

# Arguments, déduction, induction

Christian Wüthrich

<http://www.wuthrich.net/>

**BA2b Introduction à la philosophie des sciences**

Remerciements: Marcel Weber, Augustin Baas

# Plan

- ① Propositions, énoncés d'observation et théoriques
- ② Dédution et induction en général
- ③ Espèces d'induction et leurs problèmes
  - (a) Induction énumérative
  - (b) Induction éliminative
  - (c) Inférence causale
  - (d) Inférence à la meilleure explication

# Propositions singulières

## Définition

Une *proposition singulière* est une proposition concernant un individu.

- (1) Galilée observait trois lunes joviennes à Padoue le 7 janvier 1610.
- (2) Cette feuille de tournesol vire au rouge quand elle est plongée dans ce liquide.
- (3) À cet instant-là, la température au sommet du mont Blanc est en-dessous de zéro.
- (4) Un boson de Higgs a été observé en 2012 au CERN.

# Propositions universelles

## Définition

Une *proposition universelle* est une proposition concernant tous les éléments d'une classe.

- (1) Tous les cétacés possèdent des poumons.
- (2) Les planètes tournent selon des ellipses autour de leur soleil.
- (3) Quand un rayon de lumière passe d'un milieu à un autre, la direction du rayon réfracté est telle que le rapport du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de réfraction est une constante caractéristique des deux milieux. (= loi de la réfraction)
- (4) L'acide fait virer la feuille de tournesol au rouge.

## Énoncés d'observation

### Définition

*Un énoncé d'observation est la formulation, dans une langue, du résultat d'une observation empirique.*

- (1) Ce liquide fait virer la feuille (de tournesol) au rouge.
- (2) La déflexion de l'aiguille s'élève à 21 degrés.
- (3) La bille a roulé 2 mètres en 1.2 secondes.

## Énoncés théoriques

### Définition

*Un énoncé théorique est la formulation, dans une langue, des faits avancés par une théorie, souvent concernant la relation entre des entités théorique.*

- (1) Le courant se monte à 2 Ampères.
- (2) Tout changement de l'intensité du champ électrique induit un champ magnétique.
- (3) Les gènes contiennent l'information pour la synthèse des protéines.

## «Theory-ladenness»: La théorie précède l'expérience

- Selon certains philosophes des sciences (William Whewell, Thomas Kuhn, Paul Feyerabend), tous les énoncés que l'on accepte, basés sur des perceptions ou des expériences, dépendent de nos suppositions théoriques.
  - Un énoncé d'observation est toujours formulé dans un langage d'une théorie préexistante, empêchant des énoncés entièrement empiriques.
- ⇒ Donc la dichotomie traditionnelle entre énoncé d'observation et énoncé théorique est problématique.
- Mais on peut cependant distinguer différentes espèces d'énoncés qui jouent des rôles différents dans la connaissance scientifique.

# Caractéristiques générales de la déduction et de l'induction

Exemple d'une déduction: le syllogisme

- (P1) Tous les mammifères possèdent des poumons.
- (P2) Tous les cétacés sont des mammifères.
- (C) Donc tous les cétacés possèdent des poumons.



# Dédution

Substitution:

(P1) Tous les  $M$  sont  $P$ .

(P2) Tous les  $C$  sont  $M$ .

(C) Donc tous les  $C$  sont  $P$ .

# Dédution

Validité et vérité:

- (P1) Tous les poissons possèdent des poumons.
- (P2) Tous les cétacés sont des poissons.
- (C) Donc tous les cétacés possèdent des poumons.

# Dédution

Validité et vérité:

(P1) Tous les poissons possèdent des jambes.

(P2) Tous les cétacés sont des poissons.

(C) Donc tous les cétacés possèdent des jambes.

⇒ argument valide!

# Dédution

Validité et vérité:

(P1) Tous les mammifères possèdent des poumons.

(P2) Tous les cétacés possèdent des poumons.

(C) Donc tous les cétacés sont des mammifères.

⇒ argument invalide!

# Dédution

- Leçon: il faut bien distinguer la vérité des prémisses, ou même de la conclusion, et la validité de l'argument!
- En anglais, on distingue «soundness» et «validity». Un argument qui est *sound* est un argument valide dont les prémisses sont aussi vraies.
- En français, on peut dire «correct» pour *sound*.

# Dédution

- Les déductions sont caractérisées par l'impossibilité de combiner des prémisses et des conclusions tel que **toutes les prémisses sont vraies et la conclusion est fausse**.
- Impossibilité logique: en vertu de la forme logique de l'argument

# Dédution

Prémisse universelle et conclusion singulière:

- (P1) Tous les hommes sont mortels.
- (P2) Socrate est un homme.
- (C) Donc Socrate est mortel.

## Non-ampliativité

- (P1) Tous les mammifères possèdent des poumons.
- (P2) Tous les cétacés sont des mammifères.
- (C) Donc tous les cétacés possèdent des poumons.

Cette inférence valide n'est pas ampliative. Elle n'ajoute aucun contenu supplémentaire aux prémisses. Si on sait déjà que tous les mammifères possèdent des poumons et que tous les cétacés sont des mammifères, on sait aussi (peut-être d'une manière implicite) que tous les cétacés possèdent des poumons.



## Inférence inductive

- (P) Le soleil s'est levé chaque matin jusqu'à ce jour.
- (C) Donc le soleil se lèvera le matin du 20 septembre 2193.

Cette inférence est **ampliative**: l'énoncé que le soleil s'est levé chaque matin jusqu'à ce jour ne contient pas l'énoncé qu'il se lèvera le 20 septembre 2193. C'est une inférence «bonne», même si elle va au-delà de la prémisse.

Mais en vertu de quoi est-ce une inférence «bonne»?

## Inférence inductive

Substitution:

(P) Je me suis réveillé chaque matin jusqu'à ce jour.

(C) Donc je me réveillera le matin du 20 septembre 2193.

Cette inférence là n'est pas «bonne», bien qu'elle ait la même forme!

## Inférence matérielle

(A) Il a plu, donc les rues sont mouillées.

- La qualité de l'inférence dépend du contenu des deux propositions de (A), et donc c'est une **inférence matérielle**.
- Par contraste: inférence déductive

(P1) Tous les snarks sont blerts.

(P2) Henri est un snark.

(C) Donc Henri est blert.

⇒ La validité de l'inférence est indépendante du contenu des propositions. C'est une affaire purement **formelle**.

# Dédution et induction

## Inférences déductives:

- non-ampliatives
- infaillibles
- formelles

## Inférences inductives:

- ampliatives
- faillibles
- matérielles

## Connexion nécessaire entre faillibilité et ampliativité

Si une inférence apporte un nouveau contenu, celui-ci est une **source d'erreur** potentielle. C'est pourquoi l'inférence déductive doit être non-ampliative. Par contraste, c'est le but propre de l'inférence inductive de **générer du nouveau contenu**, donc elle **doit** être ampliative. Mais cette ampliativité n'est pas gratuite; le prix est la **faillibilité**.

## Espèces d'induction et leurs problèmes

- (a) Induction énumérative
- (b) Induction éliminative
- (c) Inférence causale
- (d) Inférence à la meilleure explication (abduction)

## David Hume: le problème de l'induction



## David Hume: le problème de l'induction





## David Hume: le problème de l'induction

Hume, *Enquêtes*, Section V

- relations d'idées vs. état de faits
- relation d'idées: peuvent être connues indépendamment de l'observation, espace abstrait de la logique et des mathématiques, toute croyance analytique *a priori*
- états de faits: tous ce qui n'est pas une relation d'idées, concerne l'existence matérielle, connaissance synthétique
- Les états de faits peuvent être observés (e.g. «Il y a un bureau ici»), ou inobservés (e.g. «Le soleil se lèvera demain»).
- Afin de connaître un état de fait au-delà de ce qui nous est directement donné par l'expérience sensitive, on doit employer le raisonnement inductif.

- Les inférences inductives dépendent d'un «principe d'uniformité de la nature»: le passé est un guide fiable à propos du futur.
- Selon Hume, un tel principe ne peut pas être justifié; sa justification rationnelle, s'il en avait une, pourrait prendre deux formes différentes:
  - 1 Un raisonnement démonstratif *a priori*; mais le futur ne dépend pas logiquement du passé car il est concevable que le futur ne ressemble pas au passé; on ne peut donc pas fonder l'induction sur le raisonnement *a priori*.
  - 2 Un raisonnement inductif: nos succès passés dans l'utilisation de l'inférence inductive garantissent nos inférences inductives vers le futur; raisonnement circulaire!
- Conclusion: les pratiques inductives n'ont pas de fondement rationnel.

## (a) Induction énumérative

(1)  $Fx_1 \wedge Gx_1$  [ $x_1$  est  $F$  et  $x_1$  est  $G$ ]

(2)  $Fx_2 \wedge Gx_2$

⋮

(n)  $Fx_n \wedge Gx_n$

$\therefore \forall x(Fx \rightarrow Gx)$  [tous les  $x$  qui sont  $F$  sont aussi  $G$ ]

[Induction complète: s'il n'y a pas d'autres  $x$  (une forme de déduction employée dans la mathématique)]

## (b) Induction éliminative

$$(1) h_1 \rightarrow e$$

$$(2) h_2 \rightarrow e$$

$$(3) h_3 \rightarrow \neg e$$

$$(4) \neg e$$

$$\therefore h_3$$

Elimination d' $h_1$  et  $h_2$  par **modus tollens** (dédution):

$$(1) p \rightarrow q$$

$$(2) \neg q$$

$$\therefore \neg p$$

- Se transforme en une espèce de déduction si on ajoute une **prémisse disjonctive**  $h_1 \vee h_2 \vee h_3$
- Dans les sciences empiriques, il est normalement impossible de prouver une telle disjonction complète. C'est pourquoi **Pierre Duhem** argumentait que des expériences cruciales baconiennes sont impossibles:

## Pierre Duhem (1861-1916)

*La théorie physique: son objet, sa structure* (1906)

«Voulez-vous obtenir, d'un groupe de phénomènes, une explication théorique certaine, incontestable? Énumérez toutes les hypothèses qu'on peut faire pour rendre compte de ce groupe de phénomènes; puis, par la contradiction expérimentale, éliminez-les toutes, sauf une; cette dernière cessera d'être une hypothèse pour devenir une certitude.»

## Pierre Duhem (1861-1916)

*La théorie physique: son objet, sa structure* (1906)

«Entre deux théorèmes de Géométrie qui sont contradictoires entre eux, il n'y a pas place pour un troisième jugement; si l'un est faux, l'autre est nécessairement vrai. Deux hypothèses de Physique constituent-elles jamais un dilemme aussi rigoureux?»

## Pierre Duhem (1861-1916)

*La théorie physique: son objet, sa structure* (1906)

«Oserons-nous jamais affirmer qu'aucune autre hypothèse n'est imaginable? La lumière peut être une rafale de projectiles; elle peut être un mouvement vibratoire dont un milieu élastique propage les ondes; lui est-il interdit d'être quoi que ce soit d'autre?»



## Pierre Duhem (1861-1916)

*La théorie physique: son objet, sa structure* (1906)

«La contradiction expérimentale n'a pas, comme la réduction à l'absurde employée par les géomètres, le pouvoir de transformer une hypothèse physique en une vérité incontestable; pour le lui conférer, il faudrait énumérer complètement les diverses hypothèses auxquelles un groupe déterminé de phénomènes peut donner lieu; or le physicien n'est jamais sûr d'avoir épuisé toutes les suppositions imaginables; la vérité d'une théorie physique ne se décide pas à croix ou pile.» (p. 288-289)

## (c) Inférence causale

- Exemple: corrélation entre fumer et le cancer du poumon
- Comment peut-on savoir si c'est l'activité de fumer qui cause le cancer du poumon?
- Peut-être qu'il y a un gène qui ne cause pas seulement le cancer mais aussi le comportement addictif!
- L'inférence des **relations causales** à partir des **corrélations pures** est le problème central de l'inférence causale.

## John Stuart Mill (1806-1873)

*A System of Logic: Ratiocinative and Inductive*, 1843

Cinq méthodes d'inférence causale:

- 1 La méthode de **concordance** (*method of agreement*)
- 2 La méthode de **différence** (*method of difference*)
- 3 La méthode combinée de **concordance et de différence** (*joint method of agreement and difference*)
- 4 La méthode des **résidus** (*method of residues*)
- 5 La méthode des **variations concomitantes** (*method of concomitant variations*)

## La méthode de différence

«Si un cas dans lequel un phénomène se présente et un cas où il ne se présente pas ont toutes leurs circonstances communes, hors une seule, celle-ci se présentant seulement dans le premier cas, la circonstance par laquelle seule les deux cas diffèrent est l'effet, ou la cause, ou partie indispensable de la cause, du phénomène.» (p. 430)

## La méthode de différence

«Par la méthode de concordance, il s'agissait d'obtenir des cas qui concordent dans la circonstance donnée, mais différent dans toute autre. Dans la méthode de différence il faut, au contraire, trouver deux cas qui, semblables sous tous les autres rapports, diffèrent par la présence ou l'absence du phénomène étudié. S'il s'agit de découvrir les effets d'un agent  $A$ , il faut prendre  $A$  dans quelques groupes clé circonstances constatées, comme  $ABC$ , et ayant noté les effets produits, les comparer avec l'effet des autres circonstances  $BC$  quand  $A$  est absent.» (p. 429)

## La méthode de différence

«Si l'effet de  $ABC$  est  $abc$ , et l'effet de  $BC$ ,  $bc$ , il est évident que l'effet de  $A$  est  $a$ . De même, si, commençant par l'autre bout, on veut déterminer la cause d'un effet  $a$ , il faut choisir un cas comme  $abc$ , dans lequel l'effet se produit, et les antécédents étaient  $ABC$ , et se mettre en quête d'un autre cas dans lequel les circonstances restantes  $bc$  se présentent sans  $a$ . Si dans ce dernier cas les antécédents sont  $BC$ , on sait que la cause de  $a$  doit être  $A$ ,  $A$  seul ou joint à quelqu'une des autres circonstances présentes.» (p. 429)

## La méthode de différence

Conditions antécédents	phénomènes
$ABC$	$a$
$BC$	$\neg a$

⇒ Conclusion:  $A$  est la cause (ou une cause partielle) de  $a$

## La méthode de différence

«Il n'est guère besoin de donner des exemples d'un procédé logique auquel nous devons presque toutes les conclusions inductives que nous tirons, à tout instant dans la vie.

Lorsqu'un homme est frappé au coeur par une balle, c'est par cette méthode que nous connaissons que c'est le coup de fusil qui l'a tué, car il était plein de vie immédiatement avant, toutes les circonstances étant les mêmes, sauf la blessure.» (p. 429f)



## La méthode de différence

### Un autre exemple

Afin de déterminer l'efficacité d'une substance pharmacologique, on compare deux groupes très variés: l'un reçoit la substance et l'autre un placebo.

## Questions critiques

- Les méthodes de Mill sont-elles absolument fiables?
- À quelles conditions les méthodes de Mill fonctionnent-elles?
- Comment peut-on contrôler le risque des facteurs confondants?

## (d) Inférence à la meilleure explication

«Inference to the best explanation» (IBE), aussi appelée «inférence abductive»

La règle méthodologique IBE:

Étant donné un ensemble d'hypothèses alternatives, il faut choisir celle qui fournit la meilleure explication des phénomènes en question.

## Un exemple: Dr. House et la méthode de diagnostique différentiel

- Un patient présente une série des symptômes. House et son équipe composent une liste de maladies pour lesquelles ces symptômes sont typiques, par exemple, lupus, péricardite, cancer du poumon, etc.
- Puis, House choisit la maladie qui explique tout les symptômes et exclusivement les symptômes présents.
- Celle-ci est la meilleure explication.
- House demande des tests (= symptômes additionnels)
- ...

## Explications vs. explications potentielles

Peter Lipton, *Inference to the Best Explanation*, 2nd ed. 2004

- **Peter Lipton**: Il faut distinguer entre les explications et les explications potentielles. Une explication potentielle rend un fait ou un phénomène compréhensible. Une explication est une explication potentielle qui est aussi vraie.
- Il faut aussi distinguer entre la «likeliest explanation» et la «loveliest explanation».
- la «likeliest explanation»: l'explication qui est la plus probable.
- la «loveliest explanation»: l'explication qui fournit le plus de compréhension.

- Selon Lipton, la règle IBE doit être reconstruite comme **Inference to the loveliest potential explanation**.
- Si on suggérait que la règle IBE infère l'explication la plus **probable** (likeliest explanation), cela serait comme une recette de dessert qui commence par: «faire un soufflé»
- L'idée de l'IBE est qu'on utilise la «loveliness» comme **indicateur** de «likeliness» (et donc de vérité).

## Problèmes de l'IBE

- ① Compréhension: une guide fiable par rapport à la vérité ou un indicateur de la probabilité des hypothèses?
  - ② Bas van Fraassen (*The Scientific Image*, 1980): l'argument du mauvais échantillon
- ⇒ La meilleure explication peut toujours être la meilleure d'un mauvais échantillon. Même s'il est possible de classer un ensemble d'hypothèses selon leur valeur explicative, on ne sait pas vraiment si la meilleure hypothèse est vraie.