

### 1b. Avec quelle représentation graphique ?

Chez l'homme, en physiologie et en psychologie par exemple, la mesure des temps de réaction (de réponse à des stimulations) a permis de mettre en évidence **des lois fonctionnelles** représentables par des fonctions puissance [12, 21].

Pour représenter une fonction puissance et déterminer expérimentalement son exposant, statistiquement, il est nécessaire d'utiliser une représentation logarithmique log-log. Ce qui permet d'avoir une droite, dont la pente est la valeur de l'exposant (Bricage, 2009). L'intérêt d'une échelle log-log est qu'elle permet de représenter des phénomènes et des structures fonctionnelles incommensurables à l'échelle humaine, comme, par exemple, le lien entre la structure des systèmes stellaires (figure 4b), compte tenu de la masse de leur(s) étoile(s) et de la distance des planètes à cette étoile, en terme de zone d'habitabilité (présence d'eau à l'état liquide). Non seulement l'échelle des espaces (distance, surface et volume) mais aussi l'échelle des temps doivent être représentées en coordonnées logarithmiques (figure 5b).

La difficulté est dans le choix des unités et des situations expérimentales de référence.<sup>5</sup>

Par exemple, si VA est **le volume d'un système vivant, quel que soit le niveau d'organisation, au moment où il acquiert la capacité reproductrice, l'état adulte** (autrement dit le stade du développement spécialisé dans la croissance en nombre), **en m<sup>3</sup>**, et si tg est **le temps de génération, le temps nécessaire pour atteindre le seuil de la masse suffisante pour acquérir la capacité de reproduction** (autrement dit la durée de la phase larvaire spécialisée dans la croissance en masse), **en s**, alors, pour l'ensemble des systèmes vivants de notre Univers, l'ensemble des résultats **obéit expérimentalement à une loi puissance d'exposant 3/2**, une droite de pente 3/2, **avec une probabilité supérieure à 90%**, ce sur 62x62x62 dimensions d'espace et 62 dimensions de temps (Bricage, 2009) : **VA = C. tg<sup>3/2</sup>** (figure 5).

### 1c. Une contrainte : la réciprocité des interactions. [2]

On connaît d'autres relations fonctionnelles, dites **allométriques**, qui sont gouvernées par des lois puissance. Par exemple la relation entre la masse d'un système vivant (le poids de l'endophysiotope) et l'étendue de son espace d'accueil (la surface ou le volume de son écoexotopie de survie), qui définit une relation quantitative d'interaction entre l'endophysiotope et l'écoexotopie, gouvernée par l'interaction entre croissance en masse et croissance en nombre de l'endophysiotope. Mais il n'y a aucune raison de préjuger qu'**a priori** c'est l'écoexotopie (par sa **capacité d'accueil limitée**) qui agit sur l'endophysiotope ou que c'est l'endophysiotope (par sa **capacité d'être accueilli limitée**) qui agit sur l'endophysiotope. A chaque instant l'endophysiotope et l'écoexotopie sont en interactions multi-directionnelles continues, **on ne sait plus ni où est la cause ni où est l'effet, chacun est à la fois cause et effet : loi systémique constructale** (figure 6, tableau 2). Dans la relation entre VA et tg selon que l'on considère la croissance en masse comme cause ou comme effet on a une loi puissance d'exposant 2/3 ou d'exposant 3/2 (figure 6e), mais la croissance est **à la fois cause et effet**, et les deux aspects sont indissociables : l'exposant, 3/2 ou 2/3, correspond à **la même relation d'interaction fonctionnelle, bi-directionnelle**, vue symétriquement. Comme l'est, par exemple, l'influence de la croissance en nombre (la densité d'une population de cellules ou d'organismes) sur la croissance en masse (ou en volume) et inversement : **3/2 = 1/(2/3)** (figure 6e).

### 1d. Un choix : une signification biologique et une quantification fractionnaire.

Prenons l'exemple de la loi de Piéron, pour l'audition, on peut considérer que tout se passe comme si l'exposant de cette loi puissance variait par sauts (figure 7). Quels sont les exposants possibles ? Quel choix de discontinuité, quelle progression en fraction continuée, peut-on choisir ? Compte tenu de l'éventail des résultats disponibles, **0, 1/2, 2/3** (loi de Kleiber pour les ectothermes), **3/4** (loi de West et al.), **1** (loi de Weber), **4/3, 3/2, 2**, les 2 suites **n/n+1** et **n+1/n**<sup>6</sup>, toutes les deux convergentes vers **1** et qui instaurent une relation de récurrence, ont donc été choisies (figure 7).

<sup>5</sup> « Toute loi, déduite a posteriori, n'est vraie que dans certaines limites d'oscillation. » Jules Gavarret

<sup>6</sup> **n+1/n = 1/(n/n+1)**, pour tenir compte de la symétrie des exposants, selon la représentation choisie X1=K.X2 ou X2=1/K.X1

La somme des fractions dénominateurs est la série dite harmonique.