

# Science proportionnelle

*La science c'est le plaisir de discuter pour comprendre.*

Gianni Mocellin

**Straco**  
www.straco.ch  
07.10.2023, 05h00

<b><i>Introduction</i></b> .....	<b>3</b>
<b><i>La r�ve et la r�alit�</i></b> .....	<b>4</b>
<b><i>Mod�les</i></b> .....	<b>5</b>
<b>Sous-marins</b> .....	<b>5</b>
<b>Avions</b> .....	<b>6</b>
<b>Tuyaux</b> .....	<b>7</b>
<b>Bact�ries</b> .....	<b>7</b>
<b>Fleuves</b> .....	<b>7</b>
<b>Glaciers</b> .....	<b>8</b>
<b>Etats</b> .....	<b>8</b>
<b>Populations</b> .....	<b>9</b>
<b>Entreprises</b> .....	<b>10</b>
<b>Finances</b> .....	<b>11</b>
<b><i>Echelles</i></b> .....	<b>11</b>

# Introduction

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

*une matière sans inertie*

*une matière sans élasticité*

*une matière sans frottement*

*un mécanisme sans inertie ni élasticité ni frottement*

*un fluide incompressible*

*une amitié sans interaction*

*un couple sans entropie*

n'existent pas dans la réalité

Les scientifiques utilisent néanmoins de telles idées pour raisonner

De telles idées permettent en effet d'imaginer que

- *certaines propriétés de la réalité peuvent être considérés comme négligeables*

et

- *d'autres comme beaucoup plus importantes*

*Une science proportionnelle*

implique que la pensée

- identifie des entrées et des sorties qu'elle estime pertinentes pour comprendre une réalité particulière

puis

- conçoit un modèle liant les entrées et les sorties

et enfin

- confronte son modèle à la réalité pour vérifier que le comportement du modèle correspond à celui de la réalité

Savoir passer de la réalité au rêve est aussi important que de savoir passer du rêve à la réalité en utilisant 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, une similarité complète entre rêve et réalité 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 idées qui sont seulement similaires

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

- statique

*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 soient également proportionnels

Il peut en effet 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 entretient une proportion constante avec le 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 accumulations et dissipations d'énergie du modèle et de la réalité sont proportionnelles*

Les modèles dynamiquement proportionnels sont à la fois statiquement et cinématiquement proportionnels

Cette dernière forme de proportionnalité est

*la forme la plus exigeante des trois proportionnalités possibles entre un modèle et une réalité*

Elle en est aussi la plus

*réaliste*

## **Modèles**

### **Sous-marins**

Soit un sous-marin de 120 mètres de long capable de se mouvoir à une vitesse de 10 mètres/seconde (36 km/h)

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

*1'000'000'000*

Si un scientifique fait un modèle 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 environ 3% de celle du sous-marin réel

Le comportement du modèle serait une pâle imitation du comportement du sous-marin réel lors d'une telle expérimentation

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

*100'000'000*

Soit environs 10% de celle du sous-marin réel

Mieux, mais toujours très loin du sous-marin réel

Le scientifique peut encore

- d'une part remplacer l'air passant dans le tunnel par un autre gaz pour modifier

*la densité du fluide*

- d'autre part refroidir le-dit fluide pour en diminuer

*la viscosité dynamique*

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

*1'000'000'000*

identique à celle du sous-marin réel

Le modèle du sous-marin évoluant dans

*un tunnel aérodynamique cryogénique comprimé*

a alors un comportement identique à celui du sous-marin réel

Les modèle et la réalité sont

*dynamiquement proportionnés*

et les expériences faites sur le modèle donnent des résultats similaires aux comportements du réel

## **Avions**

Avec son modèle de sous-marin, le scientifique a négligé les effets de compressibilité du fluide s'écoulant autour de la réalité considérée

Ces effets deviennent importants quand la vitesse du flot s'écoulant autour de la réalité approche la vitesse du son comme pour certains avions

Pour le sous-marin le scientifique avait posé comme hypothèse que

*le son se déplace beaucoup plus lentement dans l'air que dans l'eau*

et avait donc négligé ce phénomène

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

Si le scientifique devait modéliser 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 modèle

## 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 de cette dernière

Une conséquence de la proportionnalité dynamique pour les tuyaux est que

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

est représentée par

*la même proportion 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 que celui d'un avion dans l'air ou encore que celui d'un fluide dans un tuyau

## Bactéries

Et de comprendre aussi le comportement de bactéries si le scientifique les considère comme de petits sous-marins se déplaçant dans un fluide très visqueux

## Fleuves

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

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

$$L = C_l * S^{1/2}$$

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 de proportionnalité  $C_1$  inconnu

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 enfin être prédite comme variant en proportion de la largeur  $l$  du fleuve selon la simple relation

$$M = C_3 * l$$

## Glaciers

Si un modèle doit être petit et avoir un comportement rapide certaines propriétés de la matière peuvent être choisies de manière appropriée par un scientifique

Pour simuler un glacier par un petit modèle 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 des états certains économistes ne se rendent pas compte que ce rapport n'a pas de sens réel puisque

*le numérateur et le dénominateur de la proportion ne sont pas de même nature*



## Populations

Si un scientifique considère un univers géostratégique  $U$  et qu'il cherche à comprendre le mouvement d'une population  $P$  dans cet univers en fonction du temps  $T$  il peut concevoir tant

- une force qui fait mouvoir cette population

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

- une accumulation de cette force dans cette population

$$P * U * T^{-1}$$

Dans ses raisonnements le scientifique peut

- opposer l'accumulation à la force

$$P * U * T^{-2} / P * T^{-1}$$

pour obtenir l'indicateur

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

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

- accumuler la force dans une inertie

$$P * U * T^{-1} * U * T^{-1}$$

pour obtenir l'indicateur

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

qui est une énergie potentielle accumulée dans la population

- accumuler la vitesse de déplacement

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

pour obtenir l'indicateur

$$U$$

qui est l'importance de déplacement de la population dans l'univers

- imposer la force à la vitesse

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

pour obtenir l'indicateur

$$P * U^2 * T^3$$

qui est la puissance de la population

- imposer la distance à la force

$$U * P * U * T^2$$

pour obtenir l'indicateur

$$P * U^2 * T^2$$

qui est de nouveau une énergie, mais cinétique cette fois

Raisonner 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 qu'un comportement rationnel est aléatoire

## **Entreprises**

Les proportions sont utilisées en gestion tout comme en technique

Les rapports

*bénéfice / chiffre d'affaires*

tout comme le rapport

*cours d'une action / bénéfice de l'entreprise*

sont utilisés quotidiennement par les gestionnaires

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 particulier pour que le modèle soit réaliste il doit tenir compte de la proportionnalité dynamique entre des entreprises dont les tailles sont très variables

## **Echelles**

Les scientifiques ont l'habitude d'étudier des réalités similaires à différentes échelles

Les organisations humaines par exemple peuvent être constituées de quelques individus confinés dans un bureau ou de centaines de milliers d'individus distribués sur de larges portions d'un univers bien réel

Tant que la similitude est garantie et que le modèle est conçu dans un univers scientifique cohérent il est possible pour un scientifique de prédire le comportement d'une réalité quelconque