

## RESEARCH OUTPUTS / RÉSULTATS DE RECHERCHE

Vers une taxonomie des concepts d'émergence

Sartenaer, Olivier

*Published in:*

Revue des Questions Scientifiques

*Publication date:*

2010

[Link to publication](#)

*Citation for published version (HARVARD):*

Sartenaer, O 2010, 'Vers une taxonomie des concepts d'émergence', *Revue des Questions Scientifiques*, vol. 181, numéro 4, pp. 503-512.

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Vers une taxonomie des concepts d'émergence

SARTENAER OLIVIER\*

\* *Université Catholique de Louvain, aspirant FNRS*

## Résumé

Dans un article précédent, nous avons proposé un *explicatum* du concept d'émergence articulé autour de trois réquisits : la survenance, le holisme et la causalité descendante (Cf. [8], Sartenaer, 2010). Avec comme point de départ cette réflexion préalable, nous développons ici une première taxonomie des concepts d'émergence dans laquelle les *taxa* font écho à divers degrés de satisfaction des réquisits définitionnels de notre *explicatum* de l'émergence. Cette taxonomie permet, par classification des emplois du concept, d'éclaircir les débats nébuleux relatifs à la problématique du réductionnisme.

## 1. Introduction

Traditionnellement, il est d'usage de définir l'émergence par l'intermédiaire de la maxime classique « le tout est plus que la somme des parties ». Toutefois, la nature foncièrement vague et ambiguë d'une telle définition, autorisant des interprétations diverses et variées, a conduit aujourd'hui à un éclatement du concept d'émergence en divers concepts apparentés aux sens très variables<sup>1</sup>. Une telle « dissémination conceptuelle » s'avère problématique

---

1. Par exemple, on peut trouver aujourd'hui, dans la littérature philosophique ou scientifique, des concepts comme l'émergence faible, l'émergence nominale, l'émergence mo-

pour la formulation d'un discours anti-réductionniste unitaire et pertinent, et s'accompagne d'un obscurcissement majeur des débats relatifs à l'articulation des disciplines scientifiques.

Dans un article précédent, nous nous sommes donnés comme objectif de résorber ce « brouillard sémantique » flottant autour de l'idée d'émergence, par l'entremise de la construction d'un concept d'émergence clair et précis, à l'aune duquel les différents usages du terme dans la littérature peuvent être évalués. Dans cette optique, nous avons substitué à l'interprétation contemporaine standard de la maxime classique, articulée autour du concept d'irréductibilité, une lecture plus précise et plus satisfaisante d'un point de vue philosophique. En lieu et place de l'interprétation traditionnelle suivante :

– « Le tout est plus que la somme des parties » = « le tout est irréductible aux parties », *i.e.* il est impossible d'expliquer et de prédire le comportement du tout sur base d'une connaissance, aussi complète soit-elle, des parties de ce tout,

nous avons proposé un *explicatum* de l'émergence associé à l'interprétation suivante :

– « Le tout est plus que la somme des parties » = « le tout (1) survient sur ses parties; le tout (2) manifeste des propriétés systémiques (d'un autre genre que celles manifestées par les parties); (3) le tout manifeste une disposition à agir causalement, de manière descendante, sur les parties ».

Dans cet article, nous envisageons les conséquences pratiques d'une telle définition de l'émergence. Notre *explicatum* nous autorise en effet à construire, de manière très intuitive, une première taxonomie des différents concepts d'émergence employés dans la littérature, taxonomie dans laquelle chaque *taxon* correspond à un degré différent de satisfaction des trois réquisits définitionnels de l'émergence que sont la survenance, le holisme et la causalité descendante. La classification proposée dessine la silhouette d'un « gradient conceptuel » autour duquel s'ordonnent les différents concepts d'émergence employés dans la littérature<sup>2</sup>, et pour lesquels une méthodologie d'investigation scientifique particulière peut être proposée.

---

dérée, l'émergence ontologique, l'émergence relative, l'émergence computationnelle, *etc.*

2. Cette idée de hiérarchisation des concepts d'émergence selon un gradient a notamment été proposée par Bauchau, dans « Emergence and Reductionism: from the Game of Life to Science of Life », dans [5], Feltz et *al.*, 2006, ainsi que par Van Gulick dans [7], Van Gulick, 2001.

## 2. Vers une taxonomie des concepts d'émergence

Comme nous l'avons rappelé précédemment, une propriété  $P$  d'un système complexe  $S$  peut être qualifiée d'émergente (au sens de notre *explicatum*) si et seulement si (1)  $P$  appartient à une famille  $\{P_i\}$  qui survient sur une classe de propriétés microstructurelles de base  $\{B_i\}$ , (2)  $P$  est systémique, c'est-à-dire d'un nouveau *genre* (aucune des propriétés  $B_i$  ne constitue un déterminant de  $P$ ) et (3)  $P$  ne peut être expliquée ou prédite sur base d'informations exclusivement relatives au niveau des  $B_i$ . Afin de satisfaire cette dernière condition (l'irréductibilité de  $P$ ), les émergentistes envisagent le fait que  $P$  s'identifie à une disposition à agir causalement sur sa base de survenance  $\{B_i\}$ .

Ces trois réquisits définitionnels de notre *explicatum* de l'émergence, correspondant à une interprétation contemporaine particulière de la maxime classique : « le tout est plus que la somme des parties », s'avèrent intéressants pour dessiner une première classification des multiples usages du concept d'émergence dans la littérature (et donc des multiples lectures de la maxime classique). Cette taxonomie s'opère naturellement eu égard au degré de satisfaction des trois conditions définitionnelles de notre *explicatum*. Huit cas de figures s'avèrent envisageables (voir figure 1), parmi lesquels deux d'entre eux (le n°2 et le n°6) sont à exclure (car la satisfaction du réquisit de causalité descendante implique logiquement la satisfaction de la condition de holisme<sup>3</sup>). Six cas sont ainsi envisagés et regroupés en quatre grands paradigmes, formant les quatre échelons principaux de notre « gradient conceptuel ».

3. En effet, dans [8], Sartenaer, 2010, nous avons mis en évidence le fait qu'un phénomène naturel qui exemplifie le concept de causalité descendante est nécessairement irréductible. Or, tout phénomène irréductible manifeste au moins une propriété systémique.

	Survenance	Holisme	Causalité descendante
1.	NON	NON	NON
2.	NON	NON	OUI
3.	NON	OUI	NON
4.	NON	OUI	OUI
5.	OUI	NON	NON
6.	OUI	NON	OUI
7.	OUI	OUI	NON
8.	OUI	OUI	OUI

Figure 1 : Différents degrés de satisfaction des réquisits définitionnels de notre explicatum de l'émergence.

- [Cas n°1-3-4 – le dualisme des substances:] Ces trois premiers cas de figure ont en commun la non satisfaction de la condition de survenance. Il s'agit dès lors de situations où se manifestent des propriétés immatérielles non physiquement réalisées. Le cas n°4 est particulièrement important, puisqu'il correspond au dualisme anti-réductionniste attaché à certaines formes de vitalisme ou de spiritualisme, dans lesquels une propriété immatérielle d'un « tout » est irréductible à la structure physique de ce tout. Deux exemplifications candidates à ce cas de figure seraient l'élan vital ou la *res cogitans*. Ces trois premières situations sont peut-être intéressantes d'un point de vue philosophique, mais elles s'avèrent non pertinentes dans une tentative de conceptualisation de l'émergence en phase avec les présupposés fondamentaux de la pratique scientifique cristallisés via le concept de survenance.
- [Cas n°5 – la réduction :] Ce deuxième paradigme correspond au cas d'une propriété naturelle *P* survenante et non systémique (donc réductible). Il s'agit sans aucun doute de la situation la plus habituelle, faisant office d'archétype sur lequel s'est calquée la démarche réductionniste depuis l'atomisme de Démocrite. L'illustration paradigmatique d'un tel cas de figure consiste en la propriété « être massif » qui s'avère survenante

mais non systémique. Face à des propriétés d'un tel genre, la démarche analytique articulée autour de la micro-réduction est tout à fait adaptée. Notons que certains auteurs mobilisent, déjà à ce premier niveau de notre « gradient », le concept d'émergence. Citons par exemple Van Gulick qui associe la propriété « être massif » au concept d'émergence à valeur spécifique (« Le tout et ses parties possèdent des caractéristiques d'un même genre, mais adoptent des sous-types ou des valeurs spécifiques de ce genre »<sup>4</sup>).

- **[Cas n°7 – l'émergence relative ou épistémique:]** Ce troisième paradigme est associé à un système naturel manifestant une propriété *P* survenante et systémique, mais toujours réductible (par exemple, la propriété « être liquide »). L'apparition, à ce stade, de propriétés authentiquement nouvelles suggère, malgré la réductibilité, l'avènement d'une certaine *autonomie* de ces propriétés eu égard à leur base de survenance. Cette autonomie relative a conduit de nombreux auteurs à qualifier les propriétés cadrant avec ce paradigme d'émergentes. Nous sommes ainsi confrontés, dans ce cas de figure, aux concepts suivants : émergence  *nominale* ou  *faible*<sup>5</sup>, émergence  *modérée*<sup>6</sup>, émergence  *interactionnelle*<sup>7</sup>, etc. Ces différents concepts, participant de ce troisième paradigme associé à la satisfaction des réquisits de survenance et de holisme, peuvent se résumer en un seul : l'émergence  *relative* ou  *épistémique*<sup>8</sup>. En effet, tous les concepts d'émergence mobilisés dans la littérature pour capturer la double idée « survenance - holisme » ont en commun de conférer à

4. [7], Van Gulick, 2001, p. 17. Notre traduction. Souligné dans le texte.

5. Cf. [1], Bedau, 1997; [2], Bedau, 2003. L'association des concepts de survenance et de holisme cadre parfaitement avec le concept d'émergence nominale de Bedau. Ce dernier raffine toutefois le concept en précisant que, si *P* émerge au sens nominal et si *P* n'est réductible que sur base d'une simulation numérique (irréductibilité algorithmique), alors *P* est aussi faiblement émergente. En outre, parmi les propriétés faiblement émergentes, certaines sont « robustes », car elles possèdent une autonomie plus forte eu égard à la réduction algorithmique, par l'intermédiaire d'une causalité descendante « faible ».

6. [7], Van Gulick, 2001, p. 17. Notre traduction de « *modest kind emergence* ».

7. [10], Spencer-Smith, 1995, p. 121. Cette forme d'émergence, défendue notamment par Stephanie Forrest, s'apparente à l'émergence faible de Bedau.

8. Cette appellation n'est pas nouvelle. Elle remonte aux premiers détracteurs du courant émergentiste britannique, comme par exemple Hempel ou Nagel. Notons que l'appellation « émergence épistémique » n'est pas heureuse (car tous les concepts d'émergence décrits ici sont développés dans une perspective épistémologique, *i.e.* relative à la problématique de l'explication, et non de la constitution). Nous préférons ainsi dorénavant l'expression « émergence relative ».

l'émergence un statut *relatif* à l'état de nos connaissances (ou de notre ignorance). Les concepts d'émergence relative les plus radicaux (comme le concept d'« émergence faible robuste » de Bedau) demeurent toujours compatibles avec une forme de réduction de principe. Diverses exemplifications phénoménales de ce concept d'émergence relative peuvent aisément être fournies : les propriétés « être rouge », « être soluble » ou « être liquide » (émergence nominale ou émergence relative *faible*) ainsi que les propriétés manifestées par les entités étudiées aujourd'hui par ce qu'il est coutume d'appeler les « sciences de la complexité » : les structures dissipatives, les phénomènes mettant en scène des automates cellulaires qui manifestent l'apparition de *formes émergentes* (comme par exemple le « glider » dans le « jeu de la vie » de Conway)(émergence faible *robuste*, via l'irréductibilité algorithmique), *etc.*

- [Cas n°8 - l'émergence absolue ou ontologique :] Le dernier cas de figure correspond à la satisfaction des trois réquisits définitionnels de notre *explicatum* de l'émergence. Dans un tel contexte, l'irréductibilité de principe s'avère garantie par la condition de causalité descendante. Ce cas de figure correspond à ce qu'il est coutume d'appeler émergence *forte*<sup>9</sup>, émergence *radicale*<sup>10</sup> ou émergence *ontologique*<sup>11</sup>. Dans un souci de cohérence avec nos précédentes considérations, nous préférons ici l'appellation d'émergence *absolue*, faisant explicitement référence à une impossibilité de formuler une explication réductive d'un phénomène émergent, indépendamment de notre connaissance subjective. Le concept d'émergence absolue ainsi construit correspond à notre *explicatum*, à l'aune duquel une démarcation intéressante peut s'opérer entre propriétés naturelles émergentes et propriétés naturelles réductibles. Néanmoins, à l'instar du concept proposé historiquement par les émergentistes britanniques, notre *explicatum* de l'émergence demeure vulnérable sur le plan empirique. Il s'avère ainsi nécessaire d'exemplifier concrètement notre concept, par l'intermédiaire d'un phénomène naturel satisfaisant effectivement les conditions de survenance, de holisme, et de causalité descendante. Une telle tâche n'est pas sans difficulté. Aujourd'hui encore les

9. Cf. par exemple Crane, « The Significance of Emergence », dans [6], Gillett et Loewer, 2001.

10. Cf. [7], Van Gulick, 2001.

11. Cf. par exemple [9], Silberstein, 1999, ou Bersini et Philemotte, « Emergent Phenomena Only Belong to Biology », dans [4], Almeida e Costa, 2007, pp. 53-62.

émérgentistes s'affairent à déceler, dans l'étude des systèmes complexes, des propriétés qui émergent de manière absolue. Il semblerait que les meilleurs candidats à l'exemplification de l'émergence absolue soient aujourd'hui les propriétés « être vivant » et « être conscient »<sup>12</sup>.

À l'aune de cette taxonomie des concepts d'émergence couramment employés dans la littérature, nous constatons qu'il se dessine un « gradient conceptuel » le long duquel s'ordonnent les interprétations courantes de la maxime classique de l'émergence (voir figure 2). Ce gradient s'avère intéressant pour mettre de l'ordre dans les débats contemporains relatifs à la problématique de l'émergence et de la réduction.

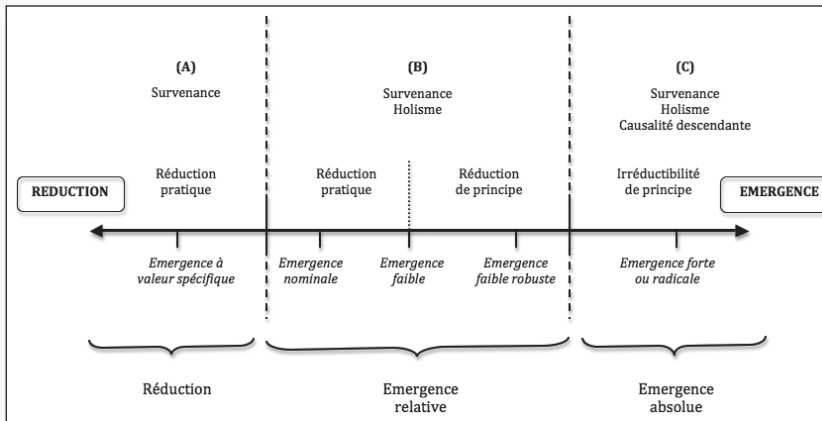


Figure 2 : Gradient conceptuel construit à l'aune de notre explicatum de l'émergence.

12. Il est important de faire remarquer que ces propriétés doivent leur nature potentiellement émergente à l'existence d'un mécanisme sélectif opérant sur le système complexe qui les manifeste. Cette observation pousse de nombreux philosophes à avancer l'hypothèse selon laquelle il ne peut y avoir d'émergence absolue sans sélection. Cf. par exemple, Feltz, « Self-Organization, Selection and Emergence in the Theories of Evolution », dans [5], Feltz, Crommelinck et Goujon, 2006, pp. 341-358, ou [3], Bersini, 2007.

Paradigme	Interprétation de la maxime : "le tout est <b>plus que</b> la somme des parties"	Méthodologie d'analyse
Réduction	"Le tout est explicable et prédictible, en pratique et en principe, à partir d'une connaissance des parties isolées"	Atomisme
Emergence relative	"Le tout est explicable et prédictible, en principe, mais pas toujours en pratique, à partir d'une connaissance des parties isolées et des lois d'organisation qui régissent l'agencement de ces parties"	Atomisme et étude de l'organisation
Emergence absolue	"Le tout n'est ni explicable ni prédictible, en pratique comme en principe, à partir d'une connaissance des parties isolées et des lois d'organisation qui régissent l'agencement de ces parties"	Atomisme, étude de l'organisation et holisme
Dualisme	"Le tout est d'un autre ordre que les parties"	-

Figure 3. : Interprétations de la maxime classique de l'émergence dans le cadre des quatre paradigmes proposés via notre construction d'un explicatum de l'émergence. À ces paradigmes correspond une méthodologie d'investigation scientifique particulière.

En outre, notre analyse conceptuelle nous autorise à raffiner les lectures de la maxime classique de l'émergence : « le tout est plus que la somme des parties », et d'associer à chacun des quatre paradigmes de notre taxonomie une méthodologie d'investigation scientifique particulière (voir figure 3). Nous mettons ainsi en évidence les faits suivants :

- **[Paradigme de réduction :]** dans le cadre de l'étude de propriétés réductibles, l'atomisme de Démocrite s'avère adéquat pour expliquer un phénomène naturel. L'isolation méthodologique des parties constitutives du système considéré n'occulte aucune réalité qu'il serait nécessaire de prendre en considération dans l'analyse.
- **[Paradigme d'émergence relative :]** dans le cadre de l'étude de propriétés relativement émergentes, l'atomisme de Démocrite rencontre une limitation pratique. L'atomisation du système ne permet pas de prendre en considération l'importance de la relationnalité interne du système, *i.e.* les interactions mutuelles entre les parties constitutives du système. Cette limitation s'avère particulièrement aigüe dans le cas de l'étude de systèmes pour lesquels les relations inter-parties sont hautement non-linéaires et sensibles au contexte d'intégration du système dans un environnement particulier. Dans de tels cas (typiques des phénomènes d'auto-organisation, où des comportements complexes surviennent sur base de règles simples), l'analyse ne peut s'effectuer sans le recours à la simulation numérique. Toutefois, l'explication de tels systèmes demeure en principe réductive, c'est-à-dire que la relationnalité du système peut

être entièrement saisie par les concepts et les lois d'une théorie relative aux parties du système.

- **[Paradigme d'émergence absolue :]** dans le cadre de l'étude de propriétés absolument émergentes, l'atomisme rencontre une limitation principale. L'effectivité d'un pouvoir causal rétroactif intrasystème du tout vers les parties rend impossible l'explication exhaustive de ce système par le recours à une étude des parties isolées de ce système. Il devient nécessaire d'intégrer à l'explication la relationnalité interne du système, dans des termes qui ne peuvent plus faire l'économie d'informations relatives au niveau du système pris comme un tout. Une analyse « holiste » est donc à mobiliser en suppléance.

### 3. Conclusion

Avec comme point de départ notre définition de l'émergence articulée autour des concepts de survenance, de holisme et de causalité descendante, nous avons pu proposer dans cet article une première taxonomie des concepts d'émergence couramment utilisés dans la littérature scientifique et philosophique. Quatre paradigmes ont pu être déterminés, correspondant à quatre degrés différents de satisfaction des réquisits définitionnels de notre *explicatum*. Ces quatre paradigmes, associés à quatre méthodologies d'investigation scientifique des systèmes complexes, ont pu être ordonnés le long d'un gradient utile à la cartographie du paysage conceptuel relatif à la tension entre émergence et réduction. Nous avons ainsi pu regrouper les différents usages du concept d'émergence respectivement dans les catégories « réduction », « émergence relative », « émergence absolue » et « dualisme des substances ». Par ailleurs, pour chaque paradigme, nous avons proposé diverses propriétés naturelles candidates à une exemplification empirique concrète. À ce sujet, nous avons localisé le point de friction actuel autour duquel s'opposent aujourd'hui les partisans de l'émergence et les réductionnistes : l'exemplification phénoménale du concept d'émergence absolue. Afin de défendre la pertinence scientifique de ce concept, il convient de donner un réel contenu empirique au concept de causalité descendante. A ce jour, les tentatives pour diagnostiquer, au sein de systèmes naturels, un réel pouvoir causal descendant du « tout » vers les « parties » se sont avérées infructueuses. L'avènement récent des « sciences de la complexité » et de l'étude des systèmes auto-organisés nous

autorise cependant à croire en le fait qu'exemplifier la causalité descendante, et donc l'émergence absolue, relève du domaine du possible.

## Remerciements

Je tiens à remercier Marie-Françoise Meurisse, Bertrand Hespel, Bao Long Dang Van et Xavier Gillon pour leurs précieux conseils et/ou corrections sur la première version de cet article. Cet article s'inscrit dans le cadre de recherches en philosophie des sciences financées par le Fond National de la Recherche scientifique (FNRS).

## Références

- [1] BEDAU, M., « Weak Emergence », in *Philosophical Perspectives*, n°11 (1997), pp. 375-399.
- [2] BEDAU, M., « Downward Causation and the Autonomy of Weak Emergence », in *Principia*, n°6 (2003), pp. 5-50.
- [3] BERSINI, H., *Qu'est-ce que l'émergence ?*, Paris, Ellipses, 2007.
- [4] COSTA, F.A. (ed.), *Advances in Artificial Life : 9th European Conference, ECAL 2007*, Berlin, Springer-Verlag, 2007.
- [5] FELTZ, B., CROMMELINCK, M., and GOUJON, P. (eds.), *Self-Organization And Emergence in Life Sciences*, New York, Springer-Verlag, 2006.
- [6] GILLET, G. and LOEWER, B., *Physicalism and its Discontents*, Cambridge, Cambridge University Press, 2001.
- [7] GULICK (VAN), R., « Reduction, Emergence and Other Recent Options on the Mind-Body Problem : A Philosophic Overview », in *Journal of Consciousness Studies*, n°8 (2001), pp. 1-34.
- [8] SARTENAER, O., « Définir l'émergence », *Revue des Questions Scientifiques*, n°181 (2010), pp. 371-404.
- [9] SILBERSTEIN, M. and MCGEEVER, J., « The Search for Ontological Emergence », in *The Philosophical Quarterly*, n°49 (1999), pp. 182-200.
- [10] SPENCER-SMITH, R., « Reductionism and Emergent Properties », in *Proceedings of the Aristotelian Society*, n°95 (1995), pp. 113-129.