pas à confirmer une théorie scientifique.

$\Rightarrow$ Donc l'hypothético-déductivisme est une théorie de la confirmation inadéquate.