

Espèces naturelles, profil causal et constitution multiple

Max Kistler
Université Paris 1
IHPST

(Institut d'histoire et de philosophie des
sciences et des techniques)

Séminaire « Articulations du réel »,
Collège de France, 9 mars 2021

Plan

1. Métaphysique descriptive/
métaphysique des sciences.
2. Propriétés naturelles : bases
causales de dispositions.
3. Espèces naturelles (EN - *Natural
Kinds*) : profil causal.
4. Critique du microstructuralisme
pour les EN : multiconstituabilité.

1. Métaphysique descriptive/ métaphysique des sciences

Deux façons de concevoir le projet
de déterminer :

1. s'il existe des propriétés
naturelles et des espèces
naturelles et si oui, lesquels et
2. ce qui détermine leur identité.

« Métaphysique descriptive » (Strawson)

- Objectif : rendre explicite la structure du concept d'espèce naturelle qui fait partie du sens commun et qui trouve son expression dans le langage ordinaire.
- Analyse de la sémantique des termes d'espèce naturelle des langues naturelles (« or », « eau », « tigre »).
- Comment le locuteur compétent d'une langue naturelle conçoit-il la signification/référence des termes d'espèce naturelle qu'il utilise ?

- Métaphysique descriptive : traditionnellement conçue comme « philosophie de fauteuil » (*armchair* – Frank Jackson 1998).
- Méthode : analyse des intuitions du philosophe lui-même.
- Cependant, ces intuitions peuvent être « naturalisées » par les sciences cognitives : psychologie (Ahn et al. 2001) et anthropologie (Sousa et al. 2002).
- Le sens commun considère implicitement les EN comme **des ensembles d'objets qui partagent une essence cachée.**

- Cette première façon de concevoir la tâche d'une analyse philosophique du concept d'espèce naturelle se distinguer d'une seconde :
- la métaphysique des sciences.

métaphysique des sciences

- ne vise pas le contenu des concepts naïfs (« *folk* ») d'EN.
- Objectif : découvrir ce que sont réellement les EN
- en examinant les concepts d'EN utilisés dans les sciences.

Critères scientifiques d'existence et d'identité ?

Critère de l'existence d'une entité de type T : T joue un rôle (indispensable) dans une science.

“... identifying those features of the theory that are deemed to be responsible for its success” (Steven French 2014, p. 43)

(EX) Un type T d'entité (type de substance, d'individu ou de propriété) existe si une science fait référence à T dans ses lois ou modèles, tels qu'ils sont utilisés pour générer des explications et des prédictions.

2. Appliquer (**EX**) aux propriétés naturelles

Dans les sciences qui représentent des généralisations nomologiques (=lois de la nature) sous forme d'équations, les symboles qui ne représentent pas des nombres ou des relations logiques ou mathématiques, représentent en général des propriétés naturelles.

La propriété de porter une charge électrique élémentaire existe

← un symbole « q » le représentant figure dans les lois de la physique.

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E}$$

(Les variables en gras représentent des vecteurs ; les autres variables sont des scalaires.)

Existence indépendante de la réductibilité

La justification de l'existence de X sur la base de la présence d'un symbole représentant X dans les énoncés de loi est **indépendante de la réductibilité** de la loi.

La charge électrique pourrait être fondamentale : si au moins certaines lois qui portent sur la charge sont irréductibles.

Mais la conductivité g_K des membranes des fibres musculaires pour les ions K^+ **n'est pas irréductible.**

(explication réductrice des lois caractérisant g_K)

Objection

- Objection : « q » ne représente aucune propriété – « q » est une abréviation pour « F/E ».
 - (cf. béhaviorisme en philo de la psychologie)
 - Réponse (qui motive une grande partie de la suite) :
 - le fait que q figure dans de **nombreuses** lois et non dans une seule : incompatible avec le fait que « q » ne soit qu'une abréviation pour F/E.
- argument pour l'existence de la charge.

3 lois portant sur q (charge électrique élémentaire)

1. $F = qE$

2. $F = k_e \cdot \frac{q \cdot q^*}{r^2}$ force de Coulomb

3. $F = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ force de Lorentz

La charge électrique q donne à un objet x de **nombreuses dispositions** (1 pour chaque loi).

1. disposition à être soumis à force $\mathbf{F}=q\mathbf{E}$ si x était en \mathbf{E} .

2. disposition à attirer un deuxième objet portant charge q^* avec

$$F = k_e \cdot \frac{q \cdot q^*}{r^2} \quad (\text{force de Coulomb}).$$

3. disposition à être soumis à force $\mathbf{F}= q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ (force de Lorentz) si x se déplaçait avec \mathbf{v} dans \mathbf{B} .

Inférence à la meilleure explication
→ existence de propriétés naturelles

- Les 3 dispositions correspondantes aux lois mentionnées ci-dessus sont **inséparables**.
- Aucun objet n'a seulement une ou deux de ces dispositions.
- Explication : les dispositions vont ensemble parce qu'elles découlent toutes d'une **base causale** (Prior, Pargetter et Jackson 1982) **commune** = propriété naturelle.

Postulat de l'existence de propriétés naturelles
justifié par les critères de construction des
théories :

1. Inférence à la meilleure explication unificatrice.

Ex : Charge électrique $q =$

propriété qui contribue de manière causale aux
manifestations M_i (correspondant à des
dispositions différentes) dans des circonstances
 T_i .

2. Fécondité

suggère de nouvelles hypothèses expérimentales.

L'ensemble des lois caractérisant une propriété naturelle détermine également son **identité**.

La différence entre deux propriétés ne peut provenir que d'un rôle différent dans des lois.

(ID) Identité d'une propriété naturelle P : déterminée par l'ensemble de lois qui portent sur P et la position que P occupe dans ces lois (par l'ensemble de dispositions qu'elle donne aux objets qui la possèdent = son **profil dispositionnel**).

(Shoemaker 1980 ; Mellor 2012)

Propriété naturelle =

pouvoir (*power*) =

disposition « à voies multiples » (*multi-track*)

Objection (Alexander Bird) contre les « dispositions multi-track » fondamentales

- x a la disposition « pure » D (*single-track*/« à voie unique ») :

(Dx et Tx) $\square \rightarrow$ Mx.

- Dispositions « impures » (*multi-track*) liées à toute une série de conditions :

Pour tout i [(Dx et T_ix) $\square \rightarrow$ M_ix].

- « Nous n'avons pas besoin de poser des dispositions fondamentales à voies multiples » (Bird 2007, p. 23/4)
- car toutes les dispositions à voies multiples sont équivalentes à des **conjonctions de dispositions à voie unique**.

Réponse 1

Une propriété naturelle théorique telle que la charge électrique **n'est pas identique à la conjonction** de ses dispositions caractéristiques (une pour chaque loi dans laquelle figure la charge) :

Une propriété théorique fournit une **explication unificatrice** de l'ensemble de dispositions.

Cela **explique** (contrairement à la thèse de la conjonction) **pourquoi** l'ensemble des dispositions est **inséparable**.

Réponse 2 : il est douteux qu'il existe des dispositions « pures ».

- Une propriété ne peut donner lieu à une disposition « pure » que si elle ne figure que dans une seule loi.
- Mais : le postulat d'une telle propriété serait superflu. Si q ne figurait que dans la loi $\mathbf{F}=q\mathbf{E}$, on pourrait considérer q comme abréviation de F/E .
- Les propriétés théoriques scientifiques apparaissent dans **plusieurs** lois.

3. Espèces naturelles

EN : Catégorie métaphysique héritée de la **substance seconde** aristotélicienne.

Justification analogue à celle des propriétés naturelles.

Une EN est un ensemble d'objets ou d'échantillons de substance qui se ressemblent à certains égards = qui partagent certaines propriétés naturelles.

(ex : électrons, ions K^+ , canaux ioniques dans la membrane des fibres musculaires qui sont perméables aux ions K^+)

Espèces naturelles **fondamentales**
(électrons) : **ressemblance parfaite** =
partage de **toutes** les propriétés
intrinsèques.

Ensemble de propriétés qui sont associées
de manière régulière :

- « cluster stable de propriétés » (Slater 2014).
- « Structure causale de propriétés » (Lemeire 2020).

EN non fondamentales : ressemblance partielle.

Ions K^+ d'**isotopes différents** appartiennent à la **même EN** parce qu'ils **partagent** le nombre de protons et leur configuration électronique,

mais **diffèrent** à l'égard du nombre de neutrons:

^{39}K et ^{40}K ont 19 protons,

mais ^{39}K a 20 neutrons alors que ^{40}K en a 21.

EN : postulat métaphysique

- EN = sous-jacent à un ensemble de propriétés (et aux dispositions qui correspondent à ces propriétés).
- **Explique pourquoi ces propriétés sont inséparables.**
- Analogue au cas des propriétés naturelles :
- leur postulat permet d'expliquer pourquoi un ensemble de dispositions est inséparable.

EN biochimiques = fonctions?

Réduction en termes **d'un rôle fonctionnel ?**

Relation EN – rôle fonctionnel est complexe :

- 1. une EN peut avoir plusieurs fonctions, et**
- 2. différentes EN peuvent avoir la même fonction.**

relation EN biochimique - fonction n'est pas 1:1

1. Certaines EN (p.ex. protéines) sont
« **multitâche** » = ont plusieurs
fonctions.

Protéines « clair de
lune » (« *moonlighting* »).

(Métaphore de l'emploi secondaire
qu'on fait de nuit.)

Cristallines

1. Fonction dans le cristallin de l'oeil des vertébrés : donne propriétés réfractives et transparence.
2. Fonction de la cristalline α B : sert de « protéine de choc thermique » (*heat shock protein*, De Jong et al. 1993) - protège les cellules de températures élevées et autres facteurs de stress physiologique.
3. Les cristallines agissent comme enzymes (Saibil 2013).

- L'identité d'une EN n'est pas déterminée par une seule **fonction**.
- **Thèse** : pourtant, les EN sont des « espèces **dispositionnelles** ».
- L'identité d'une EN est déterminée par un **ensemble de dispositions = son profil causal/dispositionnel**.

EN = “power” = pouvoir

- EN : Postulat métaphysique → **explication unificatrice de l’inséparabilité d’un ensemble de propriétés/dispositions/fonctions.**
- A un moment donné, seule une **partie** de ces dispositions est **manifeste**,
- seule une **partie** de celles qui sont manifestées **est connue.**
- Chaque **fonction** d’une EN biologique correspond à l’une de ses dispositions.

- EN biologique : nombre de fonctions n'est pas fixe.
- Evolution : une protéine peut acquérir de nouvelles fonctions, et perdre d'autres.
- Etant donné cette possibilité, il faut les concevoir comme des entités qui sont logiquement indépendantes de leurs fonctions actuelles.

Seconde raison pour laquelle la relation entre EN biochimiques et fonctions n'est pas 1:1.

2. fonctions biologiques sont souvent « multiréalisées » par différentes EN.

Un rôle peut être joué par plusieurs EN.

- Cela s'explique par « l'évolution convergente » (Buller and Townsend 2013).
- Exemples: ailes, yeux, opsines (Aizawa 2013 - protéines qui absorbent la lumière dans les cônes et les bâtonnets de la rétine).

Objection : parcimonie → « analyser » le concept d'EN ? (« *analyse away* »)

- “Natural kinds are a superfluous ontological addition. An ontology of properties alone will suffice to determine natural classifications” (Tobin 2013, p. 175; cf. Armstrong 1997, Bird 2007).
- Les EN ne contribuent rien aux explications scientifiques, outre 1) un ensemble de propriétés et 2) les lois ou mécanismes qui assurent leur interdépendance.

Ex : pas besoin de postuler l'existence de l'EN des ions K^+ , outre les propriétés naturelles

1. d'être un atome avec un noyau à 19 protons et

2. une configuration d'électrons caractéristique d'un atome à 18 électrons.

Une fois la réduction achevée, on peut (en principe) **éliminer** les occurrences des expressions qui font référence aux ions K^+ .

Réponse 1: Existence indépendante de la réduction

1. Existence des ions K^+ **justifiée par son rôle dans les explications** biochimiques et biophysiques, p.ex. du mécanisme du potentiel d'action.
2. La question de savoir si cette explication est réductible est une question indépendante.
En outre, la **réduction est un argument pour (et non contre !) l'existence** d'une EN.

Réponse 2 : EN **fondamentales** ne peuvent pas être réduites en termes de mécanismes

- On **ne** peut expliquer de manière **mécaniste** **que** des systèmes et objets **complexes** parce que l'explication mécaniste fait référence aux **parties** et aux interactions entre les parties.
- Les électrons (EN fondamentale) n'ont pas de parties
- → il ne peut y avoir d'explication **mécaniste** **pourquoi** charge, masse et spin des électrons sont inséparables.

Réponse 3 : **Toutes les EN sont ou bien fondamentales ou bien ont des EN fondamentales dans leur base de réduction.**

→ Catégorie métaphysique des EN reste indispensable.

- P.ex. : Etant donné que la réduction du concept d'ion K^+ mentionne des EN fondamentales :
- Protons, neutrons, and électrons,
- La réduction de l'EN des ions K^+ a une structure d'EN plus fondamentales **ne mène pas à l'élimination des EN** en tant que catégorie métaphysique.

4. Microstructuralisme au sujet des EN

- **Thèse rivale au**
« fonctionnalisme » (thèse défendue ici) :
identité d'une EN est déterminée par un
profil dispositionnel/fonctionnel.
- **Microstructuralisme** : théorie plus simple
de l'identité d'une EN =
- “... membership of that kind is conferred
by microstructural properties” (Hendry
2006, p. 865).

- Robin Hendry : cette thèse est plausible au moins pour les éléments chimiques, mais aussi pour les substances complexes comme l'eau.
- EN = ce qui est sous-jacent au profil causal d'une protéine.
- Selon le microstructuralisme, c'est id. à une structure microscopique = ensemble des composants atomiques et leur configuration.

Microstructuralisme au sujet des EN

“(IDENT) Necessarily, a sample of a chemical substance A is of the same chemical substance as B **if and only if** A and B have the same microstructural composition.” (Tahko 2015, online p. 7; my emphasis).

C’est un **biconditionnel**.

- 1ère direction : « Si A et B ont la même composition microstructurale, alors tous les échantillons de A et de B appartiennent à la même EN chimique. »
- **Conséquence du physicalisme et de la survenance (*supervenience*)** des propriétés des objets complexes par rapport aux propriétés de leurs composants.
- Ex : structure tertiaire (et quaternaire) d'une protéine (et donc son profil causal = l'ensemble de ses dispositions) est une conséquence de sa structure primaire.

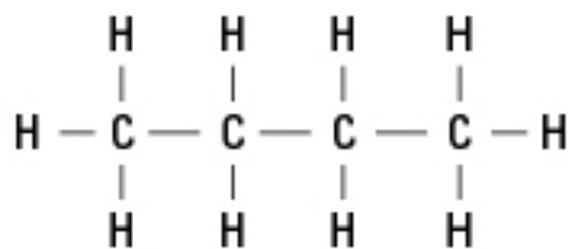
Mauvaise objection à la 1^{ère} direction

Isomères : butane et isobutane (C₄H₁₀)

Structural formulas

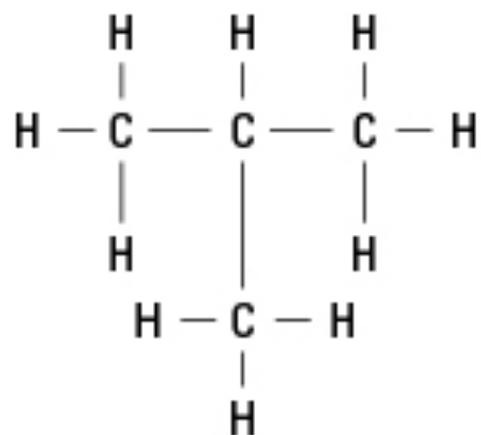
Molecular
formulas

Butane



C_4H_{10}

Isobutane



C_4H_{10}

- Mêmes **composants** mais types différents de molécules.
 - Mais : **structure** inclut aussi les relations entre les composants : **ensemble des liaisons**.
- **Isomères ne sont pas un contre-exemple** à la thèse selon laquelle la structure microscopique d'une molécule détermine son type chimique.
- **Impossible** : même microstructure et types différents de molécules.

L'autre direction du biconditionnel est faux

Pas de relation 1:1 entre EN (identifiée par profil causal)

et microstructure (=ensemble de composants+liaisons).

- **Il est faux de dire que**
 - « si A et B sont des échantillons de la même EN chimique, alors A et B ont la même microstructure ».
 - **Une EN** (= profil causal) peut être déterminée par **différentes** microstructures.
- Thèse microstructuraliste est fausse.

« **Multiconstituabilité** » (Gillett 2013) (sorte de « multirealisabilité ») entre

1. (le type de) molécule en tant que tout (dont l'identité est déterminée par profil fonctionnel) (protéines: profil causal déterminé par structure tertiaire et quaternaire) et
2. Ensemble de composants atomiques et leurs liaisons (protéines: structure primaire).

Multiconstituabilité de l'hémoglobine

Plusieurs structures microscopiques → même substance.

Le profil fonctionnel est déterminé par une **partie seulement** de la structure microscopique.

9 acides aminés dans la structure primaire des molécules d'hémoglobine :

“highly conserved amino acid residues in hemoglobins” (Anandhi 2014, p. 3-34).

Des variations à d'autres sites en dehors de ces 9 ne modifient pas le profil fonctionnel de la molécule (Ota et al. 1997).

Conclusion 1

- Critère d'**existence** de propriétés **naturelles** : rôle dans les lois ; pour les **EN** : rôle dans les explications.
- **Identité** d'une EN déterminée par ensemble de lois/dispositions: **profil causal**.
- EN biochimiques : certaines de leurs dispositions correspondent à des fonctions.
- EN = postulat théorique pour expliquer pourquoi certaines **propriétés et dispositions** sont **inséparables**.

Conclusion 2

Critique du microstructuralisme pour les EN chimiques :

Correct (physicalisme et survenance) : Si 2 échantillons A et B partagent la même microstructure, alors A et B appartiennent à la même EN.

Incorrect : conditionnel **inverse**.

- Il est **faux** de dire que : si A et B appartiennent à la même EN chimique, ils partagent la même microstructure (ensemble de composants et leurs relations).
- EN biochimiques (p.ex. protéines) sont **multiconstituées** :
- 2 molécules avec microstructures différentes peuvent appartenir à la même EN biochimique.

- M. Kistler, « Espèces naturelles, profil causal et constitution multiple », *Lato sensu*, Vol. 3, No 1 (2016), p. 17-30.

<https://ojs.uclouvain.be/index.php/latosensu/article/view/3153>

- M. Kistler, « Natural Kinds, Causal Profile and Multiple Constitution », *Metaphysica* 19 (2018), p. 113–135.
- <https://mkistler47.wixsite.com/maxkistler/>
- <http://max.kistler.free.fr/>

Bibliographie

- W-K Ahn, C. Kalish, S.A. Gelman, D.L. Medin, C. Luhmann, S. Atran, J.D. Coley, P. Shafto (2001), Why essences are essential in the psychology of concepts, *Cognition* 82, p. 59-69.
- K. Aizawa, (online) The Massive Multiple Realization of Psychology Properties.
- K. Aizawa and C. Gillett (2009), The (Multiple) Realization of Psychological and other properties in the Sciences, *Mind and Language* 24, p. 181-208.
- K. Aizawa (2013), Multiple realization by compensatory differences, *Euro Jnl Phil Sci* (2013) 3:69–86.
- K. Aizawa (2020), THE MANY PROBLEMS OF MULTIPLE REALIZATION, *American Philosophical Quarterly* 57, p. 3-16.
- S. Atran (1995), Categorical constraints on biological inference: Cognitive origins of folktaxonomy and scientific systematics, in: Sperber D., Premack A. et Premack J. (eds.) (1995), *Causal Understandings in Cognition and Culture*, New York: Oxford University Press.
- A. Bird (2007) *Nature's Metaphysics*, Oxford University Press.
- A.R. Buller, Townsend, CA (Feb 19, 2013). Intrinsic evolutionary constraints on protease structure, enzyme acylation, and the identity of the catalytic triad. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110 (8): E653–61. [doi:10.1073/pnas.1221050110](https://doi.org/10.1073/pnas.1221050110). [PMID 23382230](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23382230/).
- C. Gillett (2013), Constitution, and Multiple Constitution, in the Sciences: Using the Neuron to Construct a Starting Framework, *Minds and Machines* 23, p. 309-337.
- W. Goodwin (2011), Structure, function, and protein taxonomy, *Biology and Philosophy* 26, p. 533-545.
- A. Gopnik and L. Schulz (eds.) (2007), *Causal Learning : Psychology, Philosophy, and Computation*, Oxford University Press.
- R.F. Hendry (2006), Elements, Compounds and other chemical kinds, *Philosophy of science* 73, p. 864-875.
- F. Keil (1989), *Concepts, kinds, and cognitive development*, Cambridge MA: MIT Press.
- M. Kistler (2002), The Causal Criterion of Reality and the Necessity of Laws of Nature, *Metaphysica* 3, p. 57-86.
- M. Kistler (2005), « Réduction « rôle-occupant », réduction « micro-macro », et explication réductrice a priori ». *Dialogue: Canadian Philosophical Review*. vol. 44. no. 2 (2005). p. 225-248.

- M. Kistler (2007), [La réduction, l' émergence, l' unité de la science et les niveaux de réalité](#), *Matière Première* 2, p. 67-97.
- M. Kistler (2012), Powerful properties and the causal basis of dispositions, in Alexander Bird, Brian Ellis, and Howard Sankey (eds.), *Properties, Powers and Structures. Issues in the Metaphysics of Realism*, New York and Oxford: Routledge, p. 119-137.
- O. Lemeire (2020), The causal structure of natural kinds, *Studies in History and Philosophy of Science*.
- C. Morris and H. Lecar (1981), Voltage Oscillations in the Barnacle Giant Muscle Fiber, *Biophysical Journal* 35, p. 193-213.
- D.H. Mellor (2012), Nature's Joints: A Realistic Defense of Natural Properties, *Ratio (new series)* 25, p. 387-404.
- P. Needham (2000), What is Water, *Analysis* 60, p. 13-21.
- A. Rosenberg (1985), *The Structure of Biological Science*, Cambridge, Cambridge University Press.
- S. Shoemaker (2007), *Physical Realization*, Oxford, Oxford University Press.
- P. Sousa, S. Atran, D. Medin (2002), Essentialism and Folkbiology: Evidence from Brazil, *Journal of Cognition and Culture* 2, p. 195-223.
- T. Tahko (2014), Natural Kind Essentialism Revisited, *Mind*, forthcoming.
- E. Tobin (2009), Microstructuralism and macromolecules: the case of moonlighting proteins, *Foundations of Chemistry* (2009); online.
- E. Tobin (2013), Are natural kinds and natural properties distinct?, in S. Mumford and M. Tugby (eds.), *Metaphysics and Science*, Oxford University Press, p. 164-182.
- P. Tompa, C. Szasz, L. Buday (2005), Structural disorder throws new light on Moonlighting, *Trends in Biochemical Sciences* 30, p. 484-9.
- J. van Brakel (1986), The chemistry of substances and the philosophy of mass terms, *Synthese* 69, p. 291-324.