

Le physicalisme et le réductionnisme

Qu'est-ce que la vie?

Cours 4

Synopsis

1. Le physicalisme (ou matérialisme) vs le vitalisme
2. Le réductionnisme
3. L'autonomie de la biologie (ex. théorie de la sélection)
4. La survenance
5. L'émergence

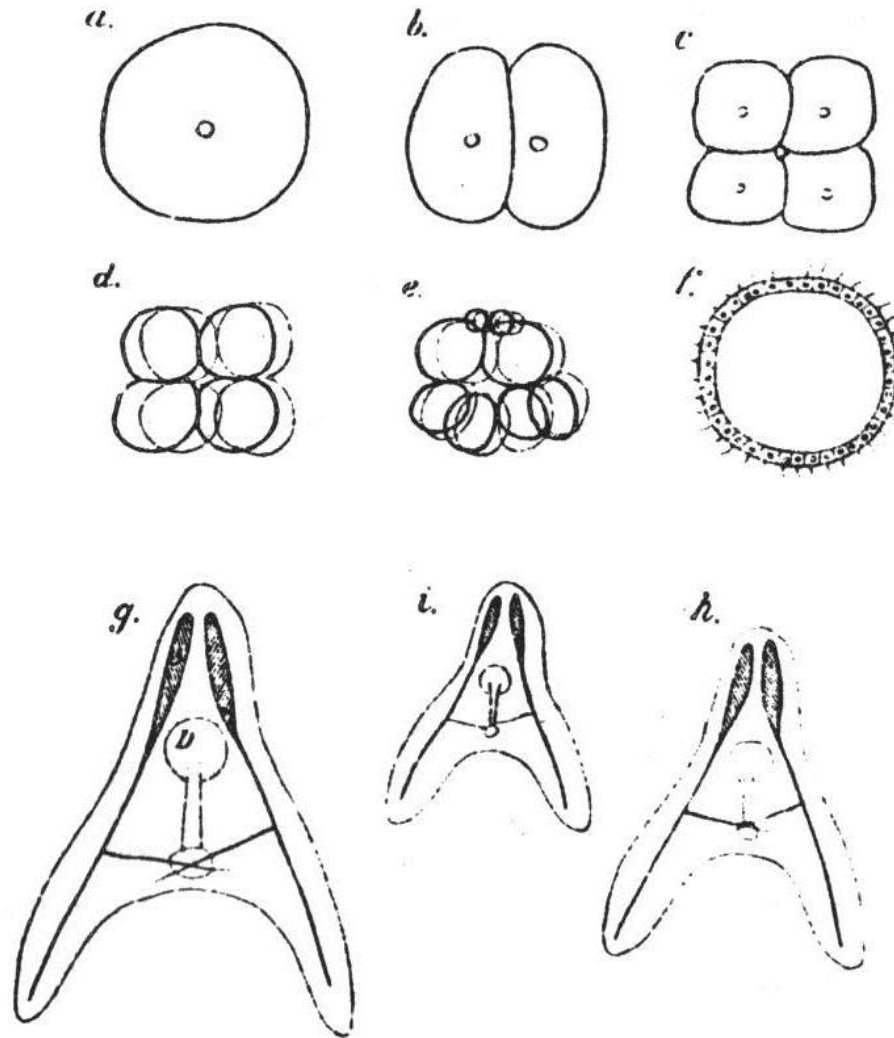
1. Le physicalisme (matérialisme) vs le vitalisme

- **Le physicalisme (matérialisme)** : Tout ce qui existe dans le monde est matériel et obéit aux lois de la physique
- **Le vitalisme** : il existe des forces non-matérielles qui déterminent le développement des organismes. Ex : la *psyché* chez ARISTOTE, le « *Bildungstrieb* » (vertu formative) chez J.F. BLUMENBACH, *l'entéléchie* chez Hans DRIESCH, *l'élan vital* chez Henri Bergson (au 18^e siècle on trouve même l'idée que l'électricité est une manifestation des forces vitales !)

Ex : H. DRIESCH

Driesch (fin du 19^e / début du 20^e siècle) : observa des phénomènes de régénération chez des invertébrés marins (ascidies, échinidés)

Par exemple, il est possible de séparer les cellules embryonnaires du pluteus (la larve de l'oursin) et l'embryon forme pourtant un animal entier (peut-être avec une taille réduite)



Figur 1. Aus der Entwicklung des Seeigels (*Echinus microtuberculatus*).
a—c Ei und Furchungsstadien bis zu 16 Zellen; f Blastula im optischen Schnitt;
g—i Umriß des „Pluteus“ aus dem ganzen, halben und viertel Ei.
Alles ist schematisiert. Die Figuren a—f und g—i sind je in gleichem Masse vergrößert, letztere zumal geben also eine richtige Vorstellung der relativen Größen.
In die Plutei (g—i) ist Darm (D) und Skelett (S) eingezeichnet.

Ex : H. DRIESCH

L'argument cartésien de DRIESCH :

Le développement de l'oursin ou des ascidies manifeste l'opération d'un **système harmonique équipotentiel** (« harmonisch-äquipotentielle System »)

Dans un tel système, une **partie quelconque** du système possède les mêmes pouvoirs que le système entier

Il est impossible qu'une machine ou un mécanisme constitue un tel système, puisque **toutes les parties d'une telle machine devraient contenir la machine entière**, ce qui est absurde

Ex : H. DRIESCH

Une machine (mécanisme) est un **système causal extensif** dont les parties sont organisées d'une façon spatio-temporelle

Conclusions :

Les systèmes harmoniques équipotentiels ne peuvent pas être des machines (mécanismes)

La base du développement doit être un **facteur intensif** (pas organisé d'une façon spatio-temporelle), c.à.d. un facteur **non-matériel**

Ce facteur intensif est **l'entéléchie** du système

2. Le réductionnisme

Le réductionnisme ontologique = le physicalisme

Le réductionnisme épistémologique version 1: tous les **faits** biologiques sont explicables en principe par des **théories physico-chimiques**

Le réductionnisme épistémologique version 2 : toutes les **propriétés** des systèmes complexes sont explicables (en principe) par des théories qui décrivent **les parties** du système et leurs **interactions**

Le réductionnisme méthodologique : la science ne doit investiguer que **le niveau le plus fondamental** (le niveau des atomes et des molécules)

Implications

R ontologique \rightarrow R épistémologique ?

R épistémologique \rightarrow R méthodologique

Implications

R ontologique \rightarrow R épistémologique ? **controversé**

R épistémologique \rightarrow R méthodologique

Implications

R ontologique \rightarrow R épistémologique ? **controversé**

R épistémologique \rightarrow R méthodologique **non !**

3. L'autonomie de la biologie

Exemple : la théorie de la sélection naturelle

Le réductionnisme épistémologique version 1 : est-ce que la sélection naturelle est explicable par des théories physico-chimiques ?

Le réductionnisme épistémologique version 2 : est-ce que la fitness des organismes est explicable par des théories qui décrivent les interactions à l'intérieur et à l'extérieur d'un organisme ?

La réductibilité de la théorie de sélection

Supposons que chaque valeur de fitness individuelle soit explicable de cette façon

Question : est-ce que cela implique le réductionnisme épistémologique version 1 (l'explicabilité de tous les faits biologiques par des théories physico-chimiques) ?

La réductibilité de la théorie de sélection

Supposons que chaque valeur de fitness individuelle soit explicable de cette façon

Question : est-ce que cela implique le réductionnisme épistémologique version 1 (l'explicabilité de tous les faits biologiques par des théories physico-chimiques) ?

Non !

La réductibilité de la théorie de sélection

Justification :

La théorie de sélection contient des énoncés explicatifs qui généralisent à travers des types de phénomènes qui sont très hétérogènes du point de vue de la physique et de la chimie

(réalisabilité multiple)

Ex : le polymorphisme balancé dû à la supériorité des hétérozygotes

Soient A et S des allèles (= variantes) d'un gène

Soient p, q les fréquences d'A et d'S dans la population

Suppositions : combinaison aléatoire des gamètes qui contiennent l'allèle A ou S

Dans chaque génération, la distribution des allèles est donnée par la **loi d'Hardy-Weinberg** :

$$AA : AS : SS = p^2 : 2pq : q^2$$

Ex : le polymorphisme balancé dû à la supériorité des hétérozygotes

	AA	AS	SS
fréq. avant la sélection	p^2	$2pq$	q^2
fitness	w_1	w_2	w_3
fréq. après la sélection	$p^2 w_1 / \bar{w}$	$2pq w_2 / \bar{w}$	$q^2 w_3 / \bar{w}$

Supériorité des hétérozygotes : $w_2 > w_1, w_3$ (p. ex. drépanocytose)

Facteur de normalisation : $\bar{w} = w_1 p^2 + w_2 2pq + w_3 q^2$

Fréquence d'équilibre : $p_{eq} = (w_3 - w_2) / [(w_1 - w_2) + (w_3 - w_2)]$

Ex : le polymorphisme balancé dû à la supériorité des hétérozygotes

Le modèle est applicable à tous les cas de supériorité des hétérozygotes, quelle que soit la cause physique de cette supériorité

Réalisabilité multiple : un type de processus de sélection qui est homogène du point de vue biologique peut être réalisé par un type de phénomène qui est **hétérogène** du point de vue physique

Le modèle biologique est donc **autonome** par rapport aux théories physiques

Conclusions du cas de la supériorité des hétérozygotes

Quelques théories / modèles biologiques portent sur des types de processus qui manifestent des similarités significatives du point de vue biologique mais qui **abstraient** de nombreux détails physiques

Les **théories physiques** abstraient aussi de nombreux détails, mais pas les mêmes détails que les modèles biologiques

Les deux sciences nous permettent de reconnaître une certaine **unité** dans la nature, mais l'unité de la biologie est différente par rapport à celle de la physique

C'est la raison pour l'**autonomie cognitive** de la biologie vis à vis la physique

4. Survenance (supervenience)

Survenance en général :

Soit **B** un **ensembles de propriétés**, (p. ex. les propriétés biologiques, mentales, morales, esthétiques, modales, ...) et soit **P** l'ensemble des propriétés physiques

Les propriétés **B surviennent** sur les propriétés **P** si et seulement si:

L'indiscernabilité de deux individus en vue de leurs propriétés **P** implique leur indiscernabilité en vue de leurs propriétés **B**

« no difference without a physical difference »

Lois de conséquence vs lois de source

Lois de conséquence : décrivent le changement temporel de certains systèmes sous l'influence d'une force. Ex. $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$

Lois de source : décrivent les conditions sous lesquelles des forces se constituent. Ex. la loi de **COULOMB** $F = q_1 q_2 / 4\pi\epsilon_0 r^2$ (toujours considérée comme vraie) ou la loi de gravitation de **NEWTON** $F = Gm_1 m_2 / r^2$ (considérée comme fausse)

Elliott Sober sur les lois de source

“The source laws of physical theory have the austere beauty of a desert landscape. Just four types of force are recognized, and some scientists hope to make this list even shorter. By contrast, the theory of natural selection exhibits the lush foliage of a tropical rain forest. The physical circumstances that can generate fitness differences are many. Perhaps someday these will be regimented and reduced in number. But at present evolutionary theory offers a multiplicity of models suggesting a thousand avenues whereby the morphology, physiology, and behavior of organisms can be related to the environment in such a way that a selection process is set in motion.”

[The Nature of Selection, p. 50f.]

Ex. le modèle de R.A. Fisher sur l'évolution du sex-ratio

Question : pourquoi la plupart des organismes avec reproduction sexuelle produisent-ils des gamètes femelles et mâles environ avec une proportion de 1 : 1 ?

Le question demande une explication **ultimate**, pas **proximate**. C.à.d. ici on ne s'intéresse pas aux mécanismes génétiques (méiose etc.) qui sont responsable d'une certaine distribution des gamètes, mais on vise à comprendre pourquoi la plupart des organismes **possèdent** de tels mécanismes, notamment des mécanismes dont la proportion résultante des sexes est 1 : 1

Ex. le modèle de R.A. Fisher sur l'évolution du sex-ratio

Soit f le nombre de femelles et m le nombre de mâles dans la **1^e génération**.

Soit N le nombre total de descendants dans la **3^e génération** (pas la 2^e !)

Or, nécessairement, les f femelles auront N/f petits-enfants, tandis que les m mâles auront N/m petits-enfants [puisque chaque individu dans la 3^e génération doit avoir exactement une mère et un père !]

Si $m < f$ les mâles auront plus de petits-enfants, si $f < m$ les femelles. Le seul sex-ratio où les deux sexes ont le même nombre de petits-enfants est **$m=f$** .

Ex. le modèle de R.A. Fisher sur l'évolution du sex-ratio

Donc en termes de fitness c'est toujours profitable de produire davantage d'enfants du sexe qui est **sous-représenté**.

La seule condition où ce n'est pas le cas est le sex-ratio $m=f$, condition qui constitue donc un **équilibre évolutif**

L'évolution a donc tendance à équilibrer le sex-ratio

En fait, le modèle de Fisher est un peu plus compliqué car il prend aussi en compte l'investissement parental pour produire un fils ou une fille.

Ex. le modèle de R.A. Fisher sur l'évolution du sex-ratio

Le résultat :

Soit c_m l'investissement pour la production d'un fils et c_f pour la production d'une fille. L'équilibre donc est donné par l'équation suivante ($N_{m/f}$: nombre de fils / filles produites) : $N_m c_m = N_f c_f$

Selon Elliott Sober, cette équation exprime une **loi de source survenante** ("supervenient source law") de la théorie de l'évolution. Elle décrit une force évolutionnaire qui peut être réalisée par de très différents systèmes. Néanmoins, la loi a une certaine généralité

Sober sur les lois de source survenantes

“The fact that fitness is **not identical with a single physical property** does not imply that biologists must approach zebras, cockroaches, and anteaters as if they were totally unique. One still may generalize over physically different species so as to make their biological similarities salient”.

[The Nature of Selection, p. 58]

5. L'émergence

Ce terme signifie l'idée que l'évolution parfois produit des propriétés que des systèmes plus simples ne possèdent pas et que l'on n'avait pas pu prédire ou expliquer à partir des propriétés que manifestent les systèmes plus simples

Exemples classiques : conscience, vie

5. L'émergence

La théorie de l'émergence est une théorie **matérialiste**, donc elle ne postule pas de forces ou substances non-matérielles comme la *res cogitans* de DESCARTES ou l'entéléchie de DRIESCH

Autrement dit, la théorie de l'émergence est une théorie **moniste** par rapport aux **substances** (substance monism)

Par contraste, la théorie de l'émergence est **dualiste** par rapport aux propriétés (property dualism)

5. L'émergence

Le dualisme pertinent est celui entre des propriétés **résultantes** et des propriétés **émergentes**

John Stuart MILL :

Des forces mécaniques peuvent toujours être additionnées d'une façon qui permet la **décomposition** de la force résultante en deux forces composantes

Par contraste, des propriétés chimiques ne peuvent pas être additionnées ni décomposées de cette manière

5. L'émergence

Ex. l'ammoniac (NH_3) est un **fluide** qui **sent** très mauvais. Mais les substances qui le composent – la nitrogène et l'hydrogène – sont des **gaz inodores**.

MILL : les propriétés de l'ammoniac ne sont pas résultantes mais **émergentes** (expression pas utilisée par MILL, mais l'idée est là).

5. L'émergence

Critique importante de la théorie de l'émergence par C.D. BROAD en 1925 [*Mind and its Place in Nature*]

BROAD constate que la thèse de MILL est **triviale** si la composition et les lois d'interaction pertinentes par rapport à l'ammoniac ne sont pas connues.

Composition : l'arrangement des atomes dans les molécules

Lois d'interaction : les lois de la fixation chimique

Aujourd'hui : prédiction des propriétés de quelques molécules par la mécanique quantique

5. L'émergence

Donc l'émergence des propriétés des composés chimiques s'est révélée transitoire; elle n'existe que relativement à un certain stade des connaissances

Il faut distinguer entre **l'émergence épistémique** et **l'émergence ontologique**

L'existence de l'émergence ontologique est toujours controversée.

BROAD envisage une possibilité selon laquelle l'émergence ontologique pourrait être possible

5. L'émergence

BROAD : il est possible que les lois d'interaction soient **isolées**.

La prédiction des propriétés d'un système composé **S** avec une composition **R** exige la connaissance des lois d'interaction. Mais on ne peut connaître ces lois qu'à condition qu'elles se manifestent aussi dans d'autres arrangements qu'**R**.

Si ce n'est pas le cas, autrement dit, si les lois d'interaction sont isolées, la prédiction échoue nécessairement → **émergence ontologique**

5. L'émergence

Une autre possibilité pour l'émergence ontologique :

Macro-détermination causale ("top-down causation") :
détermination des parties d'un système complexe par
le système entier.

Problèmes de cette idée :

5. L'émergence

Une autre possibilité pour l'émergence ontologique :

Macro-détermination causale ("top-down causation") :
détermination des parties d'un système complexe par
le système entier.

Problèmes de cette idée :

- Pas consistant avec la **survenance** (ce n'est pas un argument !)
- Violation des **lois de conservation** d'énergie et du moment

Le tout n'a pas de degrés de liberté propres !

5. L'émergence

Conclusion :

Le réductionnisme échoue dans la biologie (au moins pour le cas de la théorie de l'évolution). Mais la raison n'est pas l'existence de propriétés émergentes, comme l'ont pensé nombre de biologistes (par exemple, Ernst MAYR).

La raison est que les explications biologiques abstraient des propriétés physiques d'une façon qui produit la **réalisabilité multiple** des propriétés survenantes