

Pr. Henri BROCH

# Cours de Zététique (1)

*Méthodologie Scientifique*



Couverture de l'ouvrage "Au Coeur de l'Extra-Ordinaire" de Henri Broch, éd. Book-e-Book 2015. Illustration de Paul Lebrun.  
<http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>

**Licences**

(1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> & 3<sup>ème</sup> années, UFR Sciences)

# Zététique

<http://sites.unice.fr/site/broch/zetetique.html> - définition

La Zététique, du grec *zêtêin* = chercher, est la "méthode dont on se sert pour pénétrer la raison des choses" (dict. Littré)

*Le droit au rêve a pour pendant le devoir de vigilance*

## Zététique 1. Méthodologie Scientifique

Plan du cours

### A) METHODE & OUTILS GENERAUX

*On définit les connaissances de base, les principes et les instruments généraux qu'il est nécessaire posséder dans sa trousse à outils*

#### Observation & Expérimentation

Cycle Induction-Déduction-Rétroaction, concept d'interaction, cas "bio-particulier" de la force électrique, ordres de grandeurs, unités,... Que sont les écarts ("erreurs"), incertitudes, limites de précision [attention à la confusion *exactitude* / *précision*] d'une mesure, d'un calcul ? Comment les classer ? Les calculer ? Les évaluer ? Les interpréter ?...

#### Analyse dimensionnelle & Lois d'échelle

Grandeurs fondamentales et dérivées,... Relations et interdépendances ? Equations aux dimensions. Fécondité de l'analyse dimensionnelle. Isométrie, allométrie... Lois d'échelle dans le monde vivant... Comment les déterminer ? Fécondité de l'analyse d'échelle dans des situations complexes...

#### Méthodes statistiques, Probabilités & Corrélations

Traitement statistique et événements aléatoires,... fréquence, probabilité, variance, écart-type, mode, médiane, moyenne,... Comment définir et utiliser ces paramètres ? Loi binomiale, distributions de Poisson ; densité de probabilité, distribution de Laplace-Gauss : quand, comment et pourquoi les utiliser ? Qu'est-ce qu'une corrélation ? Comment la calculer ? Quelle information en tirer ? Sans oublier de bien distinguer corrélation / causalité...

### B) LES REGLES DE BASE via l'exemple de leur APPLICATION AU "PARANORMAL"

*On examine les "faits" revendiqués et l'on mène une réflexion et une analyse sur la forme pour découvrir les Règles d'Or d'un traité d'autodéfense intellectuelle*

#### Démarcation science / pseudo-sciences

S'il n'existe pas une et une seule méthode scientifique valable sur l'ensemble des champs de recherche, il existe par contre une *methodologie de portée véritablement générale* ; comment la définir ? Quels sont les critères pour qu'une hypothèse ou un résultat acquière le qualificatif "scientifique" ?

#### Les Facettes de la Zététique

Ce dont il faut se souvenir, ce qu'il faut faire.

Mise en forme de l'Art du Doute, fondement de toute démarche à caractère heuristique, et organisation des "Facettes" du véritable outil fonctionnel - utilisable en situation - que constitue la Zététique.

#### Les Effets de la Zététique

Ce qu'il faut (essayer de) détecter.

Des Facettes un peu particulières sont distinguées et étudiées sous la forme des "Effets".

#### Du Gorille noir au Poivron vert

Une découverte *en direct* de quelques "pouvoirs" et "non-pouvoirs" très particuliers de notre [cerveau](#)... Notre cerveau compare, ordonne, interprète, complète, re-construit,... Comment interviennent alors illusion de contraste, cécité (in)attentionnelle et autres cécités au changement ?... Toute la fluidité de la capacité de notre cerveau à reconnaître - ou inventer ! - une trame et en rechercher une signification...

Facettes et Effets sont traités via les phénomènes "paranormaux" ou "hors-normes" : radiesthésie, psychokinèse, spiritisme, fakirisme, parapsychologie, marche sur le feu, astrologie, médecines magiques, archéologie fantastique, expériences de psychologie sociale,...

Ce polycop est destiné à permettre de prendre plus facilement des notes de cours en se concentrant sur les points forts évoqués ainsi que sur la méthode, en évitant une perte de temps par la saisie de graphiques, formules ou valeurs chiffrées. In fine, des pages pour vos notes personnelles sont également disponibles.

Plus d'informations ? ----> <http://sites.unice.fr/site/broch/enseignement.html>

Découvrir les livres de zététique ? ---> <http://book-e-book.com/>

### *Questions souvent posées...*

#### *--- "Quel est l'objectif de cette matière, de cette UE ?..."*

Comprendre les fondements de la *méthode* scientifique, de la *démarche* scientifique. Et surtout en acquérir les *outils*, c'est-à-dire **apprendre à utiliser ces outils en situation**.

*A un homme qui meurt de faim*

(un étudiant qui a soif de connaissance) :

- *on peut donner un poisson à manger*

(offrir le livre d'une spécialité, présenter les résultats d'une discipline)...

- *mais on peut aussi [...aussi et non pas plutôt] lui apprendre à pêcher*

(apprendre bien sûr à chercher une information mais, simultanément, comment l'analyser et la décrypter)...

**Tenter d'expliquer le comment et parfois le pourquoi, *comprendre pour savoir utiliser* :  
la Zététique est là pour ça.**

#### *--- "Quelle est l'utilité concrète de cette matière ?... A quoi mène-t-elle ?..."*

Son utilité ? ... Vous aider dans tous les autres domaines que vous aborderez. Et, ce, que ces domaines soient des domaines d'études ou de votre vie quotidienne, des domaines de recherche ou d'application, des domaines fondamentaux ou non, des domaines scientifiques ou non,...

Les savoirs acquis dans cette UE sont en effet largement, directement, et concrètement utilisables.

**Vous donner un coup de main dans de très nombreux domaines :  
la Zététique est là pour ça.**

#### *--- "Pourquoi ce cours en licence ?..."*

Pourquoi ce curieux a priori qui est que les étudiants de Licence actuels, essentiellement ceux de Sciences mais non exclusivement, étant soi-disant « déjà formés » aux mathématiques et à la physique, on pourrait les exclure de ceux à qui on devrait présenter la démarche scientifique ? ...

Des bases sont à connaître qui n'ont pas forcément été vues. Et ces bases sont non seulement utiles mais *nécessaires* pour bien comprendre de nombreux phénomènes.

- Quand vous serez face à des résultats d'expériences (nécessairement analysés de manière statistique lorsque l'on ne parle pas à l'unité près mais à plusieurs milliards de molécules - ou d'individus - près !), il vous faudra savoir *comment* juger ces résultats afin de ne pas prendre pour argent comptant... ce qui n'en est peut-être pas :-))

- Quand on vous décrira par exemple des animaux à sang froid, hétéothermes, vous saurez *pourquoi* de tels animaux existent et, en comprenant les raisons, vous comprendrez et utiliserez mieux les fameuses "lois de la nature" (qui sont, en fait, les lois humaines - créées et formalisées par les humains - de la nature)...

- Quand on vous parlera d'études publiées dans des revues scientifiques et de savants chercheurs ayant, par exemple, "*démontré que les lignes THT provoquent des leucémies chez les enfants*", vous saurez ... que c'est - peut-être - du pipeau et, surtout, vous saurez *pourquoi* c'est peut-être du pipeau !

*Quand le sage montre la Lune avec son doigt, ...  
le zététicien regarde la Lune...  
mais garde toujours un œil sur le doigt !*



*Le sérieux n'empêche pas un petit clin d'oeil à StarWars TSG (et à la 20th century Fox)... Cf. <http://book-e-book.com/>*

## ***MÉTHODE & OUTILS GÉNÉRAUX***

*Où l'on définit d'abord les connaissances de base,  
les principes et les instruments généraux  
qu'il est nécessaire de posséder  
dans sa*

***trousse à outils***

## OBSERVATION & EXPÉRIMENTATION

Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?...

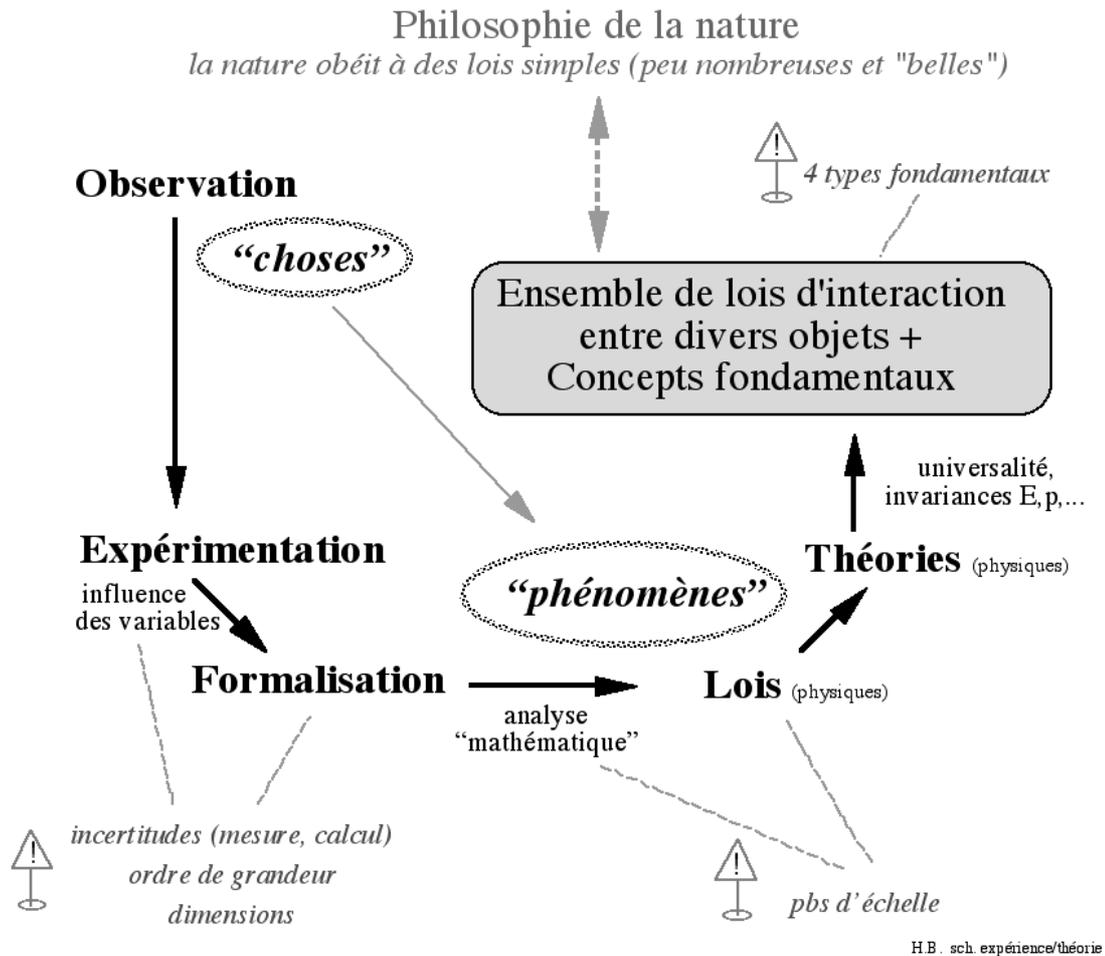
Qu'est-ce que la **Zététique** ? (du grec *zêtêin* = chercher) "la méthode dont on se sert pour pénétrer la raison des choses"

Cf. <http://sites.unice.fr/site/broch/zetetique.html> - définition

...  
...

Les deux points fondamentaux de *l'observation* et de *l'expérimentation*.

La trame du cours :



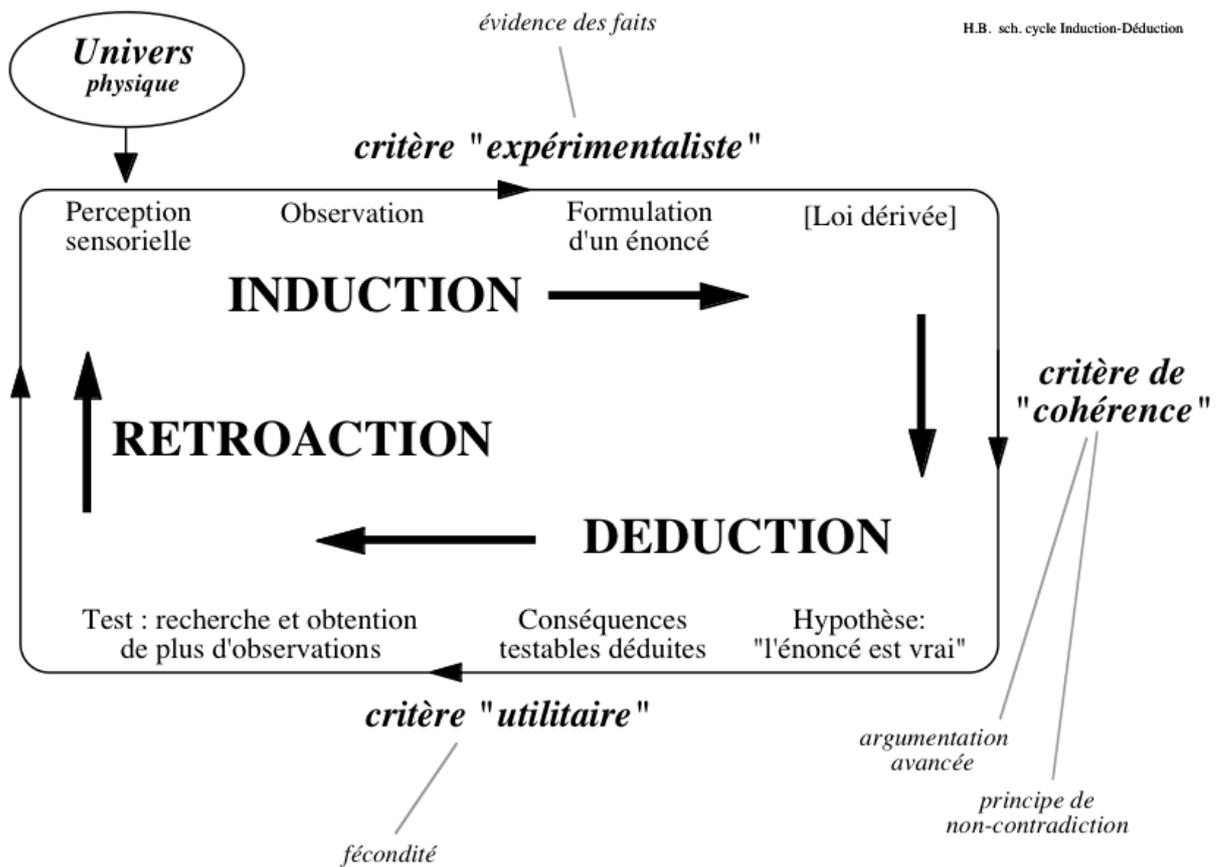
<http://book-e-book.com/livres/8-l-art-du-doute-9782915312119.html>

...  
...

**Modèle** : succession de raffinements pour élaborer une description de plus en plus précise de la fonction étudiée.

"*Expliquer du visible compliqué par de l'invisible simple*", Jean Perrin

(Prix Nobel de physique, créateur "du" CNRS et du Palais de la Découverte)



<http://book-e-book.com/livres/8-l-art-du-doute-9782915312119.html>

Aie ! --> Observation

--> Formulation : "Les pommes tombent"

--> loi "Les corps s'attirent...  $Gmm/d^2$ "

N.B. : on reviendra dans le dernier cours (cf. in fine du polycop) à cette boucle de raisonnement

**Induction / Déduction / Rétroaction      Observation / Réflexion / Expérimentation**

"Il faut que l'observation de la nature soit assidue, que la réflexion soit profonde, et que l'expérience soit exacte."

## LE CONCEPT D'INTERACTION & la notion de Force

- a) **interaction gravitationnelle**      attraction universelle  
à l'échelle des objets astronomiques et à la nôtre
- b) **interaction électromagnétique**      attractive / répulsive  
à notre échelle et entre noyau et électrons, entre atomes
- c) **interaction forte**      à très courte portée  $< 10^{-15}$  m  
cohésion noyaux des atomes, entre nucléons et quarks
- d) **interaction faible**      à très courte portée      (pour expliciter la radioactivité  $\beta$ )

Les forces sont symbolisées par des vecteurs, i.e. existent direction, sens et intensité.

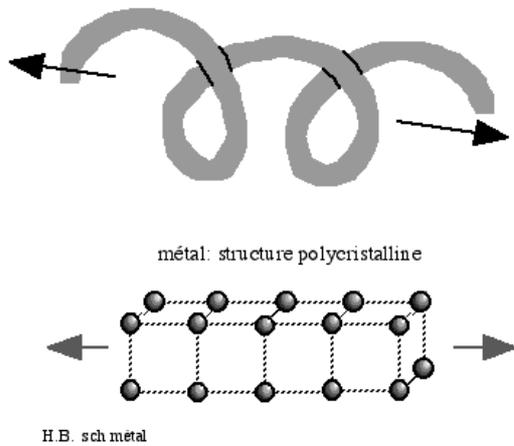
$$(\text{Intensité } F = G.m.m' / d^2 \quad F = K.q.q' / d^2)$$

**LE CAS "BIO-PARTICULIER" DE LA FORCE ÉLECTRIQUE**

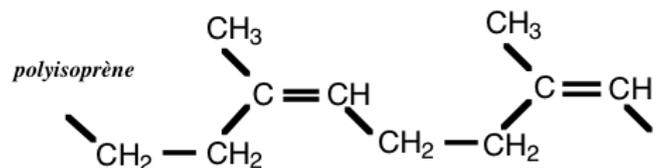
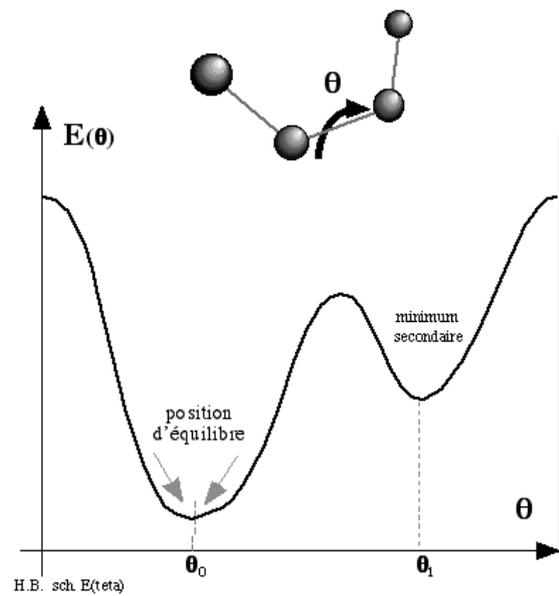
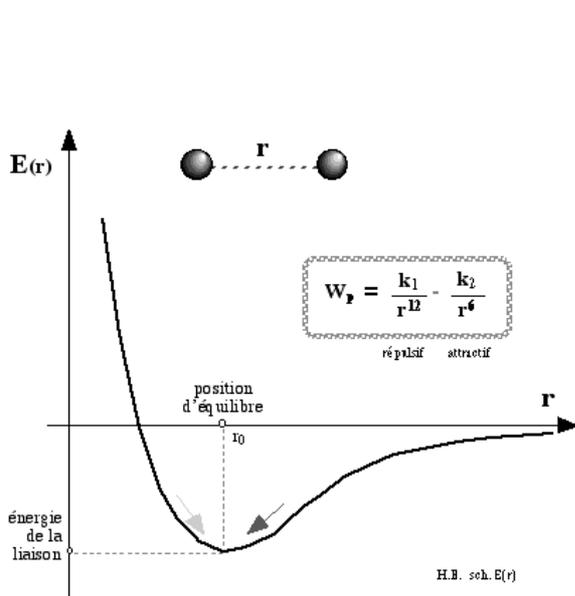
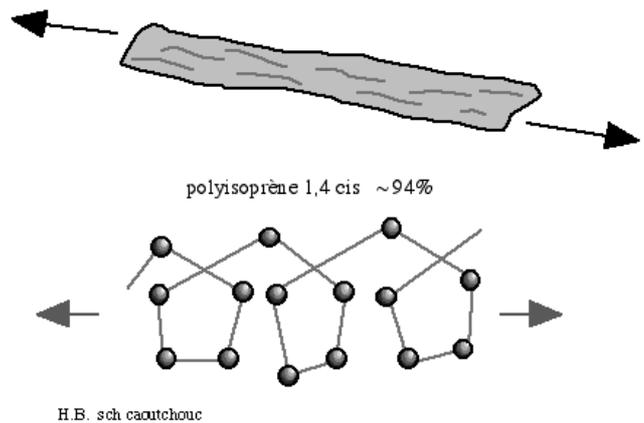
- a) On tire sur un ressort métallique, sur un élastique... Origine de la force ressentie ? ...  
 b) On touche un objet quelconque... Origine de la sensation que l'on en a ? ...

a)

ressort métallique



élastique en caoutchouc



H.B. Vulcanisation (chauffage latex avec soufre) ==> ponts SS entre différentes chaînes

Somme des petites forces électriques microscopiques = Force "élastique" macroscopique.

*b) On touche un objet quelconque... Origine de la sensation que l'on en a ? ...*

...  
...

Les forces nucléaires n'interviennent pas en dehors des noyaux.

L'attraction gravitationnelle universelle n'explique évidemment pas pourquoi notre main... ne s'enfonce pas dans la table sur laquelle elle est posée !

...

**A notre échelle\* , toutes les forces qui se manifestent lors du *contact* de deux corps sont de nature électrique.**

La force électrique doit donc être singularisée à cause du rôle central qu'elle joue dans les phénomènes biologiques\* .

## UNITÉS & ORDRES DE GRANDEUR

Unités de base du **S**ystème **I**nternational

longueur :	<b>mètre</b> (m)
masse :	<b>kilogramme</b> (kg)
temps :	<b>seconde</b> (s)
intensité de courant électrique :	<b>ampère</b> (A)
température thermodynamique :	<b>kelvin</b> (K)
quantité de matière :	<b>mole</b> (mol)
intensité lumineuse :	<b>candela</b> (cd)

Non classées comme unités de base ou unités dérivées, les unités *supplémentaires* sont :

angle plan :	<b>radian</b> (rad) <b>[sans dimension]</b>
angle solide :	<b>stéradian</b> (sr) <b>[sans dimension]</b>

...

...

Définitions, sous réserve de changements...

- **mètre** (m) : "longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 792 458 de seconde"
- **kilogramme** (kg) : "unité égale à la masse du prototype international du kilogramme"
- **seconde** (s) : "durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de Césium 133"

- **ampère** (A) : "intensité d'un courant électrique constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de 1 mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces conducteurs une force égale à  $2 \cdot 10^{-7}$  newton par mètre de longueur"
- **kelvin** (K) : "fraction 1/273,16 de la température thermodynamique du point triple de l'eau"
- **mole** (mol) : "quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kg de C12"
- **candela** (cd) : "intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence  $540 \cdot 10^{12}$  Hz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watt par stéradian"
- 
- **radian** (rad) : "le radian est l'angle plan compris entre deux rayons qui interceptent, sur la circonférence d'un cercle, un arc de longueur égale à celle du rayon"
- **stéradian** (sr) : "Le stéradian est l'angle solide qui, ayant son sommet au centre d'une sphère, découpe, sur la surface de cette sphère, une aire égale à celle d'un carré ayant pour côté le rayon de la sphère"

**Coefficient** ou **module** : nombre *avec* une dimension

...

**Paramètre** : grandeur *avec* une dimension

...

**Facteur** : nombre *sans* dimension

...

**Niveau** : logarithme du rapport d'une grandeur à une valeur de référence ; *sans* dimension

...

(exemple : niveau sonore mesuré en "décibels")

**Nombre** caractéristique : combinaison *sans* dimension de grandeurs physiques

...

(exemple : "nombre de Reynolds" pour l'écoulement d'un fluide)

Et n'oubliez pas que les termes utilisés ont (souvent) un *sens* qui vous permet de mieux les mémoriser.

Exemple : **billion** = million<sup>2</sup> =  $(10^6)^2 = 10^{12}$  ;  
**trillion** = million<sup>3</sup> =  $(10^6)^3 = 10^{18}$   
**quadrillion** = million<sup>4</sup> =  $10^{24}$   
**quintillion** = million<sup>5</sup> =  $10^{30}$   
etc...

(attention, sur cet exemple, aux textes en langue américaine car cette dernière conserve de vieilles dénominations !)

Si les unités ne sont pas précisées : par défaut, ce sont les unités *de base* qui s'appliquent.

...

...

Il faut toujours avoir une *idée* des **quantités** à manipuler et/ou calculer, une idée des **ordres de grandeur**.

## ORDRES DE GRANDEUR

	LONGUEURS (mètres)	MASSES (kilogrammes)	TEMPS (secondes)	Préfixe, symbole
$10^{30}$		Soleil		
$10^{27}$	"taille" de l'Univers (actuellement connu)			
$10^{24}$		Terre		yotta, Y
$10^{21}$	diamètre Galaxie			zetta, Z
$10^{18}$			âge "connu" de la structure Univers	exa, E
$10^{15}$	une année de lumière (a.l.)		apparition de l'homme sur Terre	péta, P
$10^{12}$	distance Terre- Soleil		peintures rupestres (Lascaux,...)	téra, T
$10^9$	distance Terre- Lune		durée vie humaine	giga, G
$10^6$	rayon de la Terre	Tour Eiffel		méga, M
$10^3$				kilo, k
<b>1*</b>	<b>~ notre taille</b>	<b>~ notre masse, un litre d'eau</b>	<b>~ un battement de notre cœur</b>	
$10^{-3}$			période des sons audibles	milli, m
$10^{-6}$	certains virus			micro, $\mu$
$10^{-9}$	molécules, atomes			nano, n
$10^{-12}$			vibrations atomiques	pico, p
$10^{-15}$	taille des noyaux	ADN (moyenne)	ondes lumineuses	femto, f
$10^{-18}$	"rayon" électron			atto, a
$10^{-21}$			vibrations nucléaires	zepto, z
$10^{-24}$				yocto, y
$10^{-27}$		proton		
$10^{-30}$		électron		

\* Attention au principe "*anthropique*" !

## MESURES & INCERTITUDES

### 1) Limite de précision d'une mesure

Codage extraterrestre.

*Comment rapporter un maximum d'informations dans un minimum de place ? Et sans aucune surcharge pondérale ?*

...

Coder une encyclopédie. Exemple :

- 0 sépare deux caractères et 00 sépare deux mots
- Un nombre différent pour chaque caractère (lettre, numéro, signe de ponctuation)

**A = 1 ; B = 2 ; C = 3 ; ... , ...**

(attention au problème J = 10 d'où J --> 11 et S = 20 d'où S --> 21)

Femme --> 60501401405 et Homme --> 801601401405

Totalité de l'Encyclopédie --> un nombre gigantesque :

130502100605014014050210022050190190905015015050210021016015022002050130130502100..  
(LES FEMMES TERRIENNES .....

On introduit alors un zéro au début ==> **fraction décimale**

**0,1305021006050140140502100220501901909050130130...**

Avant de retourner dans sa galaxie,

E.T. fait une marque sur son bâton pour obtenir 2 segments **a** et **b**

tels que le rapport des longueurs **a/b** = 0,1305021006050140140502100220501901909050130130...

A l'arrivée, les experts aliens mesurent a et b.

==> a/b ==>...

...

...

C) ... Il y a une **marge** entre la "**théorie**" et la "**pratique**" !

### 2) Limite de précision d'un calcul

Algèbre et informatique numérique

a) Résoudre

(Cf. TD)

$$10^{-8} \cdot x^2 - 0,8 \cdot x + 10^{-8} = 0$$

...



... 1 racine *fausse* ?

$$X_1 = - (b + k(b^2 - 4ac)^{1/2}) / 2a$$

et

$$X_2 = c/aX_1$$

avec  $k = +1$  si  $b \geq 0$  et  $k = -1$  si  $b < 0$

### b) Valeurs des fonctions

(Cf. TD)

$$U = [(Y + X) - X] / Y$$

$$V = [Y + (X - X)] / Y$$

pour  $X = 1$  et  $Y = 10^{-40}$

...

## INCERTITUDES EXPERIMENTALES

Définitions - Classification - Evaluation & Interprétation - Calculs

### DEFINITIONS

#### 1° Valeur vraie X

C'est *la* valeur de la grandeur. En général bien définie. Mais pour une mesure expérimentale exacte, il faudrait des conditions idéales, des appareils parfaits.

...

#### 2° Valeur expérimentale X'

Mesure donne valeur X' plus ou moins proche de valeur vraie.

...

#### 3° Ecart ("*Erreur*")

C'est la différence  $X - X'$  (positive ou négative).

$X - X'$  est l'écart absolu ("*erreur*" absolue )

unité : celle de X

$(X - X')/X$  écart relatif ("*erreur*" relative)

sans unité

...

*Il faudrait réserver le terme "erreur" à une défaillance dans le protocole de mesure, humaine (lecture) ou matérielle (panne).*

#### 4° Incertitude

Borne supérieure "raisonnable" de l'écart, pas toujours facile à estimer.

L'incertitude, contrairement à l'écart, est *toujours positive*. Elle est prise en valeur absolue :

$$\Delta X = |X - X'| \quad \text{Incertitude relative : } \Delta X / X$$

...

## CLASSIFICATION DES ECARTS ("ERREURS")

### 1° **Ecart** (erreur) **accidentel(le)** ou **Ecart aléatoire**

Ecart que l'on ne peut pas contrôler. Signe non connu.

- Ecart dus à la limitation de *précision* des appareils utilisés.  
*Incertitude relative* indiquée par constructeur (*n%*)
- Ecart dus à l'expérience.  
Expérimentateur en cause : chronométrage plus ou moins précis (temps réflexe), réglage, mise au point, ...  
...  
...

### 2° **Ecart** (erreur) **systématique** (ou **Décalage systématique**)

Ecart dont on peut connaître le signe, pouvant être corrigé.

- Erreur d'étalonnage d'un appareil. Exemple : double décimètre cassé, ...
- Négligement\* de certains phénomènes : poussée d'Archimède lors d'une pesée ; échauffement d'une résistance électrique, ...  
\* Littre .
- Négligement de décimales pour certaines constantes :  $\pi = 3,14$  ;  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , ou  $g = 10 \text{ m/s}^2$  ... etc.  
...  
...

## EVALUATION & INTERPRETATION

1° L'incertitude provient essentiellement de la limitation des appareils utilisés (précision  $\Delta X/X$ ) :

$$\implies \Delta X = \Delta X_{\text{appareil}}$$

2° L'incertitude provient essentiellement du mode opératoire et/ou de l'expérimentateur :

$$\implies \Delta X = \Delta X_{\text{mesure}}$$

Série de mesures, dispersion, résultat isolé ?...

...  
...

où  $\Delta X_{\text{mesure}} = | \text{différence entre moyenne et mesure s'en écartant le plus} |$

...

3° Incertitude calculée à partir de la précision des appareils et incertitude due à la dispersion des mesures du même ordre de grandeur :

$$\implies \Delta X = \Delta X_{\text{appareil}} + \Delta X_{\text{mesure}}$$

-----

Séries  $X_i \pm \Delta X_i$

Si conditions expérience ou méthode changées

$$\implies \text{Moyenne et } \Delta X \text{ pour } \textit{chaque} \text{ série : } X_{1m} \pm \Delta X_1 ; X_{2m} \pm \Delta X_2 ; \dots$$

...

...

Comparaison ? Compatibilité ?

...

## CALCULS D'INCERTITUDES

Variable exprimée en fonction de divers paramètres indépendants. Situation de la forme  $f(x,y,z,\dots)$  où  $x, y, z$  sont les paramètres accessibles via l'expérience.

Incertitude ?

Et incertitude relative ?

Exemple :

$$f = \frac{x^3 y}{x + y}$$

1) **Prendre le logarithme** (néperien) de la fonction (de manière à transformer les produits et quotients en additions et soustractions) :

$$\log f = \log x^3 y - \log (x+y) = 3 \log x + \log y - \log (x+y)$$

2) **Calculer la différentielle** totale exacte en fonction des diverses variables :

$$\frac{df}{f} = 3 \frac{dx}{x} + \frac{dy}{y} - \frac{d(x+y)}{x+y} = 3 \frac{dx}{x} + \frac{dy}{y} - \frac{d(x)}{x+y} - \frac{d(y)}{x+y}$$

3) **Regrouper** toutes les différentielles par variable (étape... souvent oubliée !) :

$$\frac{df}{f} = dx \left( \frac{3}{x} - \frac{1}{x+y} \right) - dy \left( \frac{1}{x+y} - \frac{1}{y} \right)$$

4) Passer aux  $\Delta$ , taux d'accroissement ; les "-" entre différentielles deviennent "+" et les facteurs prennent des valeurs absolues (attention, les signes "internes" aux facteurs sont conservés).

$$\frac{\Delta f}{f} = \Delta x \left| \frac{3}{x} - \frac{1}{x+y} \right| + \Delta y \left| \frac{1}{x+y} - \frac{1}{y} \right|$$

#### NOTA BENE

- Incertitudes *expérimentales* très souvent à déterminer *au moment* de la mesure.
- Chiffres significatifs : ceux qui ne comportent pas d'incertitude **et** premier chiffre sur lequel porte l'incertitude.
- *Limiter* le nombre de décimales d'un résultat en fonction du  $\Delta X$ .  
On peut conserver *au maximum* une décimale au-delà de la première décimale sur laquelle porte l'incertitude :  
Exemple :  $X = 7,3842501$   $\Delta X = 0,0131203$   $\implies$  résultat présenté :  $X = 7,384 \pm 0,014$
- Aucun  $\Delta X$  précisé  $\implies$  incertitude de **1 sur le dernier chiffre** significatif donné.
- Un zéro est également un chiffre *significatif*.
- $X$  et  $\Delta X$  doivent être donnés à la *même* "puissance".

Toujours penser à la **limite de précision** d'un calcul ou d'une mesure.

L'**incertitude sur une donnée** est tout aussi importante que la donnée elle-même puisqu'elle décide de la **fiabilité** que l'on peut accorder à cette donnée  
et,  
par voie de conséquence,  
de la fiabilité à accorder à l'hypothèse ou la **théorie** reposant sur ce résultat.

#### Attention aux confusions de termes !

Exemple : qu'est-ce qu'un résultat *exact* ? *précis* ?...  
(résultat d'une série de plusieurs expériences, mesures, etc.)

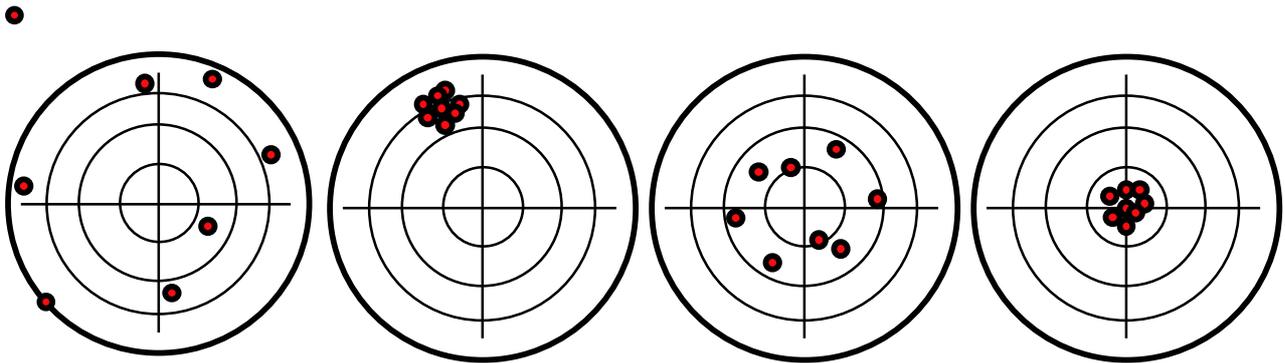
...  
...

Ni précis ni exact

Précis mais... pas exact

Exact mais... pas précis

Exact et précis



- Ensemble de valeurs réparties diversement, "aléatoirement", sur le domaine ; c'est un résultat qui n'est ni précis, ni exact.
- Bien regroupées mais loin du centre ; résultat précis mais pas exact.
- Loin du centre mais dont la valeur *moyenne* donne un point très près du centre ; résultat exact mais non précis.
- Regroupées dans une petite zone autour du centre ; résultat exact et précis.

Quelque chose peut être précis... sans être exact ; et quelque chose peut-être exact sans être précis.

Dispersion

...

Fiabilité

...

***Précision* et *exactitude* : les deux termes ne sont *pas* synonymes !**

<http://book-e-book.com/livres/11-comment-dejouer-les-pieges-de-linformation-ou-les-regles-dor-de-la-zetetique-2915312126.html>

On cherche l'*exactitude* sans l'atteindre toujours.

(i.e. aspiration à connaître la vérité)

La *précision* mesure en fait la dispersion des valeurs.

(i.e. notre difficulté à atteindre l'exactitude mais également le témoignage des efforts que l'on fait)

# ANALYSE DIMENSIONNELLE & LOIS D'ECHELLE

## DIMENSIONS & EQUATIONS AUX DIMENSIONS

Les unités des grandeurs fondamentales peuvent être choisies arbitrairement ; celles des grandeurs dérivées s'en *déduisent*.

$$\implies \text{force : 1 newton } N = 1 \text{ kg. m. s}^{-2} \quad \implies \text{énergie : 1 joule } J = 1 \text{ kg. m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \quad \dots/...$$

On peut exprimer symboliquement les relations entre différentes grandeurs, en fonction des grandeurs fondamentales  $\implies [force] = [M.g] = [M].[g] = [M].[L.T^{-2}] = [M].[L].[T]^{-2}$

Application la plus importante : *homogénéité* d'une formule

Toujours faire la résolution algébrique et vérifier la dimension *avant* de faire l'application numérique.

## FÉCONDITÉ DE L'ANALYSE DIMENSIONNELLE

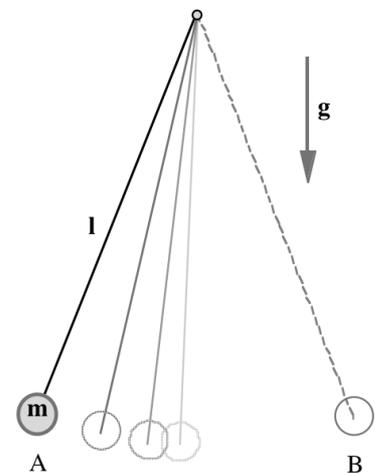
Dans une situation complexe, il faut déterminer les paramètres *influant* sur la valeur d'une grandeur (paramètres "*pertinents*"). Et l'analyse dimensionnelle est alors une méthode d'exploration d'une très grande efficacité.

Exemple du **pendule** :

- a) L'approche du radiesthésiste :

...  
 "tour" avec... une *dimension* !  
 ...  
 et  
 ...  
*Puissance* directement proportionnelle à... *l'éloignement* !!  
 ...

- b) L'approche du physicien :



H.B. sch. pendule/analyse dim.

Quels sont *a priori* les paramètres *pertinents* ?

Longueur, poids (donc masse et gravitation) : **l, m, g**

...

--- 1) **Supposons** que la période T des battements du pendule soit de la forme "produit"\* :

$$T = k \cdot l^a \cdot m^b \cdot g^c \quad (\text{k est un simple facteur de proportionnalité, sans dimension})$$

on peut l'écrire aussi  $T \propto l^a \cdot m^b \cdot g^c$

\*forme "somme" impossible, car...

...

...

--- 2) Faisons une **analyse dimensionnelle** de cette équation :

$$[T] = [L]^a [M]^b [L \cdot T^{-2}]^c$$

$$= [L]^{a+c} [M]^b [T]^{-2c}$$

Or, la dimension du terme de droite *doit* être la même que celle du terme de gauche.

Ce qui implique  $a+c = 0$  ;  $b = 0$  ; et  $-2c = 1 \implies a = 1/2$  ;  $b = 0$  ;  $c = -1/2$

La formule de départ  $T = k \cdot l^a \cdot m^b \cdot g^c$  devient donc  $T = k(l/g)^{1/2}$

--- 3) Esprit critique... + **pratique** :

On multiplie, par exemple, la longueur par 4  $\implies$  ...

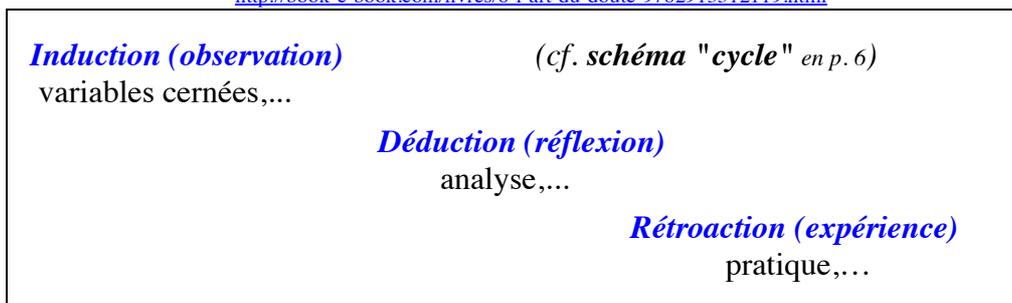
Pour une longueur de 1 m (ou de 9,81 m ou...), on mesure T  $\implies$  ...

...

...

$$\implies T \approx 2\pi (l/g)^{1/2}$$

<http://book-e-book.com/livres/8-l-art-du-doute-9782915312119.html>



*"L'observation recueille les faits, la réflexion les combine, l'expérience vérifie le résultat de la combinaison"*

## LES LOIS D'ECHELLE

Les lois d'échelle - par exemple parmi les espèces - reflètent la manière dont les tailles globales (hauteur, masse,...) varient et les interdépendances existant entre ces diverses caractéristiques.

Exemple :

pour les mammifères *terrestres*, le volume sanguin (en cm<sup>3</sup>) est directement proportionnel à la masse des animaux (en kg)

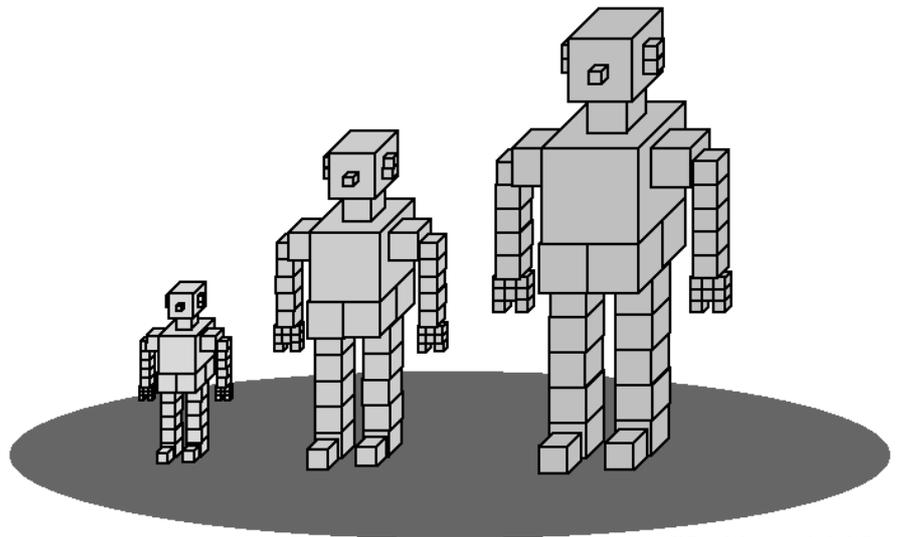
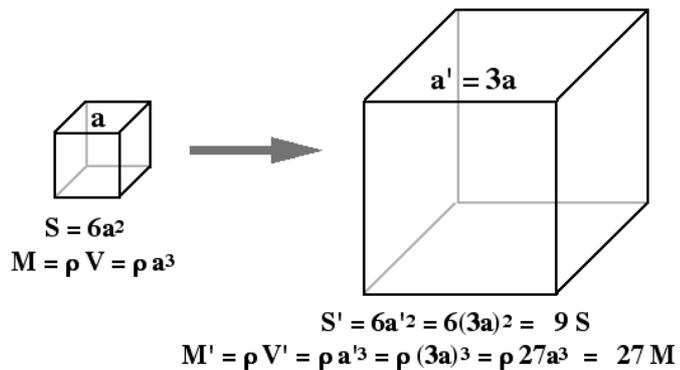
$$V_{\text{sang}} = 76 M \quad (\text{attention à la dimension du coefficient !})$$

### FÉCONDITÉ DE L'ANALYSE D'ÉCHELLE

• Jonathan Swift "Les voyages de Gulliver"

Lilliputiens ("6 pouces maximum de haut", rapport 12)

et géants de Brobdingnag (rapport inverse). Avec masse volumique  $\rho$  identique à la nôtre.



H.B. sch. homme, cube / échelle

Somme de petits cubes...

...  
...

De manière générale,

si  $a' = n a \implies S' = n^2 S$  et  $M' = n^3 M$

- **Lilliputien** :

taille **12** fois plus petite que celle de Gulliver,  
surface **12<sup>2</sup>** fois plus petite, i.e. surface **144** fois plus petite  
volume, donc masse (cf.  $\rho$ ), **12<sup>3</sup>** fois plus petit i.e. masse **1728** fois plus petite

...  
...

Conclusion : perte de chaleur relative à la masse corporelle 12 fois plus *importante* que la nôtre.

==> ...

- **Géant** :

12 fois plus grand donc 1728 plus lourd mais surface de pied seulement 144 fois la nôtre.

Conclusion : la pression au sol est 12 fois plus importante !

==> ...

...

Conclusion générale : les Etats décrits par Swift sont impossibles.

Conclusion... "généralisée" :

-- *A partir d'une certaine petite taille, les animaux sont préférentiellement "à sang froid".*

-- *Forme et squelette osseux des êtres vivants géants ne peuvent pas être identiques aux nôtres.*

• Dangerosité de petites quantités...

<http://sites.unice.fr/site/broch/articles/index.html> - environnement

Les réactions entre molécules - par exemple le couplage entre poussières et métaux, **dioxines** (cf. schéma dioxine de Seveso), furanes, PCBs,... - dépendent essentiellement de la **surface d'échange** que présentent ces molécules.

(phénomène d'adsorption)

Donc, la *surface* est un paramètre primordial.

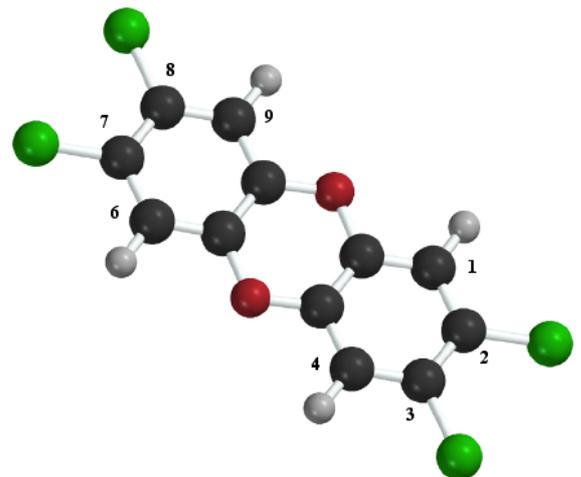
...

Au delà de la *quantité* d'un produit, c'est la *manière* dont un produit est diffusé qui compte réellement.

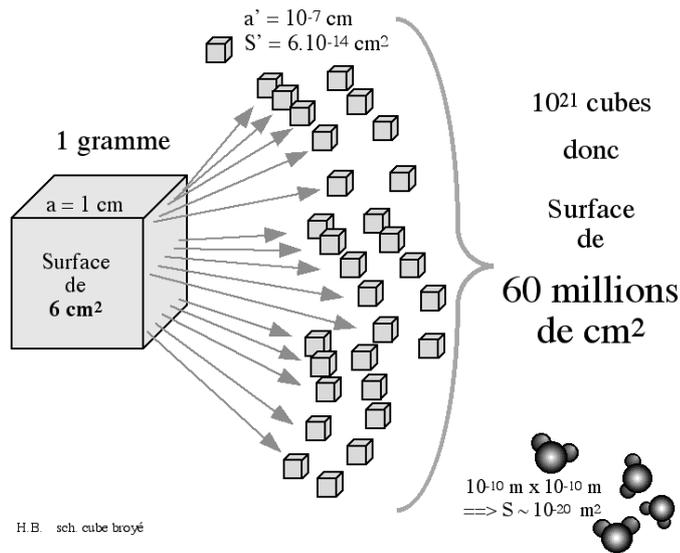
- La *surface* de chaque grain *diminue* comme la **puissance 2** du facteur de broyage.

- Mais le *nombre* de grains *augmente* comme la **puissance 3**.

⇒ La surface totale croît *très vite* en fonction du degré de broyage.



Ex. : pollution poussières, **incinération** des déchets, **cimenterie**,...



Conclusion :

le tout petit cube d'origine présente maintenant **une surface dix millions de fois plus importante**, i.e. une surface égale à celle... d'un terrain de football !!!

...

• **Adsorption d'eau à la surface du corps**

...

$$M_{\text{eau adsorbée}} / M_{\text{corps}} \propto L^2 / L^3$$

$$\Rightarrow \propto 1/L$$

... (mouche)...

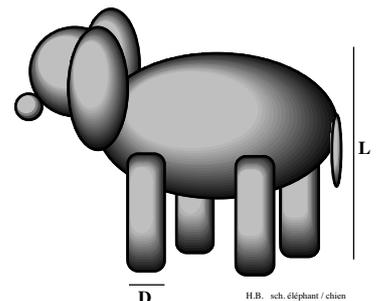
Conclusion : Une mouche tombant dans l'eau... a beaucoup plus de difficultés pour s'en sortir qu'un baigneur !  
 (~ 0,5 l d'eau soit 0,5 kg  $\Leftrightarrow$  100 kg pour taille 1/200)

• **Taille et épaisseur des pattes**

$$\text{masse} \propto L^3$$

$$\text{pression (F/S) au niveau des pattes} \propto L^3 / D^2$$

(D : diamètre "caractéristique" des pattes)



Prenons un éléphant et un chien.

Si  $L_{\text{éléphant}} = 4 L_{\text{chien}}$  et pressions **identiques** au niveau des pattes :

$$(L^3 / D^2)_{\text{éléphant}} = (L^3 / D^2)_{\text{chien}}$$

...

...

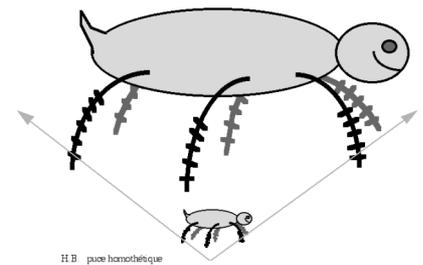
$$\implies D_{\text{éléphant}} = 8 D_{\text{chien}}$$

Conclusion : Le squelette des grands animaux occupe chez eux une proportion plus importante que chez les animaux de petite taille (i.e. *les êtres vivants de grande taille sont plus "trapus"*).

### • Comparaison Puce / Homme

Pour comparer, il faut comparer **à niveau d'échelle identique**.

Pour être à l'échelle humaine, prenons une "biopuce" (homothétique d'une puce par un facteur 1000).

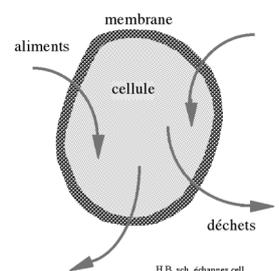


- taille 1000 fois plus grande
- puissance des muscles  $1000^2$  i.e. 1 million de fois
- poids, cube de sa taille  $1000^3$  i.e. 1 milliard de fois
- ...

Conclusion : La biopuce, au lieu de sauter 200 fois sa taille, ne peut sauter *que* 0,2 fois sa taille !

### • Cellule en croissance

La *surface* d'échange croît comme le carré d'une taille caractéristique de la cellule, c'est-à-dire nettement moins vite que le *volume* d'échanges nécessaire (cube de la taille).



La croissance de la cellule amène à une valeur critique le rapport surface/volume

- ==> 3 possibilités :
- état stationnaire
  - asphyxie et mort
  - division (gain surface/volume) de la cellule

Conclusion : la division cellulaire est une nécessité vitale...

### DÉTERMINATION D'UNE LOI D'ÉCHELLE

Soit  $G = k x^a y^b z^c$  avec  $k$  c<sup>te</sup> sans dimension (ou autre écriture :  $G \propto x^a y^b z^c$ ).

Si l'une au moins des variables  $x$ ,  $y$  ou  $z$  est fonction de la taille du système, on aura trouvé une loi d'échelle.

Exemple :

Temps de cuisson ?

Problème de conduction de chaleur :  $C$  capacité calorifique,  $\lambda$  conductivité thermique et  $m$  masse (masse volumique  $\rho$  et taille caractérisée par plus grande longueur  $l$ )

Supposons que le temps  $t$  de cuisson soit une fonction  $f(C, \lambda, \rho, l)$  :

$$t \propto C^a \cdot \lambda^b \cdot \rho^c \cdot l^d$$

Or :

$$[t] = [T]$$

et

$$[C] = [MLT^{-2} \cdot L] \cdot [M]^{-1} \cdot [K^\circ]^{-1} = [L]^2 [T]^{-2} [K^\circ]^{-1} \quad \text{Capacité thermique massique ("calorifique")}$$

$$[\lambda] = [MLT^{-2} \cdot L] \cdot [T]^{-1} \cdot [L^{-2}] \cdot [L] \cdot [K^\circ]^{-1} = [M][L][T]^{-3}[K^\circ]^{-1} \quad \text{Conductivité thermique}$$

$$[\rho] = [M] [L]^{-3}$$

$$[l] = [L]$$

Analyse dimensionnelle

...

...

...

$$\implies t \propto m^{2/3}$$

...

## METABOLISME ET TAILLE (OU MASSE)

Métabolisme P : *dépense énergétique de base* (par unité de temps, donc mesurée en watts) *nécessaire à un être vivant au repos pour survivre dans ses conditions habituelles d'habitat.*

### Données expérimentales

"lois de Kleiber"

a) unicellulaires à la température de 20°C

$$P = 0,018 M^{3/4}$$

b) poïkilothermes à la t° de 20°C

$$P = 0,14 M^{3/4}$$

c) homéothermes avec t° interne voisine de 39°C

$$P = 4,1 M^{3/4}$$

### Essai d'interprétation

Muscle (puissance) :  $P \propto d^2$

...

Os de mammifère,... :  $l \propto d^{2/3}$

...

Modèle "cylindrique" :  $M \propto l.d^2$

...

...

$$\Rightarrow P \propto M^{3/4}$$

### Conséquence

- Les espèces de *petite* taille ont, relativement, des besoins énergétiques *plus* importants.
- Souris (25 g) : mange  $\approx 1/3$  de sa masse /jour (très occupée !)
- Eléphant (3 tonnes) : ration  $\approx 1/100$  de sa masse (quelques loisirs...)
- Animal de 20 g : réserves épuisées en  $\approx 7$  jours.
- Mammifère d'une tonne : subsiste plusieurs mois.

### Durée de vie d'une espèce

- Le métabolisme est proportionnel au volume de sang véhiculé par unité de temps.

$$P \propto V.N \quad (V : \text{volume total de sang} ; N : \text{fréquence cardiaque})$$

$$\text{Or } V \propto M \quad (\text{cf., au début du chapitre sur les lois d'échelle, } V = 76 M)$$

$$\Rightarrow P \propto M.N$$

$$\text{Or } P \propto M^{3/4} \quad (\text{loi de Kleiber, cf. ci-dessus})$$

$$\Rightarrow N \propto M^{-1/4}$$

Or Durée vie = nb total de battements du coeur / fréquence cardiaque type

Et le cœur a une capacité d'environ  $10^9$  battements

$\Rightarrow$  pour une espèce donnée de mammifères, **Durée vie  $\propto M^{1/4}$**

(l'expérience montre que : Longévité<sub>années</sub> =  $10 M^{1/4}$ )

# MÉTHODES STATISTIQUES & PROBABILITÉS

...  
...

**Fréquence** =  $N_A/N$

nombre de fois où l'événement A *s'est réalisé* par rapport au nombre total N de "tirages" (de "cas",...)

**Probabilité P :**

*limite* vers laquelle *tend* la fréquence (cette dernière est souvent malheureusement assimilée à la probabilité) quand le nombre de tirages augmente indéfiniment.

*En faisant bien la différence* entre "effectivement favorisés" (ou "effectivement réalisés") et "potentiellement favorables", on pourra définir la probabilité comme :

$$\text{Nb de cas favorables} / \text{Nb de cas possibles}$$

(sous la réserve, bien sûr, que tous les cas soient équiprobables)

$$\sum_{n=0}^N P(n) = 1$$

Probabilité que 2 événements se réalisent *simultanément* = *produit* des probabilités de chaque événement à condition que ces deux événements soient *indépendants*.

...

"et" -----> x  
 "ou" -----> +  
 si "ou exclusif" ----> [somme - intersection]

...

**Valeur moyenne ou espérance mathématique**

Notation  $\sum_{n=0}^N f(n) P(n) = E[f(n)] = \langle f(n) \rangle = \overline{f(n)} = m$  ...

**Valeur moyenne d'une constante**

$$\sum_{n=0}^N K P(n) = K \sum_{n=0}^N P(n) = K$$
 ...

**Valeur moyenne d'une somme**

$$\sum_{n=0}^N [f(n) + g(n)] P(n) = m + m'$$
 ...

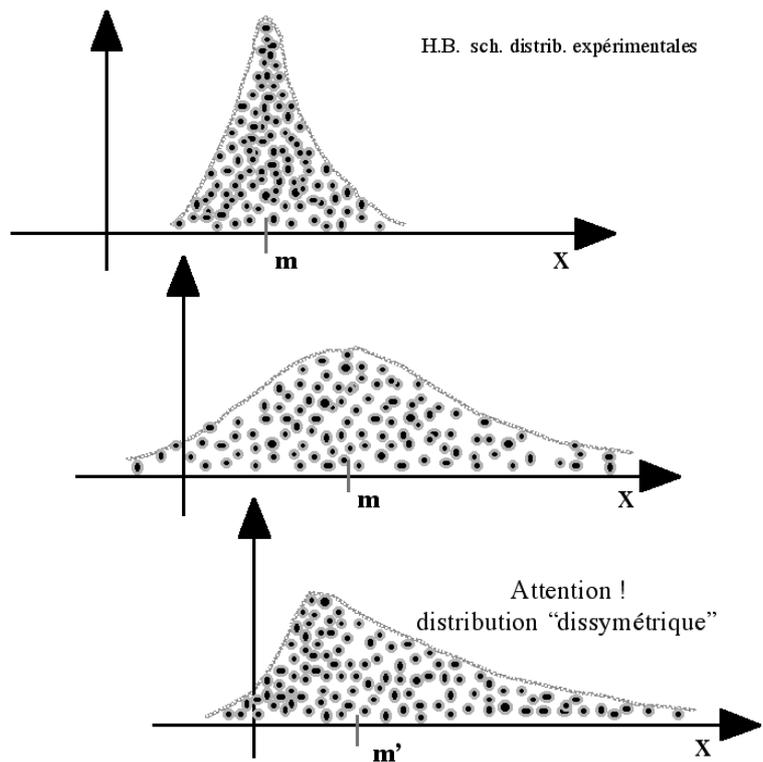
**Valeur moyenne des écarts (à la moyenne)**

$$\sum_{n=0}^N (n-m) P(n) = \sum_{n=0}^N n P(n) - \sum_{n=0}^N m P(n) = 0$$
 ...

==> Moyenne du *carré* des écarts : ...

Tirage,	Fréquence
<b>cœur</b>	
cœur,	1
cœur,	1
pique,	0,67
cœur,	0,75
carreau,	0,60
trèfle,	0,50
carreau,	0,43
...	
cœur,	0,33
pique,	0,31
pique,	0,29
carreau,	0,28
...	
carreau,	0,24
trèfle,	0,24
trèfle,	0,23
pique,	0,23
cœur,	0,24
cœur,	0,26
...	

Distributions de points expérimentaux (variable quelconque)



La moyenne ne rend *pas* bien compte des résultats de plusieurs expériences "identiques". Une même moyenne peut correspondre à des distributions assez différentes [cf. le tir sur cible dans la partie de ce résumé de cours consacrée aux incertitudes, p. 12]. D'où la **nécessité d'un autre paramètre** pour mesurer la "forme", les fluctuations, les **écarts** [... la "précision" du tir sur cible].

**Variance ou dispersion (écart-type)**

$$\sigma^2 = \sum_{n=0}^N (n-m)^2 P(n)$$

...  
...

$$\sigma^2 = \overline{n^2} - (\overline{n})^2$$

**$\sigma$ , écart quadratique moyen**

(s.d. : *standard deviation*, en anglais)

**Moyenne** : moyenne arithmétique "classique".

...

**Mode** : valeur avec la probabilité maximale.

...

**Médiane** : valeur partageant les effectifs en deux moitiés.

...

Moyenne, médiane, mode : des données identiques peuvent donner lieu à [différentes interprétations](#), chacune fondée sur un traitement statistique particulier.

Attention au jour "flatteur" par le simple choix approprié de l'une des trois variables.

## Probabilité et information

Un magasin présente dans sa vitrine un **perroquet blanc** et un **perroquet rouge**.



a) M. Machin s'arrête devant la vitrine.

*Quelle est la probabilité que les 2 perroquets soient des mâles ?*

b) M. Chose entre dans le magasin et demande "L'un des deux est-il un mâle ?". On lui répond oui.

*Quelle est la probabilité que les 2 perroquets soient des mâles ?*

c) M. Truc entre et pose la question "Le blanc est-il un mâle ?". On lui répond oui.

*Quelle est la probabilité que les 2 perroquets soient des mâles ?*

### Blanc - Rouge

- 1 Mâle - Mâle ...
- 2 Mâle - Femelle
- 3 Femelle - Mâle
- 4 Femelle - Femelle

...  
...

"Evidence" parfois... oubliée :

**La probabilité d'un événement dépend de l'information que l'on a sur les paramètres.**

Pour un événement déterminé, **plus** on a de l'information (plus on réduit les possibilités), plus la probabilité de réalisation est **grande**.

Mais, pour un événement quelconque, **moins** nous avons d'information sur le type d'événement, plus la probabilité de réalisation est... **grande** !

## Combien de mélanges (permutations) peut-on faire avec N éléments ?

--- Exemple A)

Trois éléments : **1, 2, 3**

**1**23 132 **2**13 231 **3**12 321

**3** possibilités en premier tirage et **2** possibilités en deuxième tirage et ce qui reste en troisième tirage. Donc  $3 \times 2 \times 1$  soit 6 "mélanges" possibles.

--- Exemple B)

Huit éléments : **Subaru, Renault, Volvo, Audi, Toyota, Peugeot, Citroën, Fiat**

**8** possibilités en première position, donc **7** possibilités restantes en deuxième position et ensuite **6** possibilités pour choisir le troisième élément, etc...

Au total : **8 x 7 x 6 x 5 x 4 x 3 x 2 x 1** soit 40.320 possibilités  
*Écriture plus compacte* : **8!**

Conclusion :

**Nombre de permutations possibles d'un ensemble de N éléments : N!**

(avec  $N! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times N$ )

**Et si les éléments ne sont pas tous différents,  
 combien de permutations *distinctes* peut-on faire ?**

--- Exemple A)

Dix éléments **Z, E, T, E, T, I, C, I, E, N**

Combien de permutations au total ? 10 éléments ==> **10!** permutations (i.e. 3.628.800)

Mais combien de fois a-t-on compté comme *différentes* des permutations en fait *identiques* à cause des 3 "E" ?... **3!** (nb permutations de 3 él.)

Et à cause des 2 "T" ?... **2!**

Et à cause des 2 "I" ?... **2!**

La réponse cherchée est donc : **10! / (3! 2! 2!)**

--- Exemple B)

S'il y a **seulement 2 types d'éléments différents** :

Par exemple vingt éléments **S, S, S, S, S, S, E, E**  
 soit 6 "S" et 14 "E" (comme 6 *Succès* et 14 *Echecs*)

La réponse cherchée est : **20! / (6! 14!)**

Conclusion :

**Nombre de permutations *distinctes* possibles d'un ensemble de N éléments  
 avec k éléments identiques et (N-k) autres éléments identiques :**

$$\frac{N!}{k!(N-k)!}$$

*Écriture plus compacte* :  $C_N^k$

Application concrète en Zététique

## ASTROLOGIE ET PRÉDICTIONS DE SÉISMES...

### Les données du problème

Sur une période de 1096 jours (années 1994, 1995 et 1996), il y a :

- 169 *jours-prévus-séismes* par l'astrologue Elizabeth Teissier  
(jours prévus "les séismes font la une") [http://sites.unice.fr/site/broch/articles/HB\\_These\\_Teissier.html](http://sites.unice.fr/site/broch/articles/HB_These_Teissier.html)
- 33 *réussites*  
(i.e. 33 jours se trouvant dans des périodes signalées à risque par E. Teissier ont effectivement connu des séismes)

Nombre total de *jours-séismes* sur cette période : 196

(critère magnitude  $\geq 6,5$  ou décès, blessures, importants dégâts matériels; liste *National Earthquake Information Service*, USA)

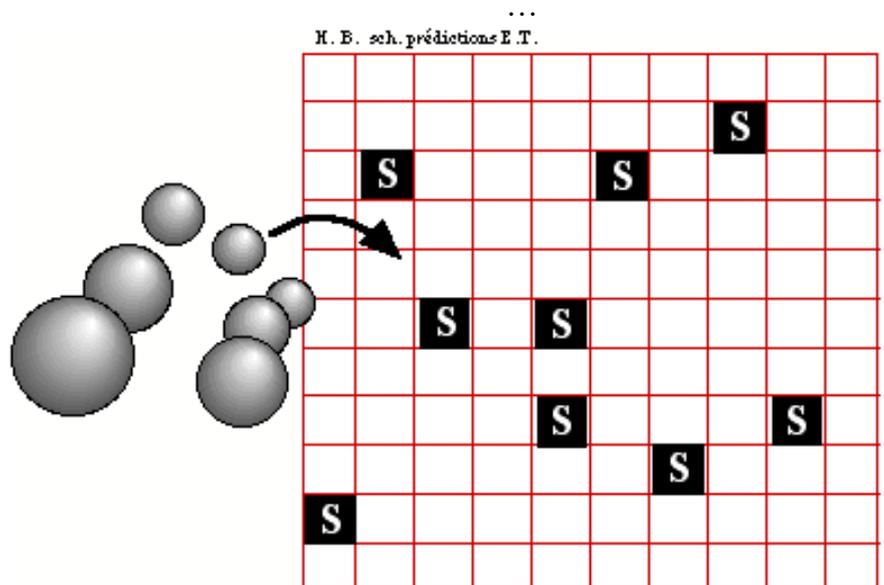
Question posée :

Quelle est la probabilité  $P$  pour que, par pur hasard, 33 des 169 jours-prévus-séismes par E. Teissier "tombent" dans de réels jours à séismes, sachant que, sur 1096 jours, il y en a 196 ?

### La résolution

Probabilité =  $P(33 \text{ boules tombées dans des cases séismes } S \text{ sur } 169 \text{ boules lancés}) = \frac{\text{Nb de cas favorables}}{\text{Nb de cas possibles}}$

...



$$P(X=33) = C_{196}^{33} \cdot C_{1096-196}^{169-33} / C_{1096}^{169} \approx 7,1 \% \quad (7,056 \cdot 10^{-2})$$

Rappel : nombre de *Combinaisons de k éléments parmi N* =  $C_N^k = N! / (k! (N-k)!)$

avec  $N!$  ("factorielle  $N$ ") =  $1 \times 2 \times 3 \times \dots \times N$

Autre méthode de calcul :

$$P(X=33) =$$

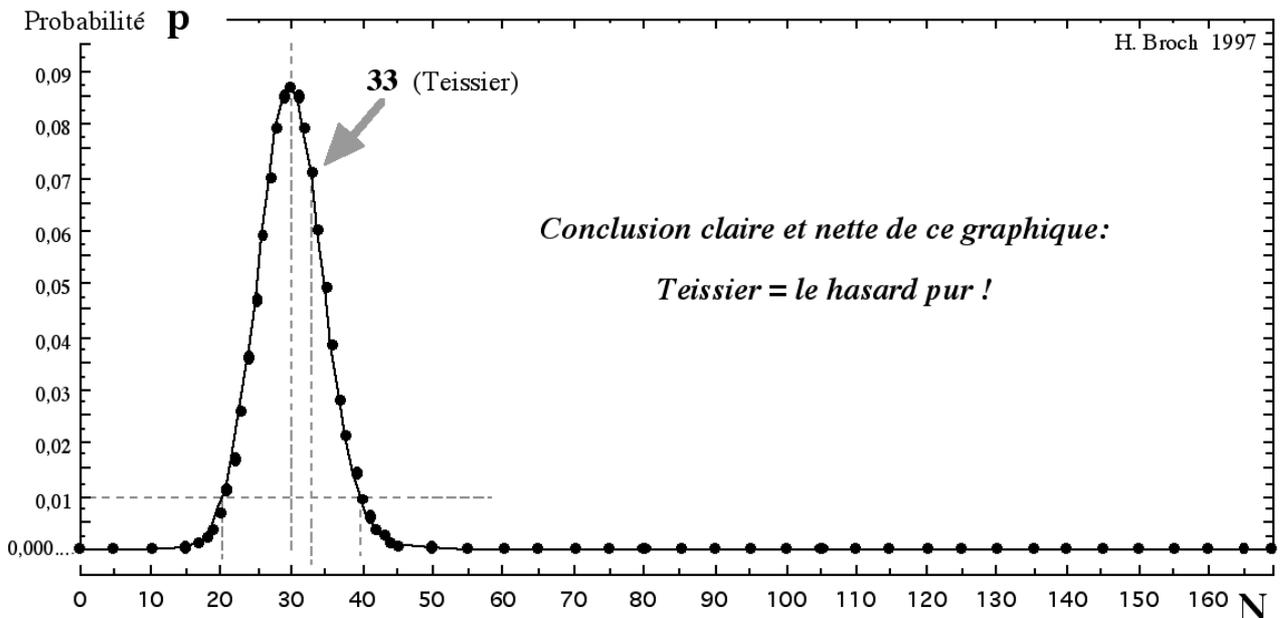
[Nombre de manières de tirer 33 jours parmi les 169 disponibles]  
 $\times$   
 [probabilité pour que le 1<sup>er</sup> jour-Teissier tombe sur un des 196 jours-séismes]  
 $\times$   
 [probabilité pour que le 2<sup>ème</sup> tombe sur un des 195 jours-séismes restants]  
 $\times$   
 [proba. pour que le 3<sup>e</sup>...]  
 $\times$   
 $\dots$   
 $\times$   
 [proba. pour que le 33<sup>ème</sup>...]  
 $\times$   
 [proba. pour que le 34<sup>ème</sup> *ne* tombe *pas* sur un des jours-séismes restants]  
 $\times$   
 [proba. pour que le 35<sup>ème</sup> ne tombe pas sur...]  
 $\times \dots \times \dots \times \dots$   
 [proba. pour que le 169<sup>e</sup>...]

$$\Rightarrow P(X=33) = C_{169}^{33} \cdot \frac{196}{1096} \cdot \frac{195}{1095} \dots \frac{164}{1064} \cdot \frac{(1096-196)}{1063} \cdot \frac{899}{1062} \dots \frac{765}{928} \approx 7,1 \%$$

### Généralisation...

Quelle est la probabilité  $p$  pour obtenir, par pur hasard,  $N$  réussites en prédisant 169 séismes sur une période de 3 ans ?

$$P(X=N) = \frac{\text{Nb de cas favorables}}{\text{Nb de cas possibles}} = C_{196}^N \cdot C_{1096-196}^{169-N} / C_{1096}^{169}$$



### Conclusion

En prédisant au hasard complet, sans aucun calcul astrologique, 169 journées-séismes sur une période de trois années, vous avez un peu *plus de 96 chances sur 100* d'obtenir entre 21 et 39 "coups au but" !

## DISTRIBUTION BINOMIALE

a) *Deux possibilités* seulement ("succès" ou "échec").

b) Probabilité  $p$  (théorique ou expérimentale) du succès *constante*.

(donc  $q$ , probabilité de l'événement complémentaire - l'échec -, également constante)

### Question :

Sur  $N$  expériences (tirages), quelle est la probabilité pour que le nombre  $n$  de succès soit égal à  $k$  ?

...

On désire  $k$  succès

c'est-à-dire 1 succès **et** un autre succès **et** un autre **et** un autre... ..

série dont la probabilité d'apparition est :  $p \cdot p \cdot p \cdot p \dots (k \text{ termes}) \implies p^k$

Si l'on a  $k$  succès sur  $N$  tirages, cela signifie nécessairement que nous avons  $(N-k)$  échecs

c'est-à-dire un échec **et** un autre échec **et** un autre... ..

série dont la probabilité d'apparition est :  $q \cdot q \cdot q \cdot q \dots (N-k \text{ termes}) \implies q^{N-k}$

Au total, nous avons donc  $k$  succès **et**  $(N-k)$  échecs

ensemble dont la probabilité d'apparition est :  $p^k \cdot q^{N-k}$

Et il faut également prendre en compte le fait que les  $k$  succès peuvent apparaître *n'importe où* dans la série des  $N$  tirages. Il n'y a pas d'ordre décidé à l'avance et **tous les "mélanges" sont possibles**.

Il faut donc multiplier le résultat que nous avons obtenu (pour un ensemble spécifique) par le nombre de "mélanges" que l'on peut faire, c'est-à-dire multiplier par  $C_N^k$ , le nombre de **combinaisons possibles** de  $k$  éléments parmi  $N$ .

$$P(k) = C_N^k p^k q^{N-k}$$

$$P(n \geq k) = \sum_{i=k}^N C_N^i p^i q^{N-i}$$

...

**Moyenne** de la loi binomiale :

$$m = Np$$

...

**Ecart-type** de la loi binomiale :

$$\sigma = \sqrt{Npq}$$

Exemples

----- (Procès O.J. Simpson, Californie, sept. 1995) -----

- On tire 12 boules dans une urne contenant 11% de boules noires.  
Quelle est la probabilité d'obtenir 9 boules noires ? Au moins 9 boules noires ?

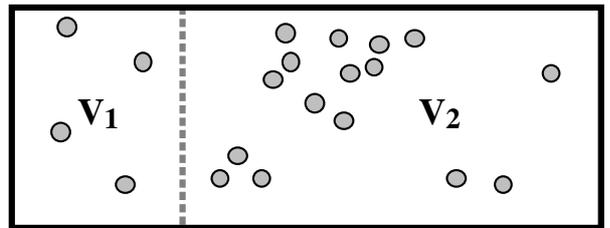
-----  
...  
...  
-----

- 20 molécules de gaz dans un volume V séparé fictivement en deux compartiments V<sub>1</sub> et V<sub>2</sub> tels que V<sub>1</sub> = 30% V et V<sub>2</sub> = 70% V.

- Quelle est la probabilité d'observer k molécules dans V<sub>1</sub> ?
- Et si V<sub>1</sub> = V<sub>2</sub> ?

-----

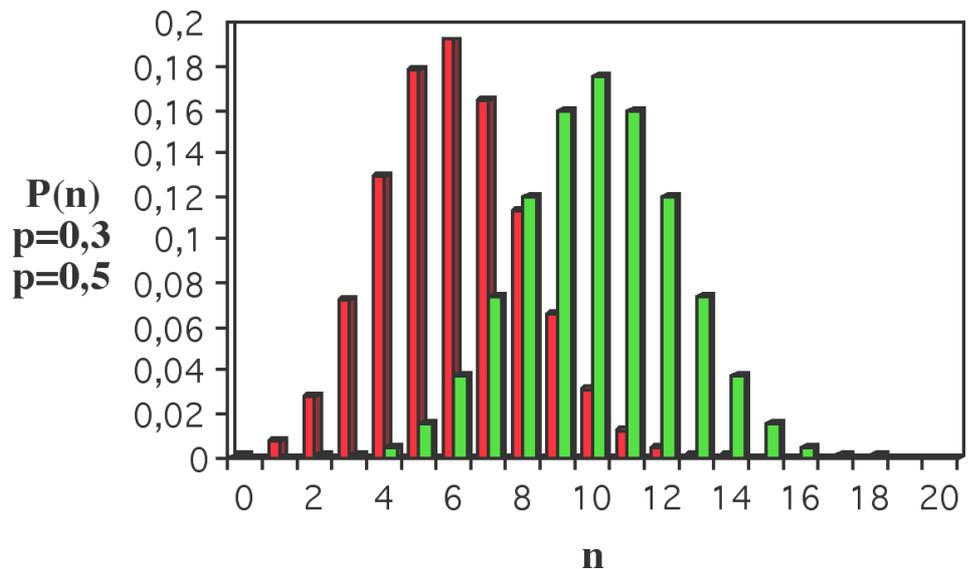
--- a) N = 20    p = 0,3    q = 0,7



H.B. sch. gaz in compartiment

$$P(k) = C_{20}^k 0,3^k 0,7^{20-k}$$

==> m = 6    σ ≈ 2 (cf. histogramme rouge)



--- b) Compartiments de volume identique (histogramme vert)

p = 0,5    q = 0,5

==> m = 10    σ ≈ 2,2

## DISTRIBUTION de POISSON

Si  $m = Np \leq 10$  avec  $p \leq 0,01$  et  $N \geq 100^*$

(\* nécessaire dans la *population* de départ, pas dans un *échantillon* que l'on teste)

...

...

la binomiale peut être remplacée par une autre loi discrète

$$P(n) = \frac{m^n \cdot e^{-m}}{n!} \quad \text{avec toujours } \sigma^2 = Npq \text{ et } m = Np$$

...

La loi de Poisson est utilisée dans le cas d'*événements rares*.

---- Exemple (prélèvement de bactéries) -----

Sachant que la probabilité qu'un prélèvement contienne des bactéries est de 1/365, quelle est la probabilité pour que, sur un lot de 450 prélèvements, nous en ayons 5 contenant des bactéries ?

...

...

## DISTRIBUTION de LAPLACE-GAUSS ("NORMALE")

Lorsque  $N$  devient **grand**,

$p$  ayant une valeur *quelconque* entre 0 et 1,

...

la binomiale peut être remplacée avec une très bonne approximation par :

...

...

$$P(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi Npq}} e^{-\frac{(n-Np)^2}{2Npq}}$$

...

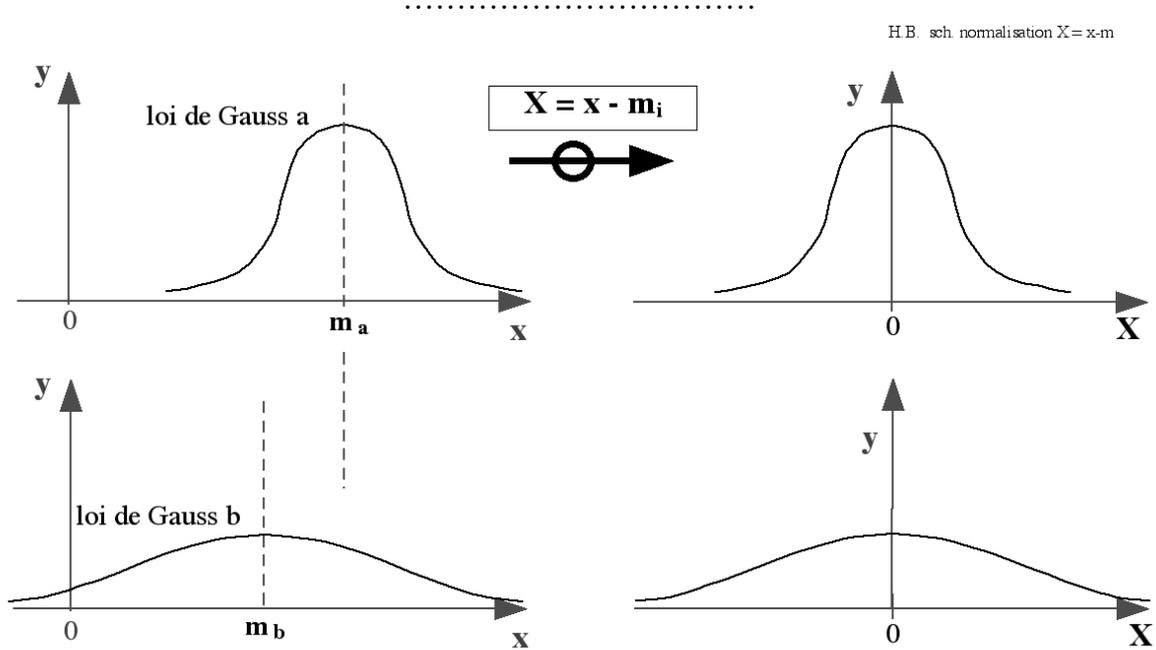
Théorème central limite :

*Si un phénomène aléatoire global est la somme d'un très grand nombre de phénomènes aléatoires élémentaires, ayant chacun une distribution quelconque, mais étant tous de faible amplitude, alors la distribution du phénomène aléatoire global est une distribution de Laplace-Gauss.*

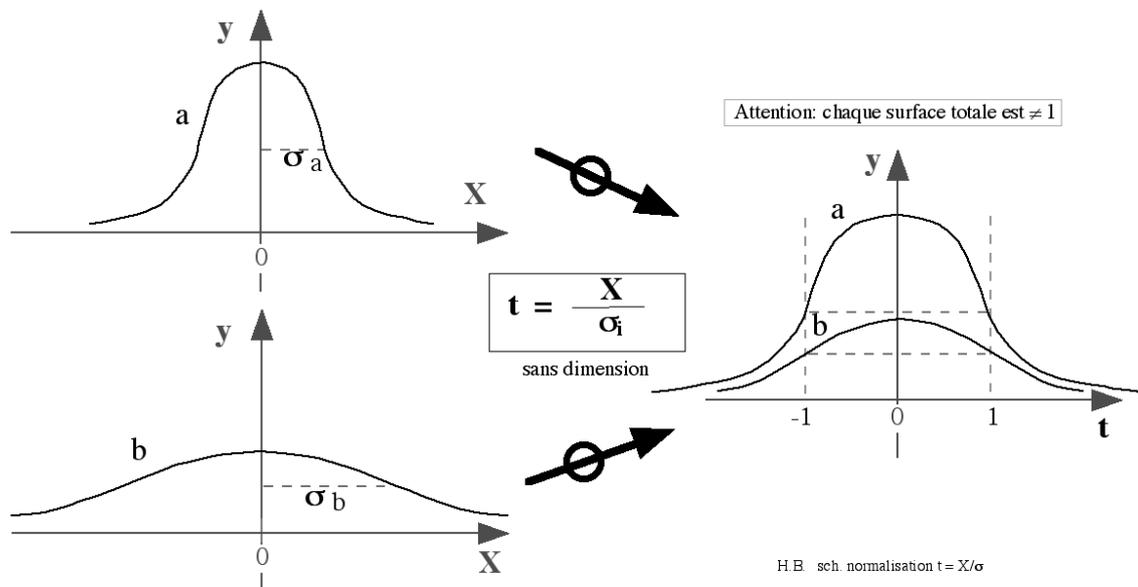
...

Avec variable continue et variable **centrée réduite**

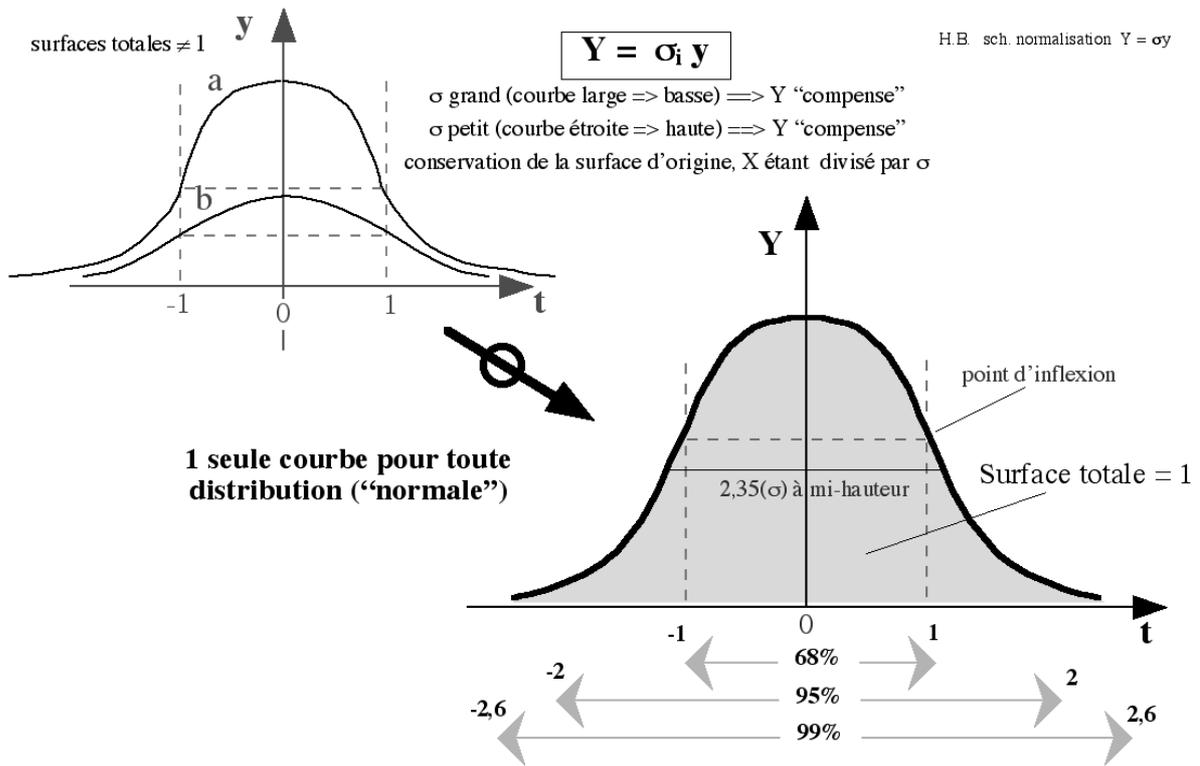
$$y(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} \quad \Rightarrow \text{(cf 3 schémas suivants)} \Rightarrow \quad Y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}$$



...  
...  
...



...  
...  
...



**Variable centrée réduite  $t = (x - m) / \sigma$**

$\pi(t_1) = \text{probabilité d'avoir } t \leq t_1$

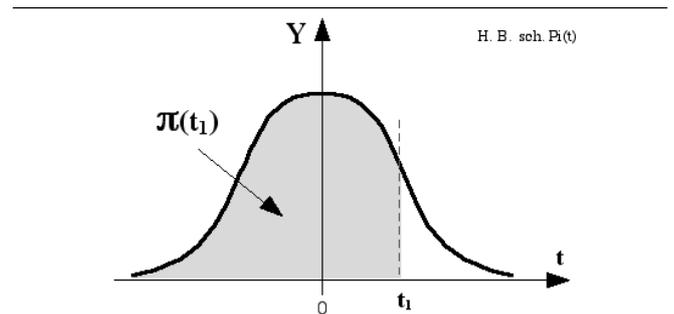


Table des valeurs de  $\Pi(t)$ , loi normale, variable centrée réduite

t	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7290	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7996	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8316	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8926	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9779	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9825	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986

---- Exemple -----

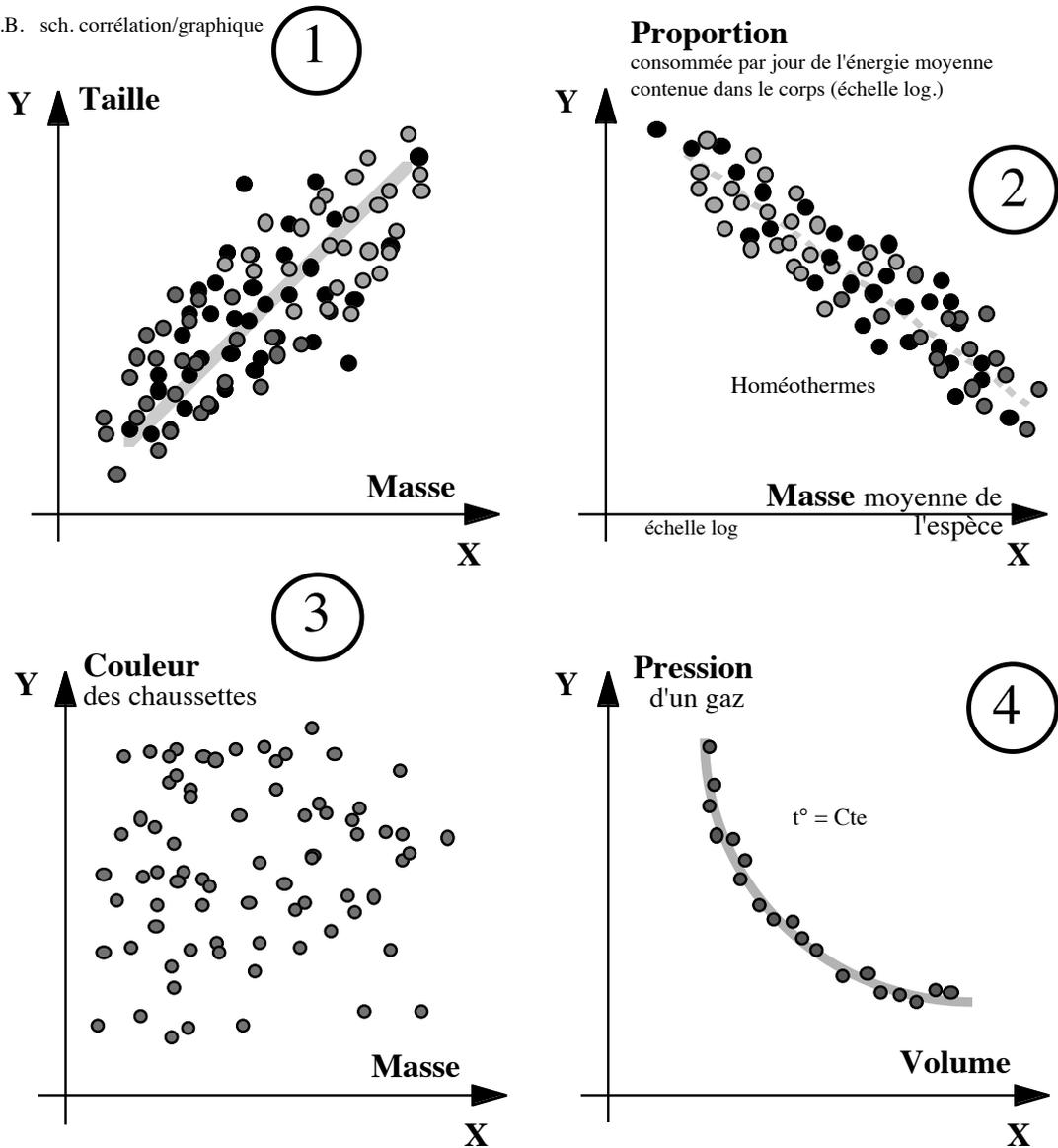
Dans une population, les valeurs x d'un caractère permettent de dénombrer : 61% d'éléments pour lesquels  $x \leq 60$  ; 36% d'éléments pour lesquels  $60 < x \leq 65$  ; et (évidemment) 3% d'éléments pour lesquels  $x > 65$ . Calculer **moyenne** et **écart-type** de cette distribution.

## CORRELATIONS

### • Approche Graphique

...

H.B. sch. corrélation/graphique



1) Corrélation *positive, directe*

...

...

2) Corrélation *négative, inverse*

...

...

3) Caractères dits *indépendants*

...

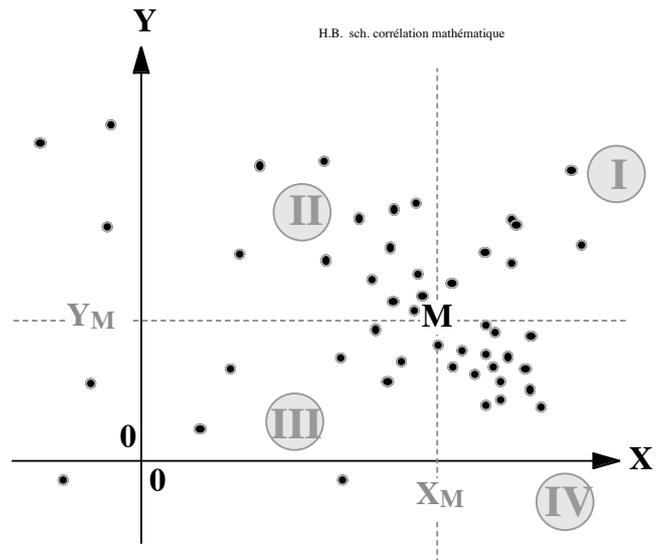
...

4) Variables en *liaison fonctionnelle*

...

...

• Approche Mathématique



Covariance

$$p = \sum_i (X_i - X_M) \cdot (Y_i - Y_M) / N$$

...

Coefficient de corrélation (linéaire)

$$r = p / \sigma_x \cdot \sigma_y \quad \text{où } \sigma_x^2 = \sum_i (X_i - X_M)^2 / N \quad (\text{analogue pour } \sigma_y^2)$$

...

- r voisin de 0 : variables indépendantes, aucune corrélation.
- r voisin de -1 ou +1 : variables dépendantes, corrélation forte.
- r positif : corrélation directe (positive)
- r négatif : corrélation inverse (négative)

• Vraies Corrélations,... Fausses Causalités

Cf. <http://book-e-book.com/livres/11-comment-dejouer-les-pieges-de-linformation-ou-les-regles-dor-de-la-zetetique-2915312126.html>

Statistiques : les voitures roulant à vitesse modérée provoquent beaucoup plus d'accidents que celles roulant très vite.

Doit-on conclure qu'il est plus prudent de rouler à grande vitesse ?

...

...

...

Caractère *trompeur* d'une relation de cause à effet établie à partir d'une simple corrélation statistique. Lorsqu'une corrélation est obtenue, cela n'implique *pas* que la causalité que l'on veut en déduire soit elle aussi vraie.

**Corrélation n'est PAS nécessairement causalité !**



*Le sérieux n'empêche pas un petit clin d'oeil à StarWars TSG (et à la 20th century Fox)... <http://book-e-book.com/>*

# ***LES RÈGLES DE BASE***

*via l'exemple de leur*

## ***APPLICATION AU "PARANORMAL"***

*Où l'on examine les "faits" revendiqués  
et l'on mène une réflexion et une analyse sur la forme  
pour bien mettre en évidence*

***les Règles d'Or d'un traité d'autodéfense intellectuelle***

<http://book-e-book.com/livres/11-comment-dejouer-les-pieges-de-linformation-ou-les-regles-dor-de-la-zetetique-2915312126.html>

## LE CONSTAT

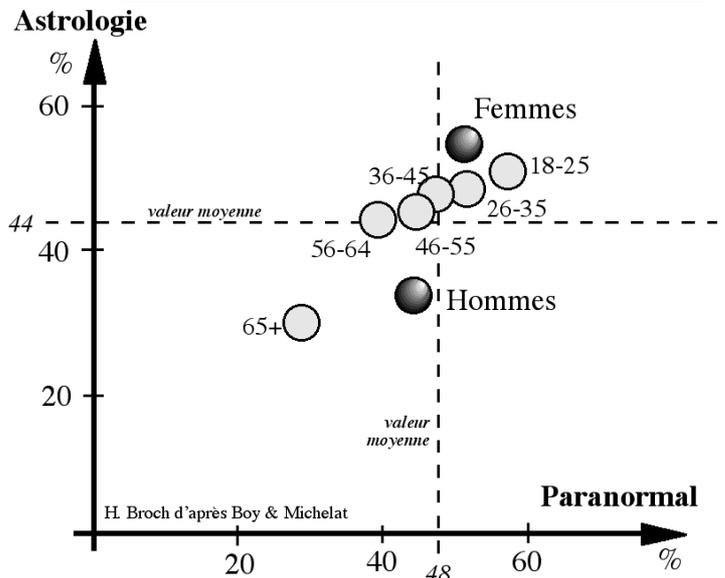
Résultats d'enquêtes / Croyances  
(n'oubliez pas l'existence des ΔX)

Psychokinèse / Relativité	<i>"Torsion de cuillères par le pouvoir de l'esprit"</i>	<i>"Dilatation relativiste du temps"</i>
Prouvée scientifiquement, un acquis scientifique ?.....	68	18
Reconnue comme acceptable, plausible ?.....	14	18
Peu probable ?.....	15	7
Pure spéculation théorique ?.....	0	52
Infirmée complètement ?.....	3	5

H. Broch

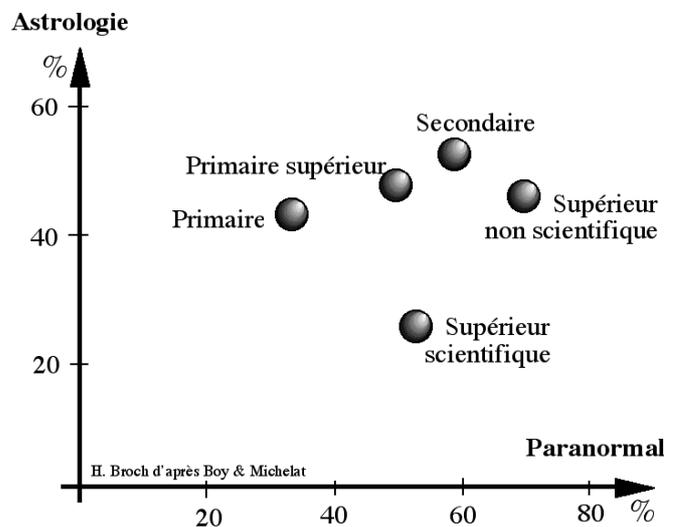
...

### Croyances / âge et sexe

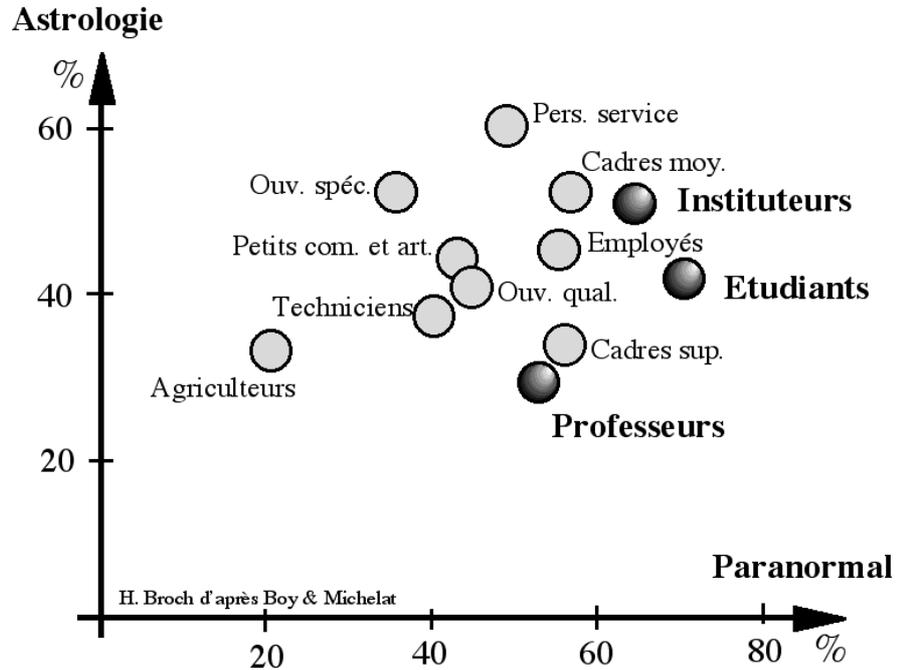


...

### Croyances / niveau d'études



# Croyances / profession



### "Les Français, la pensée scientifique et les para-sciences"

SOFRES. Cité des Sciences, Le Monde, Fondation EDF . 1993

Croyance ?	%		
	Oui	Non	sans avis
Guérisons par magnétiseur, imposition des mains .....	55	40	5
Transmission de pensée .....	55	42	3
Explication des caractères par les signes astrologiques	46	49	5
Rêves qui prédisent l'avenir .....	35	62	3
Prédictions par les signes astrologiques, horoscopes ...	29	68	3
Prédictions des voyantes .....	24	72	4
Inscription de la destinée dans les lignes de la main ...	23	72	5
Envoûtements, sorcellerie .....	19	79	2
Passages sur Terre d'extraterrestres.....	18	77	5
Tables tournantes.....	16	81	3
Fantômes, revenants .....	11	87	2

H. Broch

### "Les Français, la pensée scientifique et les para-sciences"

SOFRES. Janvier 1993

Pour chacune des choses suivantes, pouvez-vous me dire si la science en admettra un jour la réalité ?	%		
	Oui	Non	sans avis
La transmission de pensée .....	53	41	6
Les OVNI .....	51	36	13
L'influence des astres sur le caractère .....	50	43	7
L'influence des astres sur le destin de chacun ....	39	51	10
Les maisons hantées .....	19	75	6
La communication des vivants avec les morts ....	17	77	6

H. Broch

### "Les Français, la pensée scientifique et les para-sciences"

SOFRES. Janvier 1993

Pour chacune de ces phrases, pouvez-vous me dire si vous êtes tout à fait d'accord, plutôt d'accord, plutôt pas d'accord ou pas d'accord du tout ?

	%	D'accord	Pas d'accord	sans avis	
Les esprits des morts peuvent communiquer avec les vivants .....	21	(7 + 14)	76	(17 + 59)	3
En définitive, le développement de la science entraîne le progrès de l'humanité .....	81	(45 + 36)	16	(10 + 6)	3
Il y a des réalités que la science ne parviendra jamais à expliquer ...	82	(51 + 31)	14	(8 + 6)	4
L'astrologie est une science .....	58	(27 + 31)	35	(15 + 20)	7
Les scientifiques qui font des recherches sur la télépathie perdent leur temps .....	27	(12 + 15)	67	(32 + 35)	6

H. Broch

"Les Européens, la science et la technologie", Eurobaromètre 55.2 (16.029 personnes, 15 Etats), décembre 2001

Tableau 8 : La définition des frontières entre les sciences et les non-sciences

Pour chacune des disciplines suivantes, dites-moi si elle vous paraît...	Plutôt scientifique	Plutôt pas scientifique	NSP
Médecine	92,6	4,5	2,9
Physique	89,5	6,1	4,4
Biologie	88,2	6,0	5,8
Astronomie	77,9	14,6	7,5
Mathématiques	72,3	21,8	5,9
Psychologie	64,5	28,2	7,3
<b>Astrologie</b>	<b>52,7</b>	<b>38,9</b>	<b>8,4</b>
Economie	42,3	49,7	8,0
Histoire	33,1	60,5	6,4

"Reste enfin à constater la place toujours surprenante de l'astrologie qu'une majorité d'Européens (52,7 % contre 38,9 %) continue à mettre au rang des sciences."

Tableau 9 : Jugements sur le caractère scientifique de l'astrologie selon l'âge de fin d'études

Age de fin d'études	L'astrologie est une science
Jusqu'à 15 ans	50,5
16-19 ans	55,1
20 ans et plus	49,8
<b>En cours d'études</b>	<b>55,3</b>
Moyenne	52,7

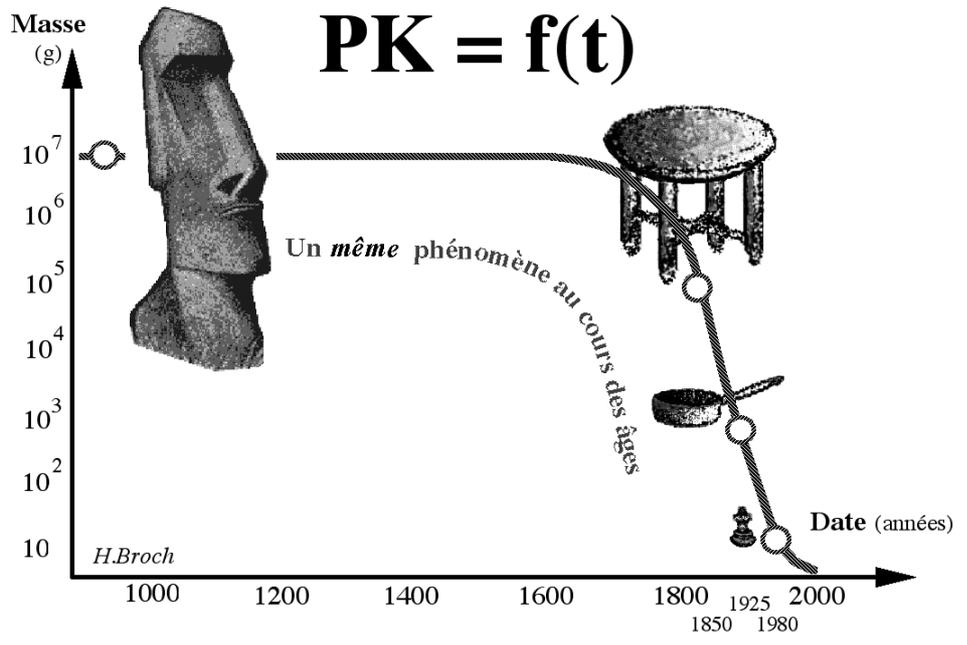
"...même parmi ceux qui ont suivi des études longues, près d'un répondant sur deux affirme le caractère scientifique de l'astrologie, et (que) parmi ceux qui sont en cours d'études, les pourcentages sont supérieurs à la moyenne."

Extraits du tableau 10 :

Pour chacune des affirmations suivantes, veuillez me dire si vous pensez qu'elle est vraie ou fausse	Vrai	Faux	NSP
Les antibiotiques tuent les virus ainsi que les bactéries	41,3	39,7	19,0
<b>La Terre fait le tour du Soleil en un mois</b>	<b>22,9</b>	<b>56,3</b>	<b>20,9</b>
...	...	...	...
<b>Le Soleil tourne autour de la Terre</b>	<b>26,1</b>	<b>66,8</b>	<b>7,1</b>
Le centre de la Terre est très chaud	88,4	3,5	8,1

Tableau 20 :

Pour chacune des affirmations suivantes, pourriez-vous me dire si vous êtes... ?	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	NSP
On s'en remet trop à la science et pas assez à la foi	45,4	36,7	17,9
La science change trop rapidement nos modes de vie	61,3	27,5	11,2
<b>Certains chiffres portent particulièrement chance à certaines personnes</b>	<b>46,1</b>	<b>35,8</b>	<b>18,1</b>



Variation du corpus / temps

# DÉMARCATIION SCIENCE / PSEUDOSCIENCE

H. Broch, d'après I. Langmuir 1953 légèrement modifié

## Symptômes de Science Pathologique

- ① effet maximum observé causé par un agent d'intensité à peine détectable (effet largement indépendant de l'intensité de la cause)
- ② intensité de l'effet proche des limites de détectabilité (très faible significativité statistique des résultats: nombreuses mesures nécessaires)
- ③ allégations d'une grande précision (grande sensibilité, grande spécificité)
- ④ théories fantastiques contraires à l'expérience
- ⑤ réponses aux critiques par des excuses *ad hoc* imaginées sous l'inspiration du moment
- ⑥ pourcentage supporters/critiques grimpe rapidement à 50/50 puis tombe lentement à zéro (à la fin, rien n'est conservé)

...

Il existe dans la culture contemporaine des centaines de champs de connaissance: logique, théologie, mathématiques, numérologie, astronomie, astrologie, psychologie, parapsychologie,...

Sciences et pseudosciences font partie de ces champs de connaissance ou *champs cognitifs* (secteur de l'activité humaine qui vise à **recueillir, diffuser ou utiliser des connaissances** d'un certain type ; que ces connaissances soient vraies ou fausses, peu importe).

Tout champ cognitif, qu'il soit efficient *ou non*, possède un ensemble de caractéristiques



**C** : *Communauté* du champ cognitif W, ensemble des personnes œuvrant dans ce champ W

**H** : *Hôte*, société qui accueille la communauté

**A** : *Acquis*, ensemble de présupposés sur T (infra) empruntés à d'autres champs

**M** : *Méthodologie*, ensemble des méthodes utilisables dans W

**P** : *Problématique*, ensemble des problèmes que W peut manipuler

**C** : (déjà défini)

**O** : *Objectifs* de C dans la pratique et le développement de W

**G** : *Globalisateur* (substantivement), vision globale du monde, "philosophie" de C

**N** : *Nature* de W; deux types possibles, recherche et croyance (cf. schéma ci-dessous)

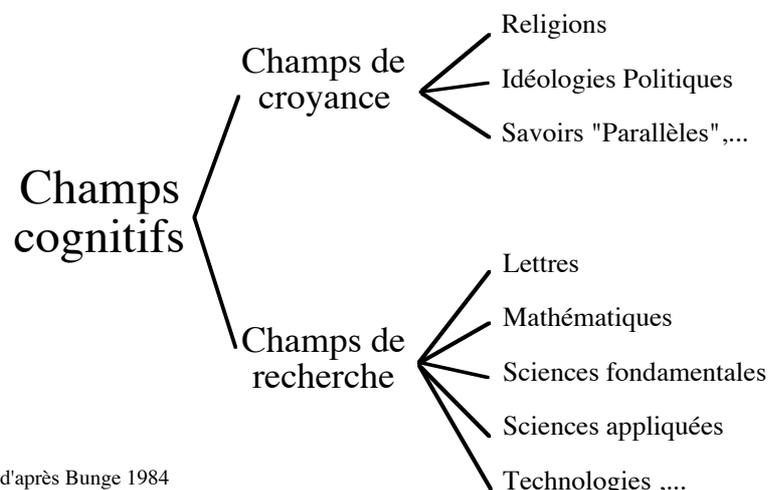
**I** : *Instruments*, arrière-plan formel d'outils logiques et mathématiques

**T** : *Terrain*, l'univers du discours de W, le domaine d'action; les objets dont W traite

**I** : (déjà défini)

**F** : *Fonds* spécifique de connaissances accumulées par W

...



d'après Bunge 1984

...

...

**Conditions simultanément nécessaires** pour qu'un champ cognitif soit une science

(H.Broch d'après Bunge légèrement modifié)

- 1) La *Communauté* est formée de personnes ayant reçu une formation spécifique, entretenant des rapports étroits entre eux et poursuivant une pratique de recherche.
- 2) La société *Hôte*, encourage ou, au moins, tolère les activités de la Communauté.
- 3) L'*Acquis* est un ensemble de données, hypothèses et théories récentes et raisonnablement bien confirmées (ce qui ne veut pas dire non-correctibles).
- 4) La *Méthodologie* contient exclusivement des procédés analysables (critiquables) et justifiables (explicables).
- 5) La *Problématique* consiste exclusivement en problèmes cognitifs concernant les entités du Terrain et en problèmes concernant d'autres composantes de W.
- 6) Les *Objectifs* incluent la découverte et/ou l'utilisation des lois gérant les éléments du Terrain, la transformation d'hypothèses en théories et l'affinement de la Méthodologie.
- 7) Le *Globalisateur*, ou arrière-plan philosophique, est formé de (a) un principe de découverte suivant lequel le monde est composé d'objets concrets changeant suivant des lois (pas d'objets fantomatiques ou inchangeants ou changeants sans loi); (b) une théorie réaliste de la connaissance (et non idéaliste, conventionnaliste, faisant place au principe d'autorité ou à des modes de connaissance accessibles aux seules personnes aptes à interpréter certains textes canoniques); (c) un système de valeurs prônant clarté, exactitude, profondeur et consistance; (d) une éthique de libre recherche pour la vérité (et non une quête pilotée pour l'utilité, le consensus ou la conformité avec le dogme).
- 8) La *Nature* du champ est de type recherche.
- 9) Les *Instruments* sont un ensemble de théories logiques ou mathématiques modernes (et non un ensemble vide ou constitué de théories obsolètes).
- 10) Le *Terrain* est composé exclusivement d'entités réelles (ou présumées telles).
- 11) Le *Fonds* est un ensemble de théories (non finales), hypothèses et données récentes et testables, compatibles avec l'Acquis, obtenues précédemment dans W.
- 12) Il existe au moins un autre champ de recherche (contigu) tel que (a) Acquis, Méthodologie, Objectifs, Globalisateur, Instruments et Fonds des deux champs aient des intersections non nulles et (b) que le Terrain d'un champ soit inclus dans celui de l'autre (ou que chaque membre du Terrain de l'un soit une composante d'un système appartenant au Terrain de l'autre).

...

### DÉMARCATIION

Science	Nonscience	Pseudoscience
Tout champ cognitif satisfaisant aux conditions énumérées ci-dessus	Tout champ qui ne satisfait pas à l'ensemble des conditions	Tout champ qui, bien que "nonscience", est présenté comme scientifique

### TROIS CRITÈRES GÉNÉRAUX

Cf. cycle in "Observation & Expérimentation", au début de l'aide-mémoire, p. 6  
Et pour plus de détails, cf. <http://book-e-book.com/livres/8-l-art-du-doute-9782915312119.html>

- **Critère "expérimentaliste"**

Evidence des faits (lors de l'*induction*)

...  
...  
...

- **Critère de "cohérence"**

Argumentation avancée, principe de non-contradiction (lors du passage *induction-déduction*)

...  
...  
...

- **Critère "utilitaire"**

Conséquences déduites, fécondité (lors de la *déduction* et de la *rétroaction*)

...  
...  
...

# FACETTES & EFFETS DE LA ZÉTÉTIQUE

## LES FACETTES -- CE DONT IL FAUT SE SOUVENIR, CE QU'IL FAUT FAIRE

<http://book-e-book.com/livres/11-comment-dejouer-les-pieges-de-linformation-ou-les-regles-dor-de-la-zetetique-2915312126.html>

- **Vérifier la (les) cohérence(s)**

... Cohérence INTERNE -- inter-études ("*globale*")  
-- intra-étude ("*individuelle*")

...

... Cohérence EXTERNE

...

- **Les anomalies ne sont pas un fondement**

...

...

- **Un scénario n'est pas une loi**

...

...

- **Quantité n'est pas qualité**

...

...

- **Un mot écrit n'est pas auto-validant**

...

...

- **L'analogie n'est pas une preuve**

... *Comparaison n'est pas raison*

...

- **L'inexistence de la preuve n'est pas la preuve de l'inexistence**

...

...

- **La non-impossibilité n'est pas un argument d'existence**

...

... Le vol des kangourous

...

- **Possible n'est pas toujours possible**

... possibilité physique

...

... possibilité logique

...

• **Compétitif n'est pas forcément contradictoire**

- ... compétitif, concurrentiel
- ... contradictoire
- ...

• **La bonne foi n'est pas un argument**

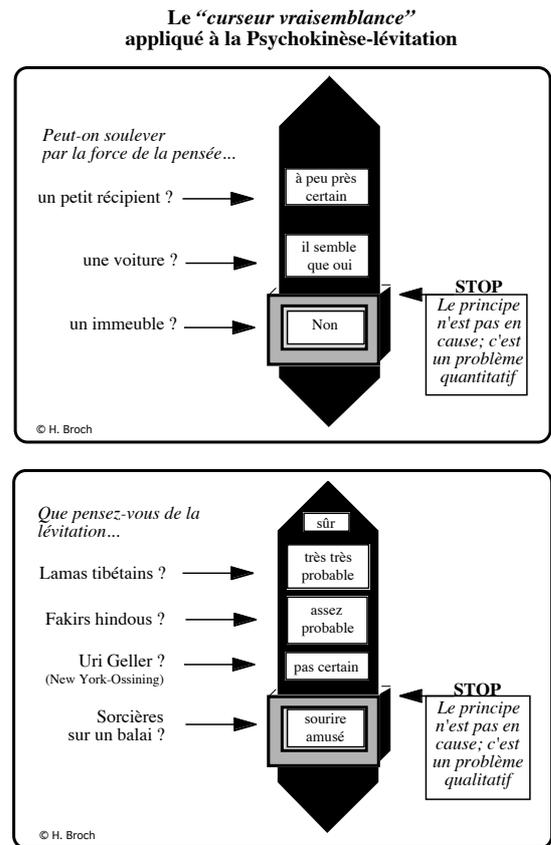
...

"En matière de témoignage, c'est la bonne foi des individus qui est dangereuse et non leur mauvaise foi"  
Dr. Gustave Le Bon

• **Positionner le curseur vraisemblance**

<http://book-e-book.com/livres/11-comment-dejouer-les-pieges-de-linformation-ou-les-regles-dor-de-la-zetetique-2915312126.html>

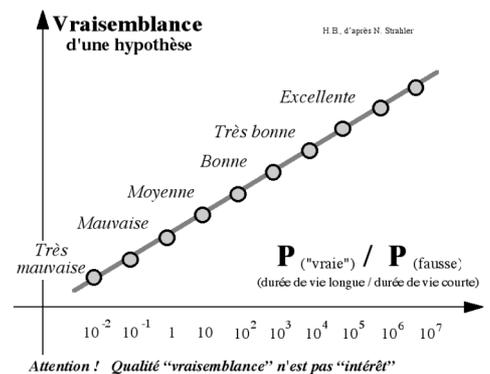
- ... curseur PK quantitatif / curseur PK qualitatif



H. Broch, "Comment déjouer les pièges de l'information", éd. Book-e-Book 2008

• **Situer l'hypothèse sur l'échelle vraisemblance**

...



• **Accorder toute son importance à l'incertitude d'un résultat**  
 (... et à toutes [les incertitudes](#))

... Incertitude **ABSENTE**

...

... Incertitude **FAUSSE** La "mémoire de l'eau" <http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>

...

Illustration p. 78, in H.B. "Gourous, sorciers et savants", éd. O. Jacob 2006

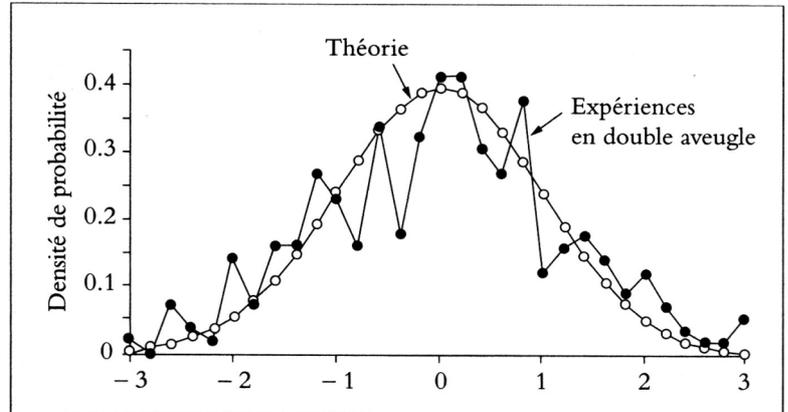
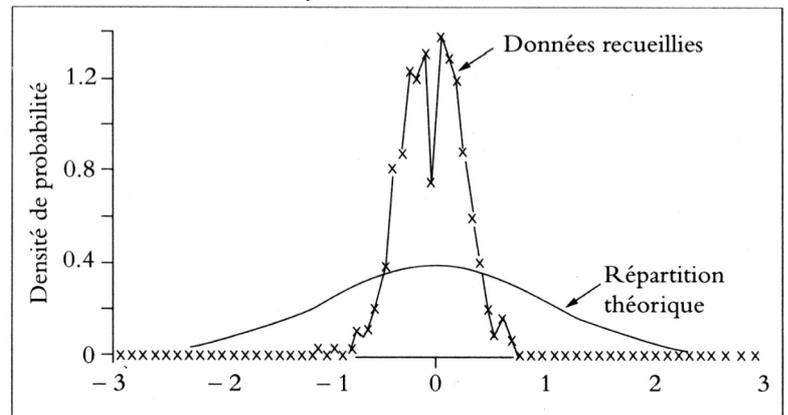


Illustration p. 79, in H.B. "Gourous, sorciers et savants", éd. O. Jacob 2006



... Incertitude **SPATIALE**

Les désormais fameuses études de jumeaux astrologiques du Dr. Suzel Fuzeau-Braesch  
<http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>

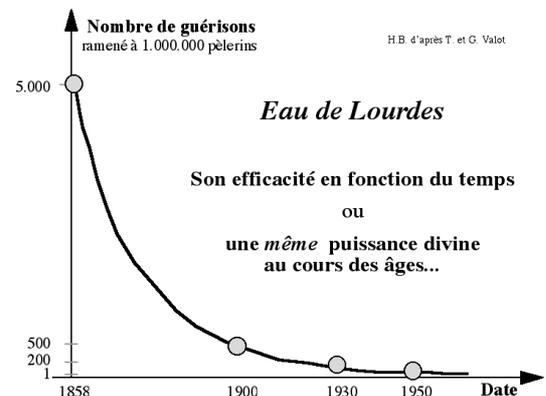
... Incertitude **TEMPORELLE**

Encore les jumeaux astrologiques du Dr. Suzel Fuzeau-Braesch

...

• **Une analyse globale ou statistique est souvent concluante**

...



• **Se montrer prudent dans l'interprétation**

----- **Paradoxe de Yule-Simpson**

(cf. expériences M. Psi / M. Dupont, in H. Broch, "Le paranormal", éd. Seuil 1985, p. 124-125)

...  
...

----- **Paradoxe de Condorcet**

**Paradoxe de Condorcet**

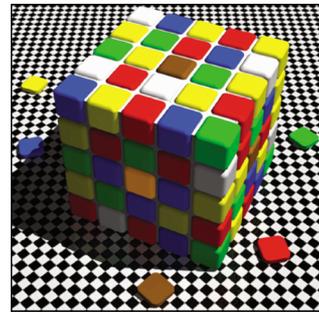
Sur 1.000 personnes	390	380	230
1er	A	B	C
2ème	B	C	A
3ème	C	A	B

620 "A>B" et 770 "B > C"  
Conclusion ? "A > C"  
... 610 "C > A" !

Relation de préférence n'est pas relation d'ordre

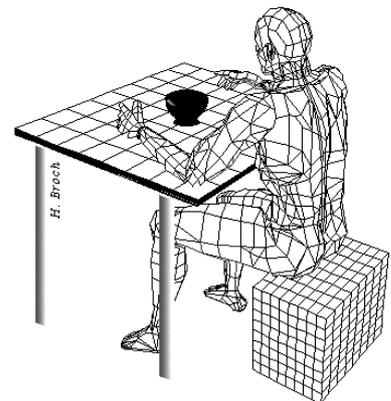
----- **L'illusion de contraste**

(chausse-trape pour tous les sens)



----- **Les processus de re-construction**

(exemple : la mémoire)



• **Ne pas oublier l'exposition sélective et la validation subjective**

...  
...  
...

*Quand tu attends avec impatience la venue d'un ami,  
ne prends pas les battements de ton coeur pour le bruit des sabots de son cheval*

## • La nature est sûre

... Il faut le *croire* pour le *voir* ?

On n'a pas à croire en la gravitation pour observer ses effets ;  
on *ne devrait pas* avoir à croire en la perception extra-sensorielle pour en observer ses effets...



<http://book-e-book.com/livres/11-comment-dejouer-les-pieges-de-linformation-ou-les-regles-dor-de-la-zetetique-2915312126.html>

## • La parcimonie est de règle

...

... Sorcier Patrick Guérin et miracle de Lourdes 1903 : catiémophrénose ! (cf. "Au Cœur de l'Extra-Ordinaire", p. 297-301)

<http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>

...

... "**Rasoir d'Occam**" (Guillaume d'Occam, théologien anglais, excommunié. 1285-1349)

...

## • Le mode de rejet des données est significatif

...

... Fraude ou possibilité de fraude vs Accroissement des connaissances

... (Champ de croyance vs Champ de recherche)

...

## • Une théorie scientifique est **testable**, réfutable

... "**falsifiable**" (vocable *incorrect*, à éviter !)

...

... Quel serait le fait ou l'expérience qui vous ferait changer d'avis ?

...

## • L'inférence est nécessaire

...

... *Si... alors...*

...

## • Une allégation extra-ordinaire nécessite une preuve plus qu'ordinaire

...

...

...

...

• **Le bizarre est probable**

...

"Improbable" ?

Qu'un événement improbable *spécifié* arrive, c'est improbable  
Qu'un événement improbable *quelconque* arrive, c'est... *fort probable* !

• **L'erreur est humaine, la faillibilité permanente ne l'est pas**

...

...

• **L'origine de l'information est fondamentale**

...

...

• **La compétence de l'informateur est également fondamentale**

...

...

• **La force d'une croyance peut être immense**

...

...

• **L'illusionnisme a un rôle critique important**



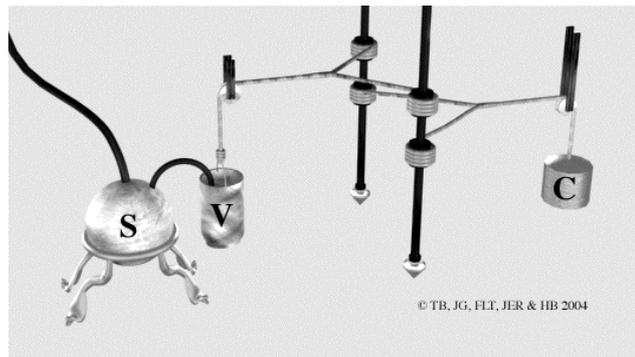
"Mystères", TF1, 4 février 1994

...

• **L'histoire des sciences et techniques a son utilité**



... Les mystères des temples antiques...



... extrait de H. Broch "Gourous, sorciers et savants", éd. Odile Jacob 2006

... Héron d'Alexandrie

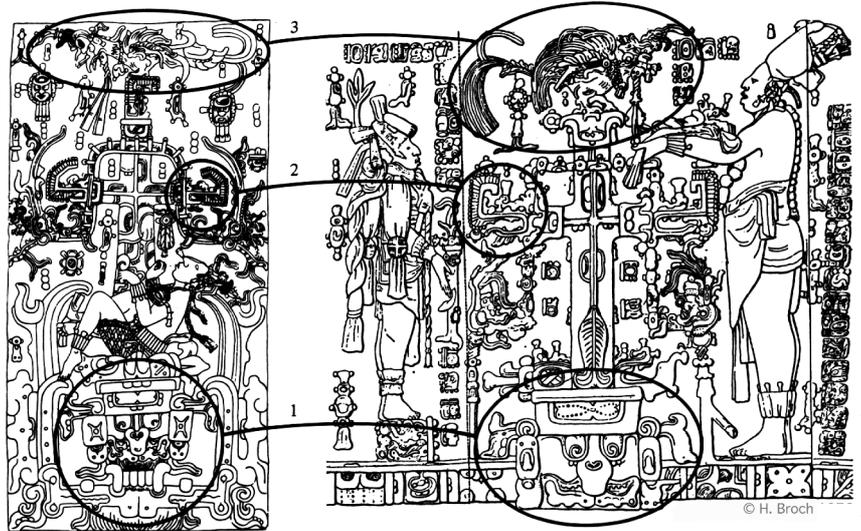
...

### • Le contexte est important

... contexte *temporel*

...

... contexte *spatial*



<http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>

### • L'alternative est féconde

L'une des facettes les plus puissantes à notre disposition. Consiste, devant un phénomène "hors-normes", "surnaturel", à se poser la question : *Existe-t-il une autre explication possible, une explication "naturelle" qui - dans les mêmes conditions - donnerait un résultat identique, avec toutes les caractéristiques de ce phénomène "surnaturel" ?*

L'hypothèse naturelle est alors (principe de parcimonie des hypothèses, rasoir d'Occam) **préférée** et l'hypothèse surnaturelle devient (non pas fausse mais) *superflue*.

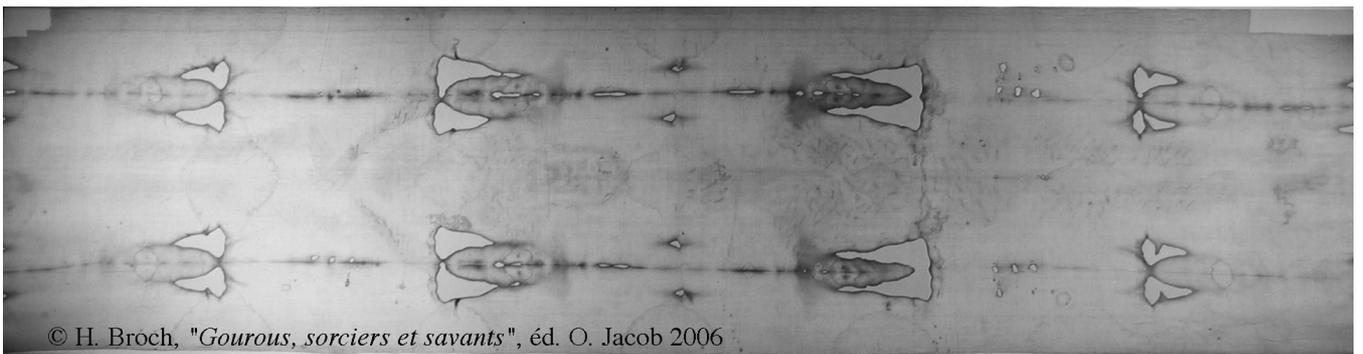
... "Liquéfaction" du sang de saint Janvier à Naples



<http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>

...

... La sindonologie et le "*Saint suaire de Turin*" (en réalité suaire de... Lirey)



<http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>



<http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>

...

... Vases magiques

<http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>

...

... Marche sur le feu : après la théorie, l'expérimentation...



<http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>

• La charge de la preuve appartient à celui qui déclare (quelque chose de nouveau)

... Attention à l'inversion des rôles !

...

...

### A voir absolument !

Beaucoup de facettes de la zététique sont explicitées par le mystérieux *Lazarus* sur son site web véritablement "extra - ordinaire".

<http://sites.unice.fr/site/broch/Lazarus-Mirages/Lazarus.html>

**Résumé-condensé pour un report rapide :**

© H. Broch

*Les Facettes de la Zététique*

- Avant toute chose : Vérifier la (les) cohérence(s)
- Les anomalies ne sont pas un fondement
- Un scénario n'est pas une loi
- Quantité n'est pas qualité
- Un mot écrit n'est pas auto-validant
- L'analogie n'est pas une preuve
- L'inexistence de la preuve n'est pas la preuve de l'inexistence
- La non-impossibilité n'est pas un argument d'existence
- Possible n'est pas toujours possible
- Compétitif n'est pas forcément contradictoire
- La bonne foi n'est pas un argument
- Positionner le curseur vraisemblance
- Situer l'hypothèse sur l'échelle vraisemblance
- Accorder toute son importance à l'incertitude (aux incertitudes) d'un résultat
- Une analyse globale ou statistique est souvent concluante
- Se montrer prudent dans l'interprétation
- Ne pas oublier l'exposition sélective et la validation subjective
- La nature est sûre
- La parcimonie est de règle
- Le mode de rejet des données est significatif
- Une théorie scientifique est testable, réfutable
- L'inférence est nécessaire
- Une allégation extra-ordinaire nécessite une preuve plus qu'ordinaire
- Le bizarre est probable
- L'erreur est humaine, la faillibilité permanente ne l'est pas
- L'origine de l'information est fondamentale
- La compétence de l'informateur est également fondamentale
- La force d'une croyance peut être immense.
- L'illusionnisme a un rôle critique important
- L'histoire des sciences et techniques a son utilité
- Le contexte est important
- L'alternative est féconde
- La charge de la preuve appartient à celui qui déclare

Pour plus de détails, lire les 2 livrets disponibles à la Bibliothèque Universitaire Sciences :

-- 1 "*L'Art du Doute ou Comment s'affranchir du prêt-à-penser*", éd. Book-e-Book juin 2008  
*La Zététique, qu'est-ce que c'est ? La Zététique, pourquoi ? La Zététique, comment ?...*

-- 2 "*Comment déjouer les pièges de l'information ou Les Règles d'Or de la zététique*", éd. Book-e-Book juin 2008  
*Les Facettes et les Effets de la Zététique, à partir d'exemples concrets...*

**LES *EFFETS* -- CE QU'IL FAUT (ESSAYER DE) DÉTECTER**

• Effet Bof ? *Egaliser sans raison suffisante*

... principe d'indifférence...

...  
...

• Effet Boule de neige *Accumuler les détails dans un récit de n<sup>ième</sup> main*

...  
...  
...

• Effet Escalade (d'engagement) *Adhérer au comportement et non aux raisons*

...

(Cialdini et al. 1978) p. 63 in "Gourous, sorciers et savants", éd. O. Jacob 2006

Décision libre		Décision forcée	
test A	test B	test A	test B
fastidieux rendu attractif	normal	fastidieux rendu attractif	normal
81	19	100	0
-----		-----	
annonce "vraie"		annonce "vraie"	
61	39	42	58

Contrôle	
test A	test B
annonce "vraie" d'entrée	
31	69

• Effet Bi-Standard *Modifier les règles en cours de jeu*

...  
...  
...

• Effet Petits ruisseaux *Permettre, par de petits oublis, de grandes théories*

...  
...  
...



Le test du poulet / pare-brise !

• Effet Bipède *Prendre l'effet pour la cause*

...  
...  
...

"L'existence des pantalons prouve que Dieu a voulu que nous soyons des bipèdes"

• **Effet Cerceau**      *Admettre au départ ce que l'on veut ensuite prouver*

...

La fameuse 3<sup>ème</sup> dimension dans le "Saint Suaire de Turin"  
p. 126 in "Gourous, sorciers et savants", éd. O. Jacob 2006

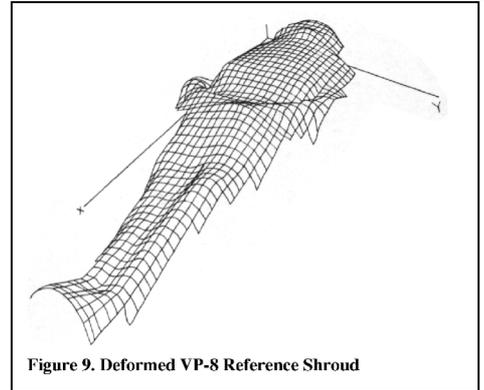


Figure 9. Deformed VP-8 Reference Shroud

• **Effet Puits**      *Faire un discours profond - creux - est efficace*

**Texte de test** (de l'effet Puits)

Echelle de mesure du test : Jusqu'à quel degré pensez-vous que la description ci-dessous vous corresponde ? :  
excellent, bon, assez bon, assez mauvais, mauvais, faux.

- Vous avez besoin que les autres personnes vous aiment et vous admirent mais vous êtes tout de même apte à être critiqué envers vous-même.
- Bien que vous ayez quelques faiblesses de caractère, vous êtes généralement capable de les compenser.
- Vous possédez de considérables capacités non employées que vous n'avez pas utilisées à votre avantage.
- Quelques-unes de vos aspirations ont tendance à être assez irréalistes.
- Discipliné et faisant preuve de self-control extérieurement, vous avez tendance à être soucieux et incertain intérieurement.
- Quelquefois vous avez même de sérieux doutes quant à savoir si vous avez pris la bonne décision.
- Vous préférez un petit peu de changement et de variété et êtes insatisfait lorsque vous êtes bloqué par des restrictions ou des limitations.
- Parfois vous êtes extraverti, affable et sociable alors que d'autres fois vous êtes introverti, prudent et réservé.
- Vous êtes également fier de vous-même en tant que penseur indépendant et n'acceptez pas les déclarations des autres sans preuve satisfaisante.
- Vous trouvez imprudent d'être trop franc en vous révélant vous-même aux autres.

in "Devenez sorciers, devenez savants" de G. Charpak & H. Broch, éd. Odile Jacob 2002

**Discours politique "éternel"** (via l'effet Puits)

Commencez par la case ci-dessous (en haut, à gauche) puis enchaînez avec *n'importe quelle case* en colonne 2 puis *n'importe laquelle* en 3 puis *n'importe laquelle* en 4 et revenez *où bon vous semble* en colonne 1 pour enchaîner au hasard avec...

in "Devenez sorciers, devenez savants" de G. Charpak & H. Broch, éd. Odile Jacob 2002

Mesdames, Messieurs,	la conjoncture actuelle	doit s'intégrer à la finalisation globale	d'un processus allant vers plus d'égalité.
Je reste fondamentalement persuadé que	la situation d'exclusion intolérable que certains d'entre vous connaissent	oblige à la prise en compte encore plus effective	d'un avenir s'orientant vers plus de progrès et plus de justice.
Dès lors, sachez que je me battraï pour faire admettre que	l'acuité des problèmes de la vie quotidienne	interpelle le citoyen que je suis et nous oblige tous à aller de l'avant dans la voie	d'une restructuration sociale dans laquelle chacun pourra enfin retrouver sa dignité.
Par ailleurs, c'est en toute connaissance de cause que je peux affirmer aujourd'hui que	la volonté farouche de sortir notre pays de la crise	a pour conséquence obligatoire l'urgente nécessité	d'une valorisation sans concession de nos caractères spécifiques.
Je tiens à vous dire ici ma détermination sans faille pour clamer haut et fort que	l'effort prioritaire en faveur du statut précaire des exclus	conforte mon désir incontestable d'aller dans le sens	d'un plan correspondant véritablement aux exigences légitimes de chacun.
J'ai, bien sûr et depuis longtemps (ai-je besoin de vous le rappeler), défendu l'idée que	le particularisme dû à notre histoire unique	doit nous amener au choix réellement impératif	de solutions rapides correspondant aux grands axes sociaux prioritaires.
Et c'est en toute conscience que je déclare avec conviction que	l'aspiration plus que légitime de chacun au progrès social	fait des préoccupations de la population de base une priorité dans l'élaboration	d'un programme plus humain, plus authentique, plus fraternel et plus juste.
Et ce n'est certainement pas vous, mes chers compatriotes, qui me contredirez si je vous dis que	la nécessité de répondre à votre inquiétude journalière, que vous soyez jeunes ou âgés,	entraîne une mission somme toute des plus exaltantes pour moi : l'élaboration	d'un projet porteur de véritables espoirs, notamment pour les plus démunis.

• Effet Impact *Utiliser le poids des mots, la connotation*

...  
...  
...

Que pensez-vous des O.V.N.I. ?

• Effet Cigogne *Confondre corrélation et causalité*

...

Corrélation positive : le nombre d'habitants des agglomérations alsaciennes augmente proportionnellement au nombre de cigognes présentes...  
C ?) Nous avons la preuve que ce sont bien les cigognes qui "apportent" les nouveau-nés !

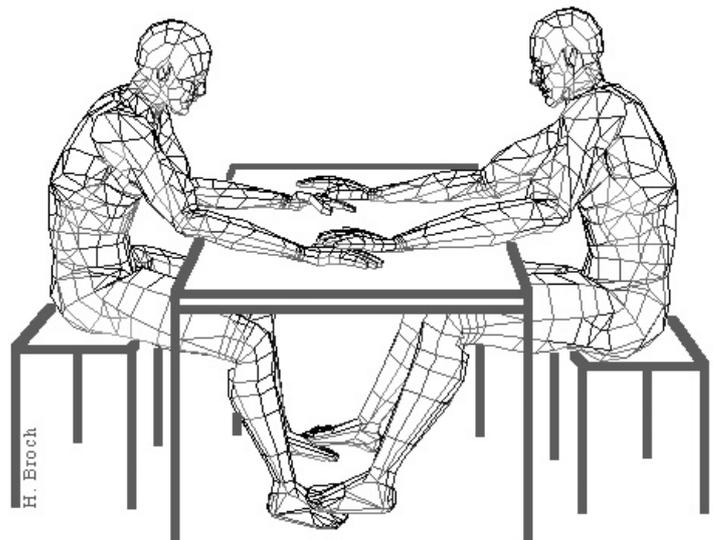
...  
...

Effet Lotus, sous-ensemble de l'effet Cigogne

• Effet Paillasson *Faire un choix trompeur des mots utilisés*

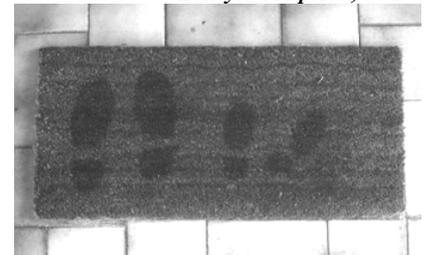
...  
...

C'est l'effet *fondamental* dans le domaine du "paranormal"



...  
...

"Essayez vos pieds, SVP"



A voir : nombreux effets illustrés avec de superbes vidéos sur "l'extra - ordinaire" site de Lazarus :  
<http://sites.unice.fr/site/broch/Lazarus-Mirages/Lazarus.html>

Résumé-condensé pour un report rapide :

© H. Broch

*Les Effets de la Zététique*

• **Effet Bof ?**

Principe de "raison insuffisante" ou principe d'indifférence (schématisé par un haussement d'épaules). Effet intervenant fréquemment dans la détermination de l'hypothèse nulle  $H_0$

• **Effet Boule de neige**

Untel déclare que Machin a dit que Chose avait appris chez Truc que... Témoignage de énième main où chaque intermédiaire rajoute un élément de son cru à l'histoire de départ.

• **Effet Escalade**

C'est un effet d'adhérence : adhérence au *comportement* même de décision et non adhérence aux *raisons*, bonnes ou mauvaises, qui sont censées orienter ce comportement. *Persévration de l'activité de décision*. Errare humanum est, sed *perseverare* diabolicum.

• **Effet Bi-Standard**

Consiste à modifier les règles du jeu en fonction des réponses (et/ou des joueurs) et/ou pendant le cours du jeu. Cette ambiguïté du *double standard* est souvent présente chez les tenants des pseudosciences et plus encore chez ceux (l'intersection des deux groupes n'est pas nulle) des médecines "parallèles".

• **Effet Petits ruisseaux**

Si les petits ruisseaux font les grandes rivières, les petits oublis (ou erreurs) permettent les grandioses théories. Question à se poser : tous les paramètres sont-ils donnés et donnés correctement (unités utilisés, cohérence globale, valeur fonction du temps,..) ?

• **Effet Bipède**

Raisonnement d'une ferme conviction vers une cause possible, raisonner à rebours, est un des effets les plus pervers et *des plus difficilement identifiables*. Très souvent il consiste à prendre l'effet pour la cause.

• **Effet Cerceau**

Cercle vicieux assez répandu chez les "paranormalistes" qui consiste à admettre au départ ce que l'on entend prouver par la démonstration que l'on va faire. Le point de départ est quelquefois sous-entendu et l'Effet devient ainsi un type de raisonnement circulaire difficile à détecter.

• **Effet Puits**

Plus un discours est "profond" (dans le sens de... creux), *plus* les auditeurs peuvent se reconnaître, et se reconnaître majoritairement, dans ce discours. L'effet Puits (effet "Barnum") offre ainsi une succession de phrases creuses qui peuvent être acceptée comme foncièrement vraies par toute personne car cette personne y ajoutera elle-même les *circonstances* qui, seules, en font des phrases ayant un sens.

• **Effet Impact**

L'effet Impact consiste à utiliser la connotation, le *poinds* des mots pour induire une idée un peu (ou très !) différente de celle que les mots prétendent représenter.

• **Effet Cigogne**

L'Effet Cigogne consiste à confondre *corrélacion* et *causalité*. (L'Effet Lotus, sous-ensemble de l'effet Cigogne, consiste à supposer une corrélation directe et à en tirer une fausse causalité, alors que l'on est en présence d'une corrélation inverse).

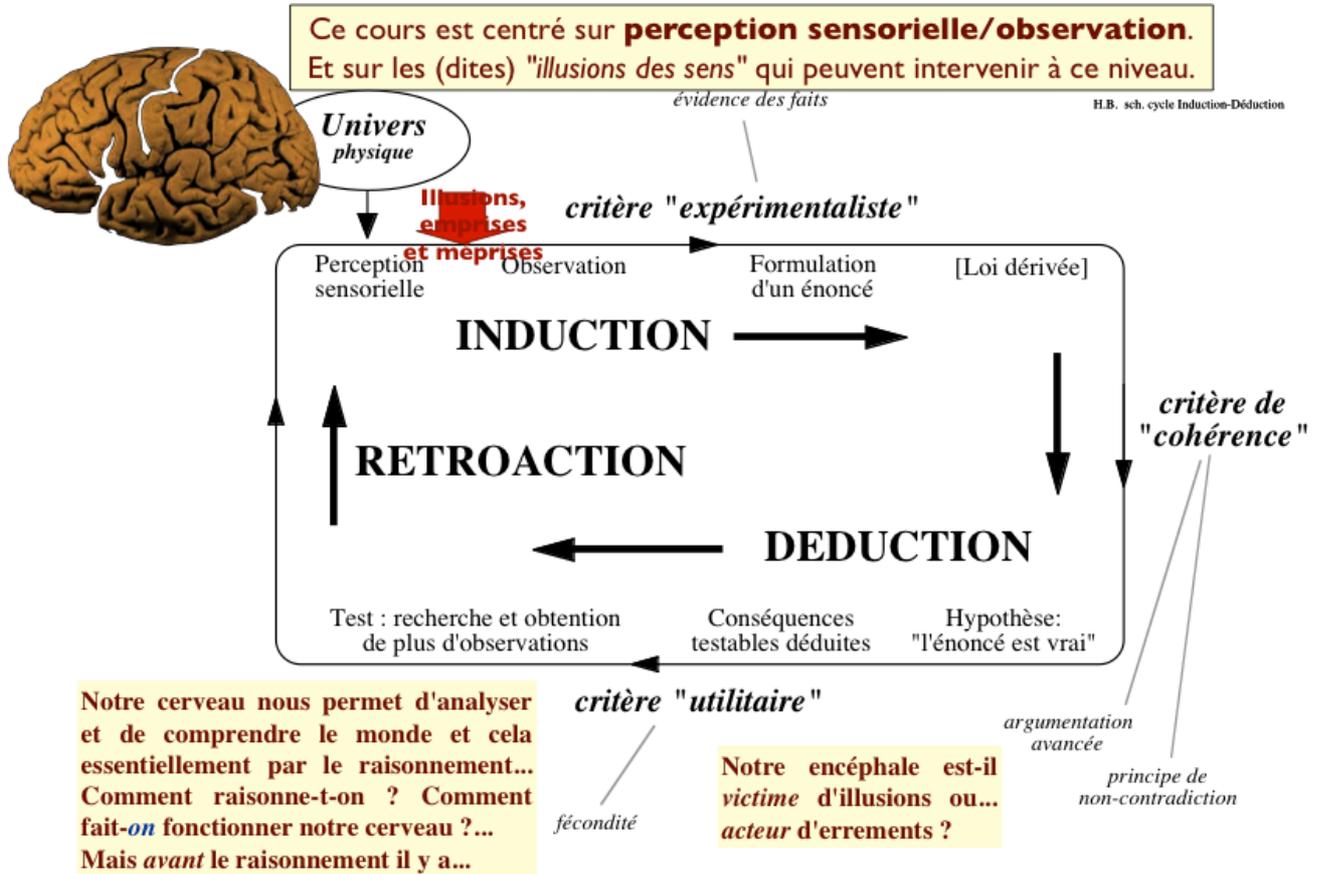
• **Effet Paillason**

Avec l'importance du *poinds* des mots illustrée par l'Effet Impact, il faut également bien prêter attention au *choix* des mots utilisés. L'"Effet Paillason" consiste à désigner une chose ou un objet par un mot qui se rapporte à *autre chose* et permet ainsi de tirer des implications sans aucune commune mesure avec celles que l'on serait en droit de tirer; c'est l'Effet *fondamental* dans le domaine des phénomènes "paranormaux".

Pour plus de détails sur les Effets, cf. <http://book-e-book.com/6-livres> Et le livret N°2 disponible à la B.U. Sciences :

**DU GORILLE NOIR AU POIVRON VERT**  
**Illusions, emprises et méprises de notre cerveau**

© H. Broch <http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>



Découverte de quelques "pouvoirs" et "non-pouvoirs" très particuliers de notre cerveau avec des expériences en direct en amphithéâtre.

- Illusions d'optique, mouvement autocinétique...
- Compte-mécompte : Basket ?... Meurtre anglais ?... Cécité (in)attentionnelle...
- Impossible mais réel...
- Illusion de contraste...

Notre cerveau *compare*...

...  
 ...

Notre cerveau *ordonne*...

...  
 ...

Notre cerveau *interprète*...

...  
 ...

Notre cerveau *complète*...

...  
...

Notre cerveau *re-construit*...

...  
...

### Conclusion :

- 1) Notre cerveau possède une capacité hautement développée (...) : **reconnaître une "trame"** et en chercher une signification.

La plupart du temps cette agilité intellectuelle et intuitive nous est particulièrement utile. Le problème est que nous ne savons pas **quand ne pas l'utiliser** et notre cerveau persiste à voir des trames (...) même là où il n'y a rien.

- 2) Contrairement aux formulations (...), il n'y a **pas "d'erreurs de nos sens"** mais uniquement des méprises sur l'*interprétation* des données reçues par nos sens, i.e. des **erreurs de notre jugement**.

Mais, après tout,... *errare humanum est*\* !

\* ...Sed perseverare diabolicum

### **• Références in graphiques ou textes du présent support de cours**

- BARRETTE C., "Mystère sans Magie. Science, doute et vérité : notre seul espoir pour l'avenir", éd. Multimondes 2006
- BOY D., "Les Français et les parasciences : vingt ans de mesure", R. Franç. Sociol. 43-1, 2002, p. 35-45
- BOY D., MICHELAT G., "Croyances aux parasciences : dimensions sociales et culturelles", Rev. Fr. Soc. XXVII, 1986, p. 175-204
- BUNGE M., "Exploring the World" et "Understanding the World", D. Reidel, Dordrecht and Boston 1983
- FRAZIER K., "To misjudge probabilities is human", Skeptical Inquirer, sept-oct. 1998, Note de l'éditeur, p. 4
- LANGMUIR I., "Pathological Sciences", 18/12/1953, Knolls Research Lab ; publié par R.N. Hall, CRD report 68-C-035, avril 1968
- PERETTI-WATEL P., "Sous les étoiles, rien de nouveau ?", R. Franç. Sociol. 43-1, 2002, p. 3-33
- STRAHLER A.N., "Understanding science", Prometheus Books, Buffalo 1992
- VALOT T., VALOT G., " Lourdes et l'illusion", Maloine 1957
- Eurobaromètre, "Les Européens, la science et la technologie", Commission Européenne, N° 55.2, décembre 2001

A votre disposition aussi la bibliographie en ligne sur le site du Laboratoire <http://sites.unice.fr/site/broch/labo.html> et l'ouvrage qui couvre tous les domaines "paranormaux" : <http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>

**LES OUVRAGES A CONSULTER** (tous disponibles à la B.U. Sciences)

Les 3 ouvrages de base à lire et à consulter (Bibliothèque Universitaire Sciences) sont :

<http://book-e-book.com/livres/8-l-art-du-doute-9782915312119.html>

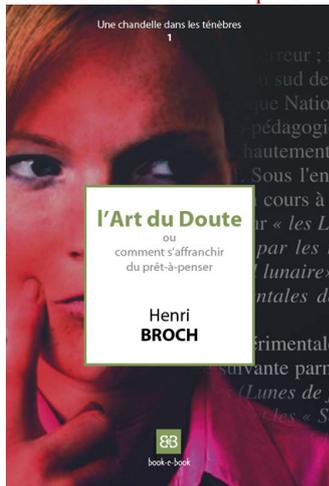
et

<http://book-e-book.com/livres/11-comment-dejouer-les-pieges-de-linformation-ou-les-regles-dor-de-la-zetetique-2915312126.html>

et

<http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>

**La Zététique, qu'est-ce que c'est ?  
La Zététique, pourquoi ? La Zététique, comment ?...**  
Chez l'éditeur de la Zététique 2008



**Stromae : "Un plaisir partagé"**

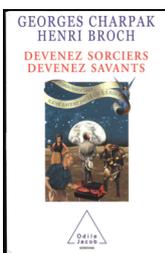
**Les Facettes et les Effets de la Zététique  
explicités à partir de courts exemples concrets...**  
Chez l'éditeur de la Zététique 2008



**Stromae : "Le livre qui m'a le plus marqué"  
"Mon livre de chevet"**

**Méthodologie et "Règles de base"...**

**Broch H.**  
"Le Paranormal"  
collection Points-Sciences, éd. Le Seuil  
(1985...) 2007

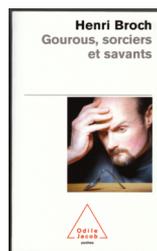


**L'utilité des probabilités...**

**Charpak G., Broch H.**  
"Devenez sorciers, devenez savants"  
éd. Odile Jacob 2002

**Pour quelques expériences concrètes...**

**Broch H.**  
"Gourous, sorciers et savants"  
éd. Odile Jacob 2006



**Tous les phénomènes "paranormaux"...**  
Chez l'éditeur de la Zététique 1991... 2015



**Georges Charpak : "Un beau travail, fort salubre"**

<http://book-e-book.com/livres/9-au-coeur-de-l-extra-ordinaire-9782915312096.html>

Répertoire d'environ 1000 références à la fin de cet ouvrage

Pour avoir plus d'informations ----> [http://sites.unice.fr/site/broch/Collection\\_Zetetique.html](http://sites.unice.fr/site/broch/Collection_Zetetique.html)

Une éventuelle autre UE forme la suite de l'enseignement "Zététique 1. *Méthodologie Scientifique*" et en montre les **applications concrètes à l'ensemble des phénomènes "paranormaux"**.

Avec toujours comme **objectif** : *l'apprentissage de la méthode scientifique*

et comme **support** : *les phénomènes "paranormaux"*.

Mais, dans cette suite :

***On examine les "faits" revendiqués avec... explications et analyse sur le fond !***

## UE Zététique 2. Les phénomènes "paranormaux" (sous réserve) 2<sup>ème</sup> semestre, Licences 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> & 3<sup>ème</sup> années

- **L'Astrologie** ou Le pouvoir des étoiles

Qu'est-ce que l'astrologie ? Quelles en sont les "techniques" ? Quelles sont les connaissances astronomiques à posséder sur la sphère céleste ? Qu'est-ce qu'une démarche scientifique peut dire sur les principes et les bases mêmes de cet "art divinatoire" ? Examen des travaux "scientifiques", études de jumeaux,... présentés comme preuves.

- **L'Archéologie Spatiale** ou Les extraterrestres dans l'Antiquité

Pyramides d'Egypte, dessins de Nazca, observatoires mégalithiques, électricité et magnétisme dans l'Antiquité, avions précolombiens, cosmonaute maya,... Ces prouesses sont-elles vraiment le fruit de contacts avec des êtres venus d'ailleurs ? Quelles sont les techniques et connaissances des anciens ?...

- **Les Manifestations Surnaturelles** ou La thaumaturgie à travers les siècles

Marche sur le feu, mystères des temples antiques, liquéfaction du sang de St Janvier, combustions humaines spontanées, malédiction des pharaons, Saint Suaire de Turin, sarcophage d'Arles-sur-Tech, fakirisme, lévitations, statues qui pleurent ou saignent,... Que nous révèle l'histoire des sciences et des techniques ? Quels sont les résultats d'une véritable enquête scientifique sur tous ces prodiges ?...

- **Les Pouvoirs de l'esprit** ou Le 6<sup>ème</sup> sens en action

Psychokinèse, radiesthésie, spiritisme, "effet Geller" et torsion de métaux, voyance, sixième sens, bioénergie, photo Kirlian, guérisseurs philippins, motard "aveugle", magnétiseurs, moulages d'ectoplasmes, télépathie, photographie mentale,... Comment aborder tous ces phénomènes et tous ces personnages ? Quelles conclusions tirer du "Défi Zététique" de 200.000 Euros ? Que peuvent nous apporter, entre autres, la physique et la chimie?...

- **Les Coïncidences exagérées** ou Approche mathématique de l'extraordinaire

Rêves prémonitoires, coïncidences exagérées, perception extra-sensorielle, biorhythmes, événements extraordinaires vécus, paradoxes,... Peut-on avoir - en faisant intervenir concrètement les statistiques et le calcul des probabilités - une approche un peu plus "mathématique" de la question paranormale ? Fiabilité, interprétation, logique et calculs peuvent-ils nous éclairer sur ces phénomènes ?

- **Médiamentonges & Parasciences** ou La vérité mutilée

Vérités mutilées, déformation des modes de pensée et mystification de la connaissance, présentations tronquées ou truquées que des médias font de différentes pseudosciences médiatiques. Sont ainsi détaillées et analysées les "techniques" et dérives d'une information...

Pour la disponibilité de cette UE et plus d'informations : <http://sites.unice.fr/site/broch/enseignement.html>

Pour découvrir l'ensemble des livrets : [http://sites.unice.fr/site/broch/Collection\\_Zetetique.html](http://sites.unice.fr/site/broch/Collection_Zetetique.html)



Pour "*Une Chandelle dans les ténèbres*" ----> <http://book-e-book.com/>

Pour vos notes personnelles

*On construit la science avec des faits comme une maison avec des pierres.  
Mais une accumulation de faits n'est pas plus une science qu'un tas de pierres n'est une maison.*  
(Henri Poincaré)



Pour "*Une Chandelle dans les ténèbres*" ----> <http://book-e-book.com/>

Pour vos notes personnelles

*L'observation recueille les faits, la réflexion les combine,  
l'expérience vérifie les résultats de la combinaison.*  
(Diderot)



Pour "*Une Chandelle dans les ténèbres*" ----> <http://book-e-book.com/>

Pour vos notes personnelles

*Assurons-nous bien du fait,  
avant de nous inquiéter de la cause.*  
(Fontenelle)



Pour "*Une Chandelle dans les ténèbres*" ----> <http://book-e-book.com/>

Pour vos notes personnelles

*Il faut que l'observation de la nature soit assidue,  
que la réflexion soit profonde, et que l'expérience soit exacte.*  
(Diderot)



Pour "*Une Chandelle dans les ténèbres*" ----> <http://book-e-book.com/>

Pour vos notes personnelles

*Douter de tout ou tout croire, ce sont deux solutions également commodes  
qui l'une et l'autre nous dispensent de réfléchir.*

(Henri Poincaré)

Plus d'informations sur les U.E. ? ----> <http://sites.unice.fr/site/broch/enseignement.html>

Pour découvrir l'éditeur de la Zététique ----> <http://book-e-book.com/>