

AFSCET

Res-Systemica

Revue Française de Systémique
Fondée par Evelyne Andreewsky

Volume 27, printemps 2025

Systemique des frontières ; du vivant au social

Res-Systemica, volume 27, article 04

Frontières entre cognition, conscience et émotion

Olivier Maurice

5 pages

contribution reçue le 04 juin 2025



Creative Commons

Frontières entre Cognition, Conscience et Émotion

Olivier MAURICE - AFSCET

2 Juin 2025

Abstract

Pour proposer une définition des frontières entre la cognition, la conscience et l'émotion nous nous dotons d'un modèle[1] d'un système complexe en général et sur lequel nous pouvons construire les définitions précédemment citées. Nous détaillons la structure et les natures des objets mathématiques de ce modèle sans toutefois les décrire précisément, ce qui sort du contexte de cet article. Si l'exercice peut être critiqué il a l'avantage de tenter de clarifier les concepts de cognition et conscience même s'il ne prétend pas couvrir forcément toute la complexité de ces notions ni des structures biologiques qui les portent.

1 Structure du modèle

Le modèle de fonctionnement d'un système complexe[2] que nous proposons comprend trois modules principaux, supportant autant d'équations. Rappelons brièvement ce qu'est un système complexe[3] :

1. c'est un système qui comprend de nombreuses interactions en propre et avec son environnement ;
2. c'est un système qui a pour partie des comportements stochastiques ;
3. c'est un système qui fait preuve pour partie de phénomènes d'émergences.

Les deux premières conditions se comprennent assez facilement. La dernière fait appel à une notion rarement employée mais majeure en regard de l'évolution des sciences depuis Descartes : l'émergence[4]. Une émergence est une propriété observée à une échelle donnée, et inobservable à une échelle sous-jacente. Un exemple excellent est le tableau de Dali *le marché aux esclaves*. Dans cette œuvre remarquable nous devinons le portrait de Voltaire qui se détache de la scène du marché (chacun pourra voir ce tableau sur internet). Si nous découpons les éléments du tableau pour les étaler séparés sur une table, le portrait disparaît.

Les trois modules composant le modèle sont :

1. un réseau de neurones (R2N)[5] ;
2. un module de théorie des jeux[6] ;
3. un système de type réseau électronique[7].

Nous allons détailler ces modules et leurs connexions. La figure 1 montre la structure du modèle proposé.

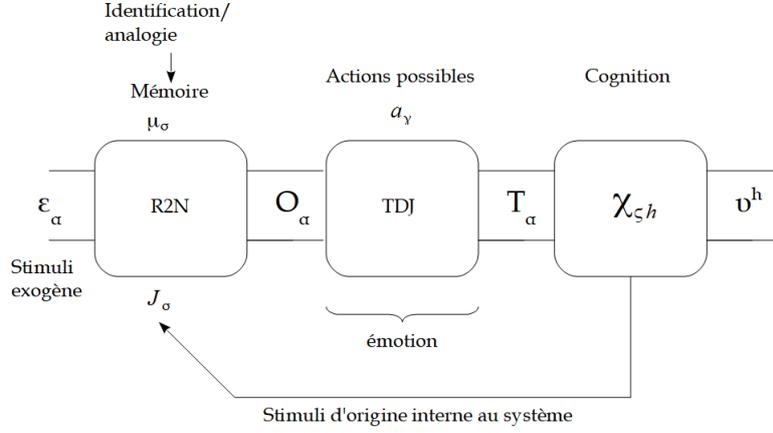


Figure 1: Modèle du système complexe

2 Réseau de neurones

Nous modélisons le réseau de neurones[9] en employant une technique de résolution des systèmes non linéaires appelée méthode de Newton[8]. Présentons simplement cette méthode. Nous avons une fonction de variables, mettons de deux variables : $f_i(x^1, x^2)$. Cette fonction répond à un système d'équations de type $f_i(x^1, x^2) = T_i$ qui possède des solutions exactes α, β avec $f_i(\alpha, \beta) = T_i$. α, β sont les valeurs cibles mais inconnues de x^k .

Nous partons de valeurs proches et connues, mais non exactes a_0, b_0 en égalant $\alpha = a_0 + h$ et $\beta = b_0 + k$. Si nous avons une fonction simple $f(x_e)$ où x_e est une valeur exacte, nous pouvons écrire au premier ordre :

$$f(x_e) \approx f(x + \epsilon) = f(x) + \epsilon \frac{\partial f}{\partial x} \quad (1)$$

Supposons alors deux valeurs meilleures que a_0 et b_0 : $a_1 = a_0 + h, b_1 = b_0 + k$. En reprenant la fonction exemple que nous avons posé précédemment, nous écrivons en limitant le vecteur de fonctions à deux composantes :

$$\begin{cases} f_1(\alpha, \beta) = f_1(a_0, b_0) + h \frac{\partial f_1(a_0, b_0)}{\partial x^1} + k \frac{\partial f_1(a_0, b_0)}{\partial x^2} = T_1 \\ f_2(\alpha, \beta) = f_2(a_0, b_0) + h \frac{\partial f_2(a_0, b_0)}{\partial x^1} + k \frac{\partial f_2(a_0, b_0)}{\partial x^2} = T_2 \end{cases} \quad (2)$$

soit :

$$\begin{cases} h \frac{\partial f_1(a_0, b_0)}{\partial x^1} + k \frac{\partial f_1(a_0, b_0)}{\partial x^2} = T_1 - f_1(a_0, b_0) \\ h \frac{\partial f_2(a_0, b_0)}{\partial x^1} + k \frac{\partial f_2(a_0, b_0)}{\partial x^2} = T_2 - f_2(a_0, b_0) \end{cases} \quad (3)$$

d'où nous déduisons les paramètres h et k . Nous pouvons alors recalculer avec deux nouveaux estimateurs $a_2 = a_1 + h, b_2 = b_1 + k$, etc. jusqu'à converger vers la solution exacte. Le réseau de neurones peut être modélisé comme un sous-système fonctionnement de la même façon qu'une itération de méthode de Newton. La cible $f(\alpha, \beta)$ est le stimuli provenant de l'environnement et les couches successives de neurones ajustent des paramètres h, k pour tendre vers la cible et de fait l'identifier. Dans la mémoire

a été acquis un ensemble de spectres de références qui vont permettre de reconnaître le stimuli par analogie : $f(\alpha, \beta)$ est un de ces spectres sur lequel est tenté une approximation, celle qui sera la plus performante étant sensée pointer l'objet réel perçu.

Le premier module représente donc la mémoire des choses apprises ou découvertes et à sa sortie, nous disposons d'une **identification de la chose perçue** : $\mathcal{E}_\alpha \rightarrow O_\alpha$.

3 Choix d'action : émotion

Face à la perception O_α , une action doit constituer la réponse du système[10]. Parmi les actions possibles a_γ , une sera sélectionnée par un jeu, modélisé par une théorie des jeux. La perception devient un joueur qui joue O_α , et **l'émotion** peut choisir entre plusieurs options a_γ . Chaque choix a_γ engendre un **gain** $G_{\alpha\gamma}$ avec une probabilité $P(O_\alpha, a_\gamma)$. Le choix se porte sur la combinaison qui présente la meilleure espérance de gain $G_{\alpha\gamma} \cdot P(O_\alpha, a_\gamma)$ **suivant le caractère du système**. Ce processus de choix d'une action constitue pour nous le périmètre de l'émotion[11]

4 Réponse du système aux stimuli

Le stimuli en sortie de la théorie des jeux est une fonction du temps $T(t)$ que nous pouvons décomposer en une somme d'échelons retardés et pondérés. En cela nous nous inspirons des stimuli nerveux qui transportent l'information captée sous forme d'impulsions avec des récurrences et des amplitudes variables.

$$T(t) = \sum_n \frac{dT(ndt)}{dt} \Gamma(n.dt) \delta(ndt) \quad (4)$$

A chaque instant ndt l'échelon présente un spectre

$$\mathcal{L} \left[\frac{dT(ndt)}{dt} \Gamma(n.dt) \delta(ndt) \right] = T_\alpha = \frac{1}{\kappa} \left(\frac{dT(ndt)}{dt} \right) \exp(-ndt\kappa) \quad (5)$$

Le choix de l'action se concrétise par le vecteur d'action T_α qui agit comme source du **système cognitif** χ_{ah} . Ce système comprend de nombreuses fonctions non linéaires ou linéaires, qui pilotent les capacités motrices ou toute autre du système. La réponse du système est ainsi obtenue par le vecteur ϑ^h projeté dans le temps en exploitant localement (pour ndt) la relation de Wiener-Kitchine. Le passage de la description de l'information d'un signal temporel à un signal harmonique permet de se rapprocher des mécanismes du vivant naissant d'interactions chimiques entre des molécules complexes plus proches de modèles spectraux que d'impulsions temporelles.

Le système χ porte ses propres sources d'énergie en partie pour assurer les réponses aux stimuli. Or certaines de ces sources peuvent être perçue par le système lui-même : c'est le **conscience**. Elle consiste en le renvoi de sources internes J_σ transformée en impulsions $J(t)$ de χ vers le réseau de neurones d'entrée. La structure de χ peut être vue comme une structure cybernétique[12] qui assure tous les mécanismes psycho-moteurs du système.

5 Frontières

En admettant le modèle et les définitions que nous proposons, la frontière entre émotion et cognition est triviale : c'est le vecteur T_α puisque par l'émotion nous avons :

$$T_\alpha = a_\alpha / G_{\alpha\gamma} \cdot P(O_\alpha, a_\gamma) \max \quad (6)$$

et par ailleurs

$$\vartheta^h = (\chi_{\alpha h})^{-1} T_\alpha \quad (7)$$

Par un processus similaire, la frontière entre conscience et émotion est concrétisée par O_α , sous condition que le stimuli propre soit connu de la mémoire donc qu'il ait déjà fait partie d'un apprentissage :

$$O_\alpha / \|\mu_\alpha - J_\alpha\| < \epsilon \quad (8)$$

Comme nous avons vu que O_α est l'information d'entrée du bloc émotion, O_α est la frontière entre conscience et émotion.

La frontière entre conscience et cognition paraît moins évidente, et ce pour une raison simple : la cognition dans notre modèle est source de la conscience, sans pour autant la réaliser complètement. Ce constat issu de notre modèle est en parfait accord avec la pensée majoritaire chez les psychologues : la conscience comme l'émotion d'ailleurs ne peut être appelée *fonction cognitive*. La conscience peut être vue comme un processus cybernétique (là aussi en cohérence avec la structure de χ) motrice de capacités d'intentionnalité et un produit des fonctionnements cognitifs. La conscience a des entrées et sorties avec la fonction cognitive. Conscience et cognition sont donc différentes mais intriquées.

Des études sont menées chez l'animal[13] sur l'hypothèse que la douleur comme la joie sont des traces de la conscience ressenties chez tous les animaux et nous posons que l'homme en fait partie. Mais ce fait que l'on admet volontiers confirme l'intrication entre cognition et conscience, la situation peut être plus compliquée que cela. Il est possible d'établir une distinction entre les conséquences cognitives, fonctionnelles d'une représentation consciente et ses mécanismes pratiques et phénoménologiques[14]. Quand une image consciente est élaborée, elle est disponible pour piloter une action. Cette action apparaît comme une cible, une valeur particulière de ϑ_α à atteindre. Mais cette image consciente pourrait provenir d'une source externe à χ et inversement nous pouvons créer une *machine* χ qui exécute l'ordre T_α qui est l'image consciente. Nous voyons que sous ce jour, les différentes tâches sont dissociables et nous pourrions imaginer une pensée *zombie* exécutant les ordres d'une source de conscience dont elle n'est pas porteuse. Pour reprendre l'article de [14] : *la concevabilité des zombies est un problème philosophique substanciel qui divise aujourd'hui la communauté*.

Dans notre modèle, si nous ne pouvons pas clairement définir et de façon générale (nous pourrions le faire pour une structure particulière) la frontière entre conscience et cognition, le modèle néanmoins fait clairement apparaître la dissociation entre stimuli exogène et provenant du système. En ce sens, le *zombie* est rejeté par ce modèle, sauf à travailler avec deux modèles à minima et de connecter une sortie J_α de l'un vers l'entrée $R2N$ de l'autre.

6 Conclusion

Le modèle que nous proposons et qui résulte de plusieurs tentatives antérieures, semble être capable de modéliser un système complexe et de donner une description concrète

à des notions difficiles comme la mémoire, l'émotion, la cognition et la conscience. Loin de constituer une fin en soi il présente cependant déjà des propriétés à même de concrétiser le sens de ces notions. Il reste à l'éprouver, le tester, le coder sur de nombreux cas pour en trouver les éventuelles limites ou insuffisances mais aussi parce que les structures complètes qui se cachent derrière ses modules sont compliquées et doivent être pratiquées pour mieux comprendre son fonctionnement.

7 Remerciements

L'auteur remercie le Professeur des universités Françoise DARSES pour son aide sur le sujet de la différence entre conscience et cognition.

References

- [1] Perruchet, P., Vinter, A., & Pacton, S. (2007). La conscience auto-organisatrice: une alternative au modèle dominant de la psychologie cognitive. *Éducation et didactique*, (1-3), 105-116.
- [2] Krob, D. (2009). *Éléments d'architecture des systèmes complexes. Gestion de la complexité et de l'information dans les grands systèmes critiques*, 179-207.
- [3] Maurice, O., & Reineix, A. (2011, October). Proposition d'un formalisme comme support pour les études théoriques en systémique. In *Systemica* (pp. Paper078-pdf).
- [4] Durand, D. (2017). *La systémique. Que sais-je.*
- [5] Borne, P., Benrejeb, M., & Haggège, J. (2007). *Les réseaux de neurones: présentation et applications (Vol. 15)*. Editions OPHRYS.
- [6] Fudenberg, D., & Tirole, J. (1991). *Game theory*. MIT press.
- [7] Maurice, O., Reineix, A., Durand, P., & Dubois, F. (2014). Kron's method and cell complexes for magnetomotive and electromotive forces. *arXiv preprint arXiv:1412.0187*.
- [8] Printems, J., & Rousse, V. (2008, November). *Méthode de Newton, systèmes dynamiques et optimisation*.
- [9] Touzet, C. (1992). *les réseaux de neurones artificiels, introduction au connexionnisme*. Ec2.
- [10] Kast, R. (1993). *La théorie de la décision (pp. 61-64)*. Paris: La Découverte.
- [11] Van Hoorebeke, D. (2008). *L'émotion et la prise de décision*. *Revue française de gestion*, (2), 33-44.
- [12] Vallée, R. (1995). *La cybernétique et l'avenir de l'homme*.
- [13] <https://www.animal-ethics.org/conscience-et-cognition-animales/>
- [14] <https://www.universalis.fr/encyclopedie/psychologie-cognitive-et-conscience/>