

LA SYMÉTRIE

PHI 6346

Séance 12

Jonathan Simon

PROGRAMME

- 1) Background : La symétrie de Leibniz et Galilée à Noether et Yang-Mills
- 2) Définition de la « symétrie dynamique »
- 3) Qu'est-ce que c'est que de prendre une quantité variante pour être irréal ?
- 4) Où mène la méthode de la symétrie ? Réalisme structurel ontique (RSO) ?

BACKGROUND

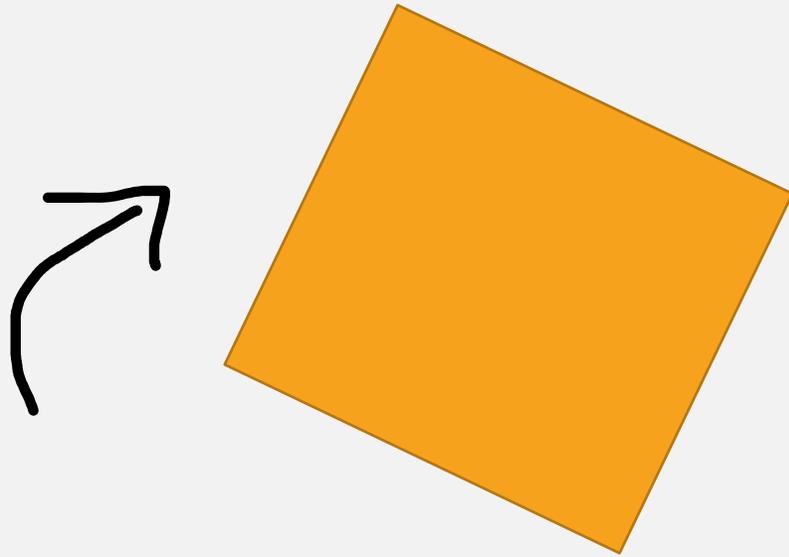
BACKGROUND

- Une symétrie est un changement qui préserve une caractéristique (invariance de la caractéristique/structure sous le changement)
- Il y a trois choses à spécifier : l'objet que vous changez, la structure que vous préservez, et le type de changement

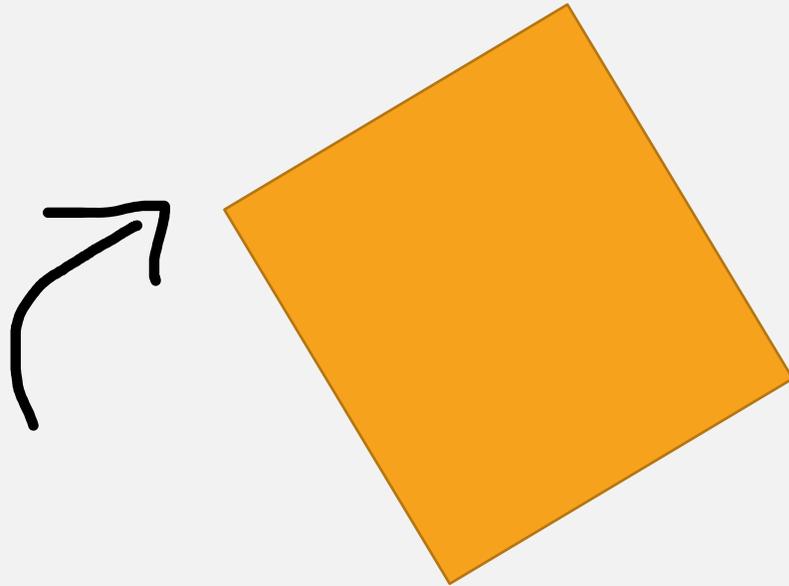
BACKGROUND



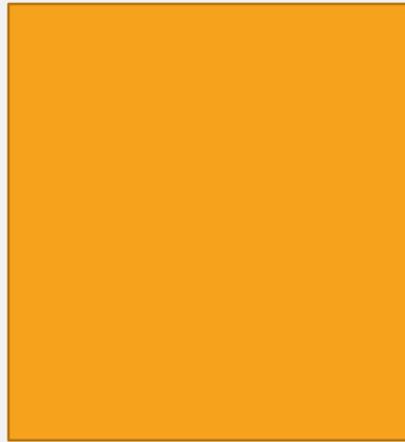
BACKGROUND



BACKGROUND



BACKGROUND



BACKGROUND

- Object: le carré
- Structure : alignement du carré dans le plan (parallèle à l'écran, ou non)
- transformations : rotation de 90 degrés, rotation de 180 degrés, etc...

BACKGROUND

- Un groupe de symétrie : un objet algébrique représentant toutes les transformations possibles qui préservent la symétrie en question.

BACKGROUND

- composition : tout deux de ses éléments exécutés l'un après l'autre est également dans le groupe, par exemple, une rotation de 90 degrés suivie d'une rotation de 180 degrés donne une rotation de 270 degrés, également une symétrie

BACKGROUND

- Une symétrie dans les lois dynamiques est une symétrie dans ce sens général, mais où l'objet en question est la configuration d'un système, et la structure en question spécifie les lois, ainsi que certaines autres quantités préférées ou invariantes.

BACKGROUND

- quelles autres quantités préférées ou invariantes ?
Dans quel sens sont-elles préférées ?
- C'est vague, et le flou est un problème, notre point de mire pour aujourd'hui. D'abord, quelques exemples...

BACKGROUND

- Boosts et décalages de Leibniz
- Objet : une spécification de la position et des moments d'un système de particules.
- Structure : les lois de la mécanique newtonienne, les distances relatives, les vitesses relatives et les accélérations absolues.

BACKGROUND

- Transformations de Lorentz
- Objets : un système d'événements ponctuels dans un référentiel inertiel, avec des distances spatiales et temporelles données.
- Structure : les lois de la relativité restreinte, l'intervalle espace-temps entre les événements ponctuels.

BACKGROUND

- Difféomorphismes de la variété de l'espace-temps
- Objets: une spécification des valeurs de champ définies sur les points de la variété
- Structure: une classe d'équivalence de toutes ces spécifications liées par difféomorphisme

BACKGROUND

- Notez comment, dans les deux premiers cas, nous avons une image apparemment indépendante des quantités invariantes. Dans le dernier cas, nous semblons avoir besoin de faire appel aux quantités variantes pour définir la quantité invariante !

BACKGROUND

- C'est l'idée générale.
- Les symétries peuvent être continues ou discrètes, locales ou globales, internes ou spatiotemporelle.
- Mais il faut noter que la symétrie en physique n'est pas seulement une méthode pour se débarrasser d'une structure inutile. Elle a d'autres usages, par exemple:

BACKGROUND

1) Le théorème de Noether
(symétrie et conservation) : il existe une correspondance entre une certaine classe de symétries d'une théorie et ses quantités conservées.



BACKGROUND

- En particulier, imposer certaines symétries au Lagrangien d'une théorie (déclarer certains paramètres identiques) permet de déduire que le taux de variation de certains autres paramètres est nul

Symmetry Invariance	Conservation Law
Translation Symmetry	Conservation of Linear Momentum
Rotation Invariance	Conservation of Angular Momentum
Time Translation Invariance	Conservation of Energy
Gauge Invariance	Conservation of Electric Charge
SU(3) Gauge Invariance	Conservation of Color Charge
SU(2) _L Gauge Invariance	Conservation of Weak Isospin
Probability Invariance	Conservation of probability

BACKGROUND

- 2) Ajouter une structure par symétrie
- Dans le cas de Leibniz, la distance et la vitesse relatives sont évidemment des quantités réelles, la question est de savoir si elles sont basiques ou fondées sur la distance et la vitesse absolues.

BACKGROUND

- Dans d'autres cas, les choses sont moins simples. L'intervalle spatio-temporelle : ce n'est évidemment pas une quantité réelle en mécanique classique. Imposer la symétrie ici semble donc ajouter quelque chose de nouveau à l'ontologie.

BACKGROUND

- Les symétries de jauge dans les champs de particules sont ce qui motive l'introduction des champs bosoniques (de force), c'est-à-dire le champ électromagnétique, le champ de force faible, le champ de force forte...

BACKGROUND

(ceci est important, pour nous, car cela suggère que la fidélité aux objectifs des physiciens ne signifie pas "éliminer autant que possible", mais plutôt "trouver la structure appropriée pour expliquer ce qui doit être expliqué"...)

BACKGROUND

3) rupture de symétrie : il faut également noter que les systèmes peuvent perdre certaines symétries (rupture de symétrie spontanée, SSB) : par exemple, une sphère peut acquérir une bosse... le mécanisme de Higgs s'avère impliquer une rupture de symétrie.

BACKGROUND

Est-ce que cela limite la liberté d'application du rasoir d'Occam?

DÉFINITION DE LA « SYMÉTRIE
DYNAMIQUE »

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- En tant que métaphysiciens, bien sûr, nous devons nous demander : quand l'existence d'une symétrie dans notre théorie signifie-t-elle que nous devons considérer comme irréal ce qui est une variante de la symétrie ?
- (il n'a pas besoin d'être décisif, juste une raison ...)

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- Nous commençons par l'idée d'une symétrie dynamique en tant que transformation qui reste cohérent avec les lois.

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

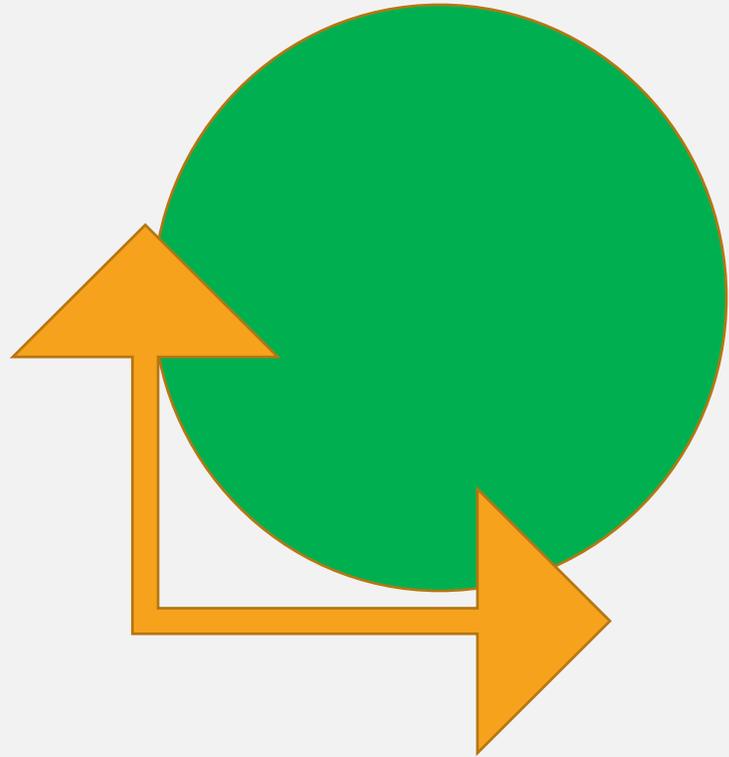
- Mais c'est insuffisant : toute carte entre les modèles d'une théorie fait cela !
- Ainsi, par exemple, tout système de particules suivant les lois de Newton peut être mis en correspondance avec tout autre système de particules suivant les lois de Newton.

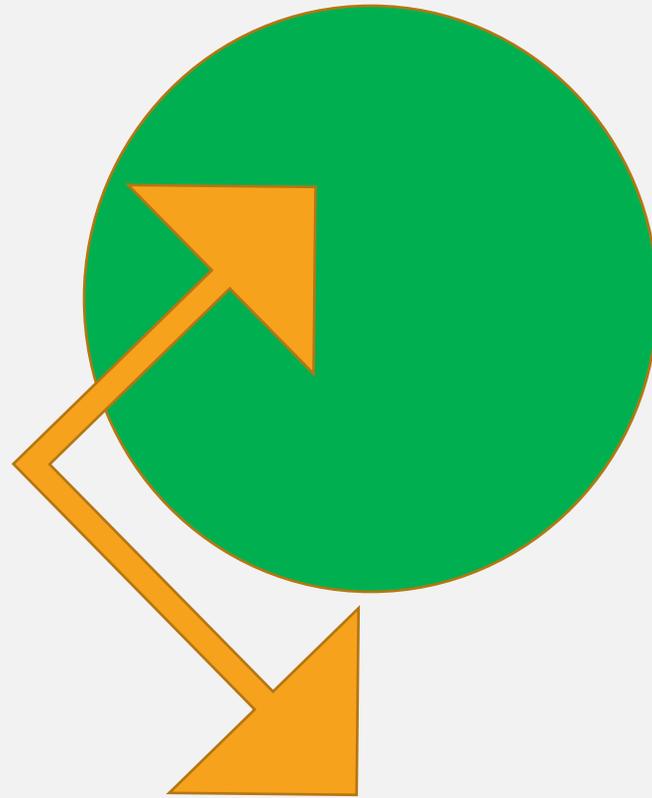
LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- Intuitivement, nous voulons isoler les cas où une symétrie est un signe qu'il existe des redondances dans nos représentations qui ne reflètent rien dans la réalité.
- (deux façons différentes de décrire la même chose)

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- Même Newton admettrait que la nature ne désigne pas une direction comme étant la direction x par opposition à la direction y ou z : afin d'utiliser des chiffres pour cartographier l'espace, nous devons choisir arbitrairement certaines directions comme x , y et z , mais nous sommes conscients que n'importe quelle autre fera l'affaire (même si, compte tenu du problème, certaines sont plus pratiques que d'autres).





LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- En fait, notre question est la suivante : quels critères devons-nous ajouter à ceux qui stipulent que les transformations préservent les lois, pour saisir cette idée (d'une symétrie dynamique comme un simple changement de notation) ?

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- Notez que dans ce cas, il n'existe pas de description (mathématique) claire qui décrive directement l'espace sans mentionner le moindre schéma de coordonnées. Nous devons plutôt spécifier des classes d'équivalence (dont chacun des membres implique un schéma de coordonnées spécifique) -- c'est ce qu'est une variété!

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- Candidats:
- 0) Formel
- 1) Objectivité (Weyl, Nozick)
- 2) Redondance physique (Daston et Gallison?)
- 3) Indétectabilité (Ismael, Dasgupta)
- 4) Stipulation (Baker, Dewar)

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- le critère formel :
- préserver le lagrangien / commuter avec l'hamiltonien
- -- le problème : les boosts
- Note également : même si ce critère était adéquat du point de vue extensionnel, il laisserait ouverte une question de justification : pourquoi penser que c'est la norme correcte pour mesurer ce qui est réel et ce qui ne l'est pas ?

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- I) Objectivité (Weyl, Nozick)
- Pour être une quantité variable au sens pertinent du terme, il faut être une quantité non objective, une quantité qui diffère d'une perspective à l'autre.

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- problème : trop fort, ou trivial.
- si «la perspective» signifie, ce qu'un autre observateur mesurerait, alors :
- si j'accélère, je peux vous considérer comme inertiel, même si vous accélérez aussi.

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- problème : trop fort, ou trivial.
- si «la perspective» signifie, ce qui est invariant sous la transformation de symétrie, alors :
- la formulation est triviale

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- 2) Redondance physique (Daston et Gallison?)
- problème : si cela signifie que la transformation ne fait aucune différence dans l'évolution du système, alors elle est trop faible :
- si la position absolue est réelle, la changer fera une différence pour elle, donc pour l'évolution du système...

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- 3) Indétectabilité (Ismael, Dasgupta)
- Aucune mesure n'a pu détecter la différence.
- Nous pouvons ajouter : l'équivalence abductive - aucune des deux hypothèses n'est intrinsèquement plus simple, ou favorisée par la déduction de la meilleure explication.

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- Problèmes:
- I) Cela prouve trop - est-ce que cette méthode (spécifiquement l'affirmation que trouver une telle symétrie nous donne une raison de prendre la quantité variante pour être irréaliste) nous donne une réponse facile au sceptique ? Est-ce qu'elle jette le bébé avec l'eau du bain ?

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

Réponse de Dasgupta :

dans le scénario du cerveau dans une cuve, on peut soutenir (si nous ne sommes pas des cerveaux dans des cuves) que nos sens indiquent de manière fiable que nous ne le sommes pas. En revanche, même si j'étais au repos absolu, mon compteur de vitesse n'indiquerait pas, en général, de manière fiable, que nous le sommes. En outre, la solution non sceptique peut être plus simple (BIE).

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

Cependant, Dasgupta admet que le principe peut être très étendu, surtout si l'on ne considère pas que les lois sont connues, car il exclut alors de nombreux types de lois possibles. De même, Ismael note combien les résultats peuvent être étranges lorsqu'ils sont appliqués aux théories de jauge (holonomies de Healey, métaphysique radicalement non-locale de Maudlin...).

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

2ème problème : La découverte de ce type de symétrie (épistémique) nous donne-t-elle vraiment une raison de poser l'irréalité des quantités variantes, ou simplement ne nous donne-t-elle pas une raison de poser la réalité ?

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- 4) Stipulation (Baker, Dewar)
- Les véritables symétries dynamiques sont stipulées et non découvertes - elles font partie du contenu de la théorie.

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- 4) Stipulation (Baker, Dewar)
- Baker ajoute : ceci n'est raisonnable que dans une théorie non fondamentale. En effet, les symétries stipulées sont une promesse d'une description plus fondamentale en termes plus fondamentaux dans une théorie plus fondamentale.

LA « SYMÉTRIE DYNAMIQUE »

- 4) Stipulation (Baker, Dewar)
- Problème : pourquoi penser qu'il va y avoir une description plus fondamentale ?
- Baker : elle pourrait être ineffable (incompréhensible pour les humains)...

QU'EST-CE QUI FAIT QUE LES
QUANTITÉS DE VARIANTES SONT
IRRÉELLES ?

VARIANTES IRRÉELLES ?

- Le problème : c'est une chose de changer une conception de la structure ultime de la réalité pour une autre, par exemple, au lieu de la distance spatiale, une chose différente, l'intervalle spatio-temporel.... c'est une autre chose de remplacer une conception de la structure ultime par une classe d'équivalence de telles conceptions !

VARIANTES IRRÉELLES ?

- Les mathématiques rendent souvent la distinction peu claire, car en mathématiques, de nombreuses choses sont définies comme des classes d'équivalence d'autres choses.

VARIANTES IRRÉELLES ?

- Sider fournit des outils pour aider à formuler le problème. Supposons que la métaphysique dispose en fin de compte d'un langage privilégié, l'"ontologèse", qui découpe la réalité au niveau des articulations. (il y a un mot pour "vert" mais pas un mot pour "grue").

VARIANTES IRRÉELLES ?

- Sider fournit des outils pour aider à formuler le problème. Supposons que la métaphysique dispose en fin de compte d'un langage privilégié, l'« ontologais », qui découpe la réalité aux articulations. (il y a un mot pour "vert" mais pas un mot pour "grue").

VARIANTES IRRÉELLES ?

- Ce que nous voulons, c'est trouver des termes dans l'ontologais pour les invariants de notre théorie.
- L'alternative, l'approche par quotient, consiste à considérer que notre théorie fondamentale de la réalité doit être présentée en termes de classes d'équivalence de termes dans l'ontologais. Mais ceci n'est pas satisfaisant

VARIANTES IRRÉELLES ?

- Le problème est que cela semble être la situation dans le cas de symétries plus sophistiquées telles que la symétrie de difféomorphisme de la relativité générale ou les symétries de jauge. Les tentatives de trouver des reformulations plus "directes" (Barbour, Healey, etc.) ont des implications étranges (et n'évitent évidemment pas tous les quotients...).

RÉALISME STRUCTUREL ONTIQUE
(RSO) ?

RÉALISME STRUCTUREL ONTIQUE

- Un cadre général pour ce faire est le réalisme structurel ontique, selon lequel nous prenons une certaine notion appropriée de la structure comme primitive dans la théorie, de sorte que, par exemple, parler des relations est antérieur à parler des relations de ces relations.

RÉALISME STRUCTUREL ONTIQUE

- Il existe une littérature croissante sur le réalisme structurel ontique, riche d'enseignements pour nous.

RÉALISME STRUCTUREL ONTIQUE

- Une question intéressante se pose : à supposer que nous acceptions que les variantes soient irréelles, mais que nous résistions au quotientage, et que nous ne soyons pas satisfaits des tentatives (comme l'OSR) pour l'éviter : que se passe-t-il alors ? Peut-être est-ce une combinaison instable, ou peut-être devons-nous chercher ailleurs la conception du niveau invariant (par exemple le monisme russellien ?).

RÉALISME STRUCTUREL ONTIQUE

- probablement pas, puisque les invariants devraient expliquer les symétries, et il n'est pas certain qu'un appel aux qualités russelliennes intrinsèques ait quoi que ce soit à offrir ici....