

Régulation des hormones sexuelles

Notions de systémique

Une des grandes idées philosophique et pratique du XX^e siècle. Champ pluridisciplinaire [biologie Laborit, de Rosnay, Atlan, Von Bertalanffy, chimie Prigogine, l'économie, la sociologie Morin, l'épistémologie Le Moigne, la cybernétique, la théorie de l'entreprise par Forrester].

Définition d'un système

Un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique. S'il y a beaucoup d'éléments, la notion de système est synonyme de réseau (exemple réseau de neurones)

L'information intervient en permanence dans les échanges au sein des systèmes, parallèlement aux deux autres flux fondamentaux de matière et d'énergie, étudiés parla physique.

Les acteurs du réseau « régulation des hormones sexuelles »

Les trois éléments principaux : • Ovaire • Utérus • Hypothalamus + hypophyse
Les « informations », c'est-à-dire les hormones : • Œstrogènes • Progestérone • LH • FSH • GnRH

La causalité linéaire et la notion de fonction

La causalité cherche à définir les causes et les conséquences. Exemple : l'augmentation du CO₂ atmosphérique est responsable du réchauffement climatique; il peut y avoir des causes multiples (exemple : les causes de la crise financière).

La modélisation essaie de rendre compte du rapport (numérique) entre l'intensité des causes et l'intensité de la conséquence. En physique les lois sont souvent très mathématiques (la loi d'Ohm $U = R.I$, la loi des gaz parfaits...) En biologie, il s'agit souvent de loi probabilistes (risque de cancer en fonction de la dose de radioactivité). Le plus souvent cette loi est exprimée sous la forme d'une *fonction au sens mathématique*. (Ce peut être une fonction de plusieurs variables)

Dans les systèmes, certains causalités sont circulaires

Exemples : 1. Les sondages sont mauvais pour Éva Joly. Une rumeur évoque son retrait de la compétition électorale. Certains de ses électeurs potentiels reportent leur intention de vote sur Jean-Luc Mélançon. La candidate de EELV

baisse dans les sondages et Jean-Luc Mélançon continue de progresser. 2. Le réchauffement climatique fait fondre la neige. La Terre a un albédo plus sombre, ce qui provoque un réchauffement plus prononcé du sol.

Ces deux exemples font partie d'un groupe souvent qualifié de « cercle vicieux », ou de « cercle vertueux » lorsque le résultat va dans le sens souhaité. On parle encore d'effet « boule-de-neige ».

Exemples : 1. L'orientation inclinée de la fourche avant d'un vélo. 2. Le clavier AZERTY (exemple donné par Stephen Jay Gould pour expliquer les culs-de-sac évolutifs) 3. La glycémie. 4. À force de crier au loup...

Ces quatre exemples font partie d'un groupe souvent qualifié de « régulation », ou « d'équilibre dynamique ». Lorsque c'est désagréable, on parle d'effet « boomerang ».

Les deux types de boucles de rétroaction

Une rétroaction est une suite de causalités locales simples, disposées en boucle où chaque conséquence est elle même cause. Selon les cas on distingue :

Type boucle positive

Si toutes les causalités locales sont des fonctions croissantes :

si $\forall x \quad \frac{df}{dx} > 0$ et $\frac{dg}{dx} > 0$, alors $f \circ g$ et $g \circ f$ sont des fonctions croissantes.

Il en va de même si les deux fonctions sont décroissantes : la composée de deux fonctions décroissantes est une fonction croissante.

On est alors en présence d'une boucle positive (ou explosive). La ré-injection sur l'entrée des résultats de la sortie contribue à faciliter et à amplifier la transformation déjà en cours. Les effets sont cumulatifs et on obtient un comportement qui suit souvent des lois du type exponentiel.

Type boucle négative

Si une des fonctions (ou un nombre impair de fonctions) sont des fonctions décroissantes, la fonction composée est décroissante.

On est alors en présence d'une boucle négative (ou stabilisatrice), qui donne un équilibre, une stabilité. La rétroaction agit en sens opposé de l'écart à l'équilibre de la variable de sortie (sur les objet manufacturés, cela suppose d'avoir fixé préalablement la « valeur de consigne »). Si la rétroaction se montre efficace, il y

a stabilisation du système qui se comporte comme s'il était finalisé, c'est-à-dire tendu vers la réalisation d'un but.

La grosse faute.

L'existence de rétroactions rend impossible de dire qui se trouve à l'origine! Il s'agit même d'une fausse question et un tel problème n'a pas de sens. C'est pourquoi on ne doit jamais ouvrir, couper ou isoler une boucle de rétroaction pour l'expliquer. En systémique, ceci constitue l'erreur majeure et impardonnable. Une boucle doit toujours être étudiée dans sa globalité dynamique en refusant de disjoindre les pôles. Un système est plus que la totalité de ses parties.

Exemple : c'est la faute à la dette, aux immigrés, aux riches, aux charges des entreprises, aux chômeurs, aux parents, aux élèves, aux professeurs, à mai 68, à Voltaire, à Rousseau, etc.

Complexité

On peut avoir des fonction qui ne soit ni croissantes ni décroissantes (par exemple une fonction telle que $y = -x^2$). On obtient parfois des *oscillations chaotiques*. Les exemples classiques sont les pululations de Lemmings, les successions de dépressions météorologiques et économiques (entre autre le cycle Kondratieff (40 à 60 ans) cher à M. Hernandez), et le *cycle menstruel*.

Il peut y avoir des boucles positives et des boucles négatives imbriquées avec des délais de réponse différents (fréquent en politique économique). On parle d'effet à court et à long terme. Exemple biologique : le stockage du glucose dans le foie et dans les tissus lipidiques.

Cela provoque des effets paradoxaux : hypoglycémie due à une consommation de sucre. Typique des causalités non-linéaires. Exemple absentéisme suite à une prime...

L'ensemble de ceci constitue la théorie de la complexité.

Attracteurs étranges et équations différentielles

1963 : le météorologue Lorenz étudie le système d'équations différentielle suivant :

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -10x + 10 \\ \frac{dy}{dt} = -xz + 28x - y \\ \frac{dz}{dt} = xy - \frac{8}{3}z \end{cases}$$

Il découvre « l'effet papillon » et le chaos déterministe, caractéristique de nombreux systèmes.