

# Science proportionnelle

Gianni Mocellin

<b><i>Introduction</i></b> .....	<b>3</b>
<b><i>La rêve et la réalité</i></b> .....	<b>4</b>
<b>Sous-marins</b> .....	<b>5</b>
<b>Avions</b> .....	<b>6</b>
<b>Tuyaux</b> .....	<b>6</b>
<b>Glaciers</b> .....	<b>6</b>
<b>Etats</b> .....	<b>7</b>
<b>Entreprises</b> .....	<b>8</b>
<b>Finances</b> .....	<b>9</b>
<b><i>Problèmes d'échelle</i></b> .....	<b>9</b>

# Introduction

Entre le rêve et la réalité, il y a le modèle.

La matière sans inertie,  
la matière sans élasticité,  
la matière sans amortissement,  
les surfaces sans frottements,  
les poulies sans inertie ni amortissement,  
les fluides incompressibles,  
les couples sans entropie,  
les amitiés sans interactions,  
n'existent pas dans la réalité.

Les scientifiques utilisent néanmoins de telles idées pour raisonner.

De telles idéalizations permettent en effet d'imaginer que

- certaines propriétés de la réalité peuvent être considérés comme négligeables,
- d'autres comme beaucoup plus importantes.

*"La science proportionnelle"*

implique

- l'identification des entrées et des sorties pertinentes d'une réalité particulière, puis,
  - la conception d'un modèle liant les entrées et les sorties, et, enfin
- une expérimentation pour quantifier la relation supposée et vérifier que le comportement du modèle correspond à celui de la réalité.

Savoir passer du rêve à la réalité est aussi important que de savoir passer de la réalité au rêve, en passant éventuellement par le stade intermédiaire du modèle.

A un moment ou l'autre de sa vie, tout scientifique sera obligé d'effectuer l'un de ces passages.

# La rêve et la réalité

En pratique, la similarité complète entre réalité et rêve est impossible à atteindre, à moins que les deux ne soient identiques.

L'histoire des sciences démontre pourtant qu'il est possible d'utiliser le principe de proportionnalité pour faire des comparaisons entre des réalités qui ne sont pas totalement identiques, qui sont seulement similaires.

En première approche, on peut distinguer trois grands types de proportionnalités entre un rêve et une réalité:

- universelle:

*"les quantités"*

du rêve et de la réalité sont proportionnelles;

- cinématique:

*"les temps"*

du rêve et de la réalité sont proportionnels,

ce qui implique que les vitesses et les accélérations le soient également.

Il peut être désirable pour un scientifique que le comportement d'une réalité s'étendant sur des mois ou des années soit ramené à des durées beaucoup plus courtes dans le modèle, auquel cas il lui faut introduire un rapport de proportionnalité entre le temps de la réalité et le temps du modèle.

Ainsi, tant que le temps du modèle est une fraction constante du temps de la réalité, des résultats peuvent être transférés entre les deux.

Les modèles dans lesquels les quantités et les temps sont maintenus tous deux dans des proportions constantes avec la réalité lui sont cinématiquement similaires, puisque les vitesses et les accélérations des deux sont proportionnelles.

- dynamique:

*"les inerties"*

du modèle et de la réalité sont proportionnelles.

Les modèles dynamiquement proportionnels sont à la fois universellement et cinématiquement proportionnels.

Cette dernière forme de proportionnalité, la proportionnalité dynamique, est la forme la plus exigeante des trois proportionnalités possibles entre le modèle et la réalité.

Elle en est aussi la plus

*"réaliste"*.

## Sous-marins

Un sous-marin nucléaire de 110 mètres de long capable de se mouvoir à 10 mètres/seconde (36 km/h).

Le rapport entre les forces d'inertie du sous-marin et les force de frottement sur sa coque vaut environ

1'000'000'000.

Si un scientifique fait un prototype du sous-marin de 6 m de long et le déplace dans un bassin hydraulique à une vitesse de 5 m/s, la proportion des forces d'inertie aux forces de frottement du prototype vaut environ

30'000'0000

Soit environs 3% de celle du sous-marin réel.

Le prototype serait une pâle imitation du comportement du sous-marin réel dans une telle expérimentation.

Si le scientifique place le même prototype dans un tunnel aérodynamique capable de faire passer de l'air à 660 km/h, la proportion passe à

90'000'000

Soit environs 9% de celle du sous-marin réel.

Mieux, mais toujours très loin du sous-marin réel.

Le scientifique peut encore

- remplacer l'air passant dans le tunnel par un autre gaz, pour modifier la densité du fluide, et,
- refroidir le fluide, pour en diminuer la viscosité dynamique.

Il peut même travailler sous pression, pour augmenter encore la densité du fluide et arriver pour son prototype à une proportion dynamique de

1'000'000'000

Le prototype du sous-marin simulé dans un tunnel aérodynamique cryogénique comprimé a alors une proportion dynamique identique à celle du sous-marin réel.

Les prototype et la réalité sont dynamiquement proportionnés et les expériences faites sur le prototype donnent des résultats similaires aux comportements du réel.

## Avions

Avec son prototype de sous-marin, le scientifique a négligé les effets de compressibilité du fluide s'écoulant autour de la réalité étudiée, qui deviennent importants quand la vitesse du flot s'écoulant autour d'elle approche la vitesse du son, comme pour les avions.

Pour le sous-marin il avait posé comme hypothèse que

*"le son"*

se déplace beaucoup plus lentement dans l'air que dans l'eau.

Il supposait donc qu'à des vitesses inférieures aux deux tiers de la vitesse du son, la compressibilité du fluide était négligeable.

Si le scientifique devait simuler un avion volant à des vitesses proches ou supérieures à la vitesse du son, il tiendrait compte des effets de la compressibilité pour construire et expérimenter son prototype.

## Tuyaux

Les tuyaux ne sont rien d'autre que des sous-marins ou des avions inversés, avec un fluide s'écoulant à l'intérieur de la réalité au lieu de s'écouler à l'extérieur.

Une conséquence de la proportionnalité dynamique pour les tuyaux est que

*"la proportionnalité entre l'inertie du fluide et les frottements sur les parois"*

est représentée par la même proportion pure que pour le sous-marin ou l'avion.

La même science permet donc de comprendre tant le comportement d'un sous-marin dans l'eau, d'un avion dans l'air, que d'un fluide dans un tuyau.

## Glaciers

Si un prototype doit être petit et avoir un comportement plus rapide que la réalité, certaines propriétés de la matière peuvent être choisies de manière appropriée par un scientifique.

Pour simuler un glacier par un petit prototype se mouvant beaucoup plus rapidement que la réalité le scientifique va utiliser une matière bien plus fluide, bien moins visqueuse que la glace.

La matière utilisée doit en revanche être

- assez rigide pour se fissurer et créer des crevasses quand elle est soumise à une tension;
- assez ductile aux efforts tranchants pour permettre aux couches de glisser les unes sur les autres.

Pour un scientifique, un mélange de kaolin et d'eau peut souvent faire l'affaire.

## Etats

Quand ils comparent le déficit et la dette, certains économistes ne se rendent pas compte que ce rapport n'a pas de sens réel puisque le numérateur et le dénominateur ne sont pas des quantités de même nature.

Par exemple, si on considère un univers géostratégique de raisonnement  $U$  et qu'on cherche à comprendre le mouvement d'une masse de population  $MP$  dans cet univers, en fonction du temps  $T$ , on peut concevoir

- une force qui fait mouvoir cette masse:

$$MP \ U \ T^{-2}$$

- une accumulation de force dans cette masse

$$MP \ U \ T^{-1}$$

Si on oppose la force à l'accumulation,

$$MP \ U \ T^{-2} / MP \ T^{-1}$$

on obtient un indicateur

$$U \ T^{-1}$$

qui n'est rien d'autre qu'une vitesse de déplacement de la masse de population dans l'univers géostratégique  $U$ .

Alors que si on impose la force à la vitesse

$$MP \ U \ T^{-1} * U \ T^{-1}$$

on obtient

$$MP U^2 T^{-2}$$

c'est-à-dire une énergie accumulée dans la masse de population, une énergie potentielle en quelque sorte.

Alors que si on accumule dans le temps la vitesse de déplacement dans cet univers

$$U T^{-1}$$

on obtient un déplacement

$$U$$

Et que si on impose la force à la vitesse

$$MP U T^{-2} * U T^{-1}$$

on obtient une puissance.

$$MP U^2 T^{-3}$$

Enfin, si on impose la distance à la force,

$$U * MP U T^{-2}$$

on obtient

$$MP U^2 T^{-2}$$

qui est de nouveau une énergie, mais potentielle cette fois.

Raisonnement sur des modèles géostratégiques qui ne respectent pas le principe de proportionnalité dynamique implique donc que les proportions entre les causes et les effets ne sont pas respectées entre le modèle et la réalité et que l'action rationnelle devient aléatoire.

## Entreprises

Les proportions sont utilisées en gestion tout comme en technique.

Par exemple, le rapport

Bénéfice / Chiffre d'affaires

est utilisé quotidiennement par des entrepreneurs,

tout comme le rapport

Cours d'une action / Bénéfice de l'entreprise



est utilisé quotidiennement par les financiers.

Les mêmes raisonnements scientifiques que pour les réalités techniques peuvent s'appliquer aux réalités économiques.

## Finances

Il en va de même pour les comparaisons entre des actions d'entreprises.

Pour que les comportements du modèle soit comparable au comportement des actions, il faut que le principe de proportionnalité dynamique entre le modèle et les actions réelles soit respecté.

En outre, à un autre niveau de raisonnement, pour que le modèle soit réaliste il doit tenir compte de la proportionnalité dynamique entre des entreprises dont les tailles sont très variables.

## Problèmes d'échelle

Les scientifiques ont l'habitude d'étudier des réalités similaires à différente échelle.

Les organisations, par exemple, peuvent être constituées de quelques individus dans un bureau ou de dizaines de milliers d'individus distribués sur de larges portions de la surface terrestre.

Tant que la similitude est "*universelle*", confinée à l'univers du discours, il est possible pour le scientifique de prédire facilement les relations entre les propriétés de taille.

La longueur  $L$  de la plus longue rivière d'un bassin de drainage, par exemple est liée à la surface  $S$  du bassin drainant.

Si des bassins sont similaires, alors les relations entre les longueurs et les surfaces doit donner un modèle de la forme

$$L = C_1 S^{0.5}$$

Dans ce modèle, la longueur  $L$  doit être proportionnelle à la racine carrée de la surface  $S$  pour préserver la similitude entre modèle et réalité.

Une observation de la réalité permet de déterminer la valeur du coefficient inconnu  $C_1$ .

Si la surface  $S$  du bassin est en revanche conçue dans le modèle comme liée à la longueur du périmètre  $P$  de bassin, le modèle doit être de la forme

$$S = C_2 P^2$$

pour préserver la similitude entre modèle et réalité

Ici  $C_2$  représente une autre constante de proportionnalité à déterminer par observation de la réalité.

Un modèle de la longueur d'onde  $M$  des méandres d'un fleuve peut quant à elle être prédite comme variant en proportion de la largeur  $l$  du fleuve selon la simple relation

$$M = C_3 l$$