



## Complexité et créativité : émergence, stabilité et dynamiques des collectifs

## Complexity and creativity: emergence, stability, and collective dynamic

Bernard Ancori

Volume 12, Number 2, May 2017

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1040903ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1040903ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Prise de parole

ISSN

1712-8307 (print)

1918-7475 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Ancori, B. (2017). Complexité et créativité : émergence, stabilité et dynamiques des collectifs. *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, 12(2), 11–39. <https://doi.org/10.7202/1040903ar>

Article abstract

Relying on a formal model of the structure and evolution of a complex socio-cognitive network of individual actors, this article analyzes the conditions for the emergence, stabilization, and disappearance of collectives, meaning organized groups with stable individual actors, which behave like subjects with intentionality, like plural subjects.

As the cognitive basis of each subject is formed by the shared representations of all the members, the emergence of such collectives implies the appearance of such shared representations. This appearance represents a first creative phenomenon, collective from the start and linked to an extensive dimension of individual learning during social communication. The progressive stabilization of such collectives results thus from the intensive dimension of this learning, realized simultaneously with the extensive dimension, leading to the appearance of cognitive routines. The latter may disappear from the conscious level of individual subjects, and, once perfectly rooted in the individual, they become invisible for the relevant thought collectives, which now attain full stabilization.

Each state of the network contains a constellation of such collectives of various sizes and vocations, some of which may pursue the same aim. They thus enter in competition as they are focused on a common object which each collective wishes to handle alone after eliminating another or the other collectives. The analysis of competitive dynamics specifies the conditions of the supremacy of one of the collectives over another or the other collectives. At the (provisional) end of a dynamic process, the landscape of all collectives has undergone a modification, leading to a second creative phenomenon, located this time on the global level of the network.

# Complexité et créativité : émergence, stabilité et dynamiques des collectifs

**BERNARD ANCORI**

IRIST, EA 3424, Université de Strasbourg

**L**e concept de complexité renvoie à deux domaines de recherche distincts : celui de la complexité algorithmique introduite par Andreï Kolmogorov et Gregory Chaitin <sup>1</sup>, et celui de la complexité « naturelle » mise en avant dans les travaux d'Henri Atlan <sup>2</sup>. Un système ou un réseau est « naturellement » complexe lorsque sa finalité, s'il en a une, est inconnue du théoricien/expérimentateur et devient ainsi elle-même un objet de recherche, contrairement à un système seulement « compliqué », tel un programme d'ordinateur, dont la finalité est évidemment connue du programmeur.

Dans une série de travaux antérieurs, nous avons spécifié ce paradigme très général en modélisant la structure et l'évolution d'un réseau complexe d'acteurs individuels saisis à travers une

---

<sup>1</sup> Ming Li et Paul Vitanyi, *An Introduction to Kolmogorov Complexity and Its Applications*, Second Edition, New York, Springer-Verlag, 1997.

<sup>2</sup> Henri Atlan, *Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant*, Paris, Seuil, 1979; Henri Atlan « L'intuition du complexe et ses théorisations », dans Françoise Fogelman-Soulié (dir.), *Les théories de la complexité. Autour de l'œuvre d'Henri Atlan*, Paris, Seuil, 1991, p. 9-42; Henri Atlan, *L'organisation biologique et la théorie de l'information*, Paris, Herman, 1972; Henri Atlan, *Le vivant post-génomique ou qu'est-ce que l'auto-organisation?*, Paris, Odile Jacob, 2011.

activité sociale (la communication) et une activité cognitive (la catégorisation, *via* l'analogie ou la métaphore). Cette modélisation nous a permis de poser plusieurs jalons dans la construction d'une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. La notion de créativité apparaît ici au niveau individuel comme collectif sous la forme du *quantum* de nouveauté (faible) issue de la communication, ainsi que sous celle de la nouveauté (forte) associée à la catégorisation *via* l'analogie ou la métaphore<sup>3</sup> – ces deux formes de créativité étant constitutives d'un dilemme pour l'acteur individuel<sup>4</sup>.

Mais la créativité d'un système (ou d'un réseau) naturellement complexe apparaît également à travers la notion d'*émergence* à son niveau propre de certaines propriétés inexistantes au niveau de ses composants élémentaires. Dans cet article, nous prolongerons l'exploration des potentialités explicatives de notre modélisation en analysant certains aspects de l'émergence, de la stabilisation et de la disparition des *collectifs*, en désignant par ce terme générique tout groupe organisé et stable d'acteurs individuels se comportant comme un sujet doté d'intentionnalité – corporations, clubs, associations, institutions, adhérents à une convention, etc.

Le fait de créditer de tels sujets d'une intentionnalité similaire à celle des sujets individuels ne va pas de soi, comme le montre l'opposition rencontrée jadis par l'épistémologie sociologique

---

<sup>3</sup> Bernard Ancori, « Analogie, évolution scientifique et réseaux complexes », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 1, n° 1, 2005, p. 9-61; Bernard Ancori, « Analogie, métaphore et mutation féodale (XI<sup>ème</sup>-XIII<sup>ème</sup> siècles) », dans Sylvain David, Janusz Przychodzen et François-Emmanuel Boucher (dir.), *Que peut la métaphore? Histoire, savoir et poétique*, Paris, L'Harmattan, coll. « Histoire et épistémologie des sciences », 2009, p. 115-131; Bernard Ancori, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. I. Propension à communiquer et présent spéculaire », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 3, n° 2, 2008, p. 113-181; Bernard Ancori, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. II. Temporalités historiques et entropie sociocognitive », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 4, n° 1, 2008, p. 9-76.

<sup>4</sup> Bernard Ancori, « Communication, cognition et créativité dans les sociétés de la connaissance. À propos de deux dilemmes », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 9, n° 2, 2014, p. 45-95.

d'Emile Durkheim, puis par celle d'un Ludwik Fleck<sup>5</sup> (1935) s'inscrivant dans la postérité, alors peu nombreuse, du fondateur de la sociologie française<sup>6</sup>. À l'instar d'Anthony Quinton<sup>7</sup>, nombre d'auteurs estiment en effet qu'attribuer des jugements ou des intentions à des groupes sociaux n'est qu'une manière de les attribuer de manière additive aux individus qui les composent, et constitue donc une manière purement métaphorique de s'exprimer. D'autres postulent au contraire l'existence de collectifs en tant que sujets intentionnels distincts de la simple addition des acteurs individuels qui les composent. Ainsi, Philip Pettit<sup>8</sup> considère ces collectifs intégrés par une unification rationnelle comme des *personnes institutionnelles* du fait de leur engagement dans cette unification, et affirme qu'ils sont capables de penser à la première personne – à la manière d'un « nous » analogue au « je » du sujet individuel. C'est également en ce sens que Margaret Gilbert<sup>9</sup> parle de *sujets pluriels*, expression que nous privilégierons dans la suite de ce texte.

La question essentielle est ici celle de l'*émergence* et de la *stabilisation* de tels collectifs, et la réponse à cette question n'a rien d'évident. Cependant, nous pouvons raisonnablement supposer que le socle cognitif de chacun d'eux étant formé de représentations partagées par l'ensemble de ses membres, la condition de possibilité de leur émergence consiste en l'apparition de telles représentations

<sup>5</sup> Ludwik Fleck, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*, Basel, Benno Schwabe und Co, 1935.

<sup>6</sup> Cf. Mary Douglas, *Comment pensent les institutions* suivi de *Il n'y a pas de don gratuit* et *La connaissance de soi*, Paris, La Découverte / M.A.U.S.S., 1999, p. 34 sq. Mary Douglas remarque que Thomas Samuel Kuhn lui-même, pourtant le premier à attirer l'attention sur le livre de Ludwik Fleck, refusait d'attribuer à un collectif de pensée des caractéristiques qu'il jugeait réservées à la seule pensée individuelle (*op. cit.*, p. 39).

<sup>7</sup> Anthony Quinton, « Social Objects », *Proceedings of the Aristotelian Society*, n° 75, 1975.

<sup>8</sup> Philip Pettit, *Penser en société. Essais de métaphysique sociale et de méthodologie*, Paris, Presses Universitaires de France, 2004.

<sup>9</sup> Margaret Gilbert, *On Social Facts*, New York et Londres, Routledge, 1989; Margaret Gilbert, *Marcher ensemble. Essais sur les fondements des phénomènes collectifs*, Paris, Presses Universitaires de France, 2003.

parmi ces membres. Nous montrerons ici que cette apparition, loin de résulter d'une transmission entre acteurs de représentations initialement individuelles et qui seraient *ensuite seulement* mises en commun *via* ce type de communication, constituent un phénomène *immédiatement collectif* lié à la *dimension extensive* de l'apprentissage individuel lors de la communication sociale.

Dans ces conditions, la *stabilisation* progressive de collectifs ayant ainsi émergé passe nécessairement par celle des représentations partagées par leurs membres. Cette stabilisation résulte de la *dimension intensive* de l'apprentissage que les acteurs individuels concernés réalisent simultanément à sa dimension extensive lors de communications sociales successives. Ce type d'apprentissage peut se répéter jusqu'au moment où ses contenus s'effacent du niveau conscient de ceux qui en sont les sujets<sup>10</sup>. C'est une routine cognitive collective qui se trouve alors parfaitement ancrée, et conformément au *style de pensée* évoqué par Ludwik Fleck, une telle routine présente pour caractéristique essentielle d'être invisible pour le *collectif de pensée* composé des acteurs individuels concernés<sup>11</sup>. Ainsi, le collectif dont l'amorce a émergé du fait de l'apprentissage extensif réalisé lors de la communication se trouve pleinement stabilisé à l'issue de cet apprentissage intensif, et il se présente dès lors comme un sujet pluriel.

Nous pouvons alors visualiser un état quelconque de notre réseau comme une constellation de tels collectifs de tailles et de vocations qui peuvent être très diverses. Certains de ces derniers se trouvent néanmoins poursuivre un même objectif. Ils entrent alors en *concurrence* en se rapportant à un objet commun que chacun d'eux voudrait gérer seul après avoir éliminé le(s) collectif(s) concurrent(s). Pour terminer, nous analyserons cette dynamique concurrentielle en détaillant les conditions de la

---

<sup>10</sup> Cf. Gregory Bateson, *La nature et la pensée*, Paris, Seuil, 1984; Gregory Bateson, *Steps to an Ecology of Mind*, New York, Chandler Publishing Company, 1972; Gregory Bateson, *Une unité sacrée. Quelques pas de plus vers une écologie de l'esprit*, Paris, Seuil, 1996.

<sup>11</sup> Ludwik Fleck (*op. cit.*) distingue le « collectif de pensée », soumis à la contrainte du style de pensée, de la « communauté de pensée », qui ne l'est pas.

suprématie de l'un des collectifs concernés sur l'autre (ou sur les autres). C'est alors le paysage de la constellation de collectifs qui se trouve modifié au terme toujours provisoire d'une telle dynamique, et c'est ainsi une autre forme de créativité qui se manifeste au niveau de notre réseau global.

### **Emergence et stabilisation de collectifs *via* la communication sociale**

Il serait hors de propos d'entamer ici une discussion sur les multiples controverses entourant la notion d'émergence<sup>12</sup>. Nous nous contenterons d'adopter trois idées fondamentales des doctrines de l'école émergentiste britannique du début du XX<sup>e</sup> siècle<sup>13</sup>. Nous dirons ainsi qu'un collectif envisagé comme un tout composé de parties émerge à partir de ces dernières si : *i*) les propriétés du tout dépendent de celles de ses parties et de leur agencement; *ii*) le tout est plus que la simple somme de ses parties; *iii*) les propriétés émergentes sont dotées de pouvoirs causaux originaux qui s'exercent dans le monde (efficacité causale des émergents) et modifient les propriétés de base dont elles émergent (causalité descendante réflexive).

Nous ne traiterons pas de l'émergence ainsi entendue en termes d'origine, car la régression à l'infini qu'abrite toujours le problème de l'origine lui interdit de connaître une solution analytique : comme le dit Philip Pettit à propos de l'origine de ces collectifs particuliers que sont les conventions, il s'agit là d'une « question pour l'histoire »<sup>14</sup>. En revanche, il est parfaitement concevable d'analyser la dynamique évolutive de représentations individuelles associées à des états du réseau vierges de tout collectif vers des représentations partagées associées à d'autres états de ce même réseau où figurent au contraire des collectifs. Bref, il est possible d'identifier les *conditions de possibilité* de l'émergence de

<sup>12</sup> Cf. sur ce point Jaegwon Kim, *Trois essais sur l'émergence*, Paris, Les Éditions d'Ithaque, 2006.

<sup>13</sup> Cf. Anne Fagot-Largeault, « L'émergence », dans Daniel Andler, Anne Fagot-Largeault et Bertrand Saint-Sernin (dir.), *Philosophie des sciences*, vol. 2, Paris, Gallimard, 2002, p. 982-1013.

<sup>14</sup> Philip Pettit, « Normes et choix rationnels », *Réseaux*, n° 62, 1993, p. 87-111.

ces derniers, et c'est une telle identification que nous proposons ici d'étudier. Après avoir rappelé quelques hypothèses et notations concernant la structure et l'évolution de notre réseau (1), nous analyserons l'émergence d'amorces de collectifs (2), puis la stabilisation de ces derniers en tant que sujets pluriels ou personnes institutionnelles (3).

## 1. Structure et évolution du réseau : hypothèses et notations

La modélisation dont nous voulons explorer le potentiel explicatif en matière d'émergence et de stabilisation des collectifs repose sur quinze hypothèses dont nous ne retiendrons ici que les plus pertinentes au regard de cette problématique précise<sup>15</sup>. Commençons par caractériser la *structure* de notre réseau. Les acteurs individuels, notés  $A_i$ , sont représentés dans le modèle sous l'angle de leurs représentations mentales composées de catégories psychologiques notées  $C_j^q(t)$ , ou de combinaisons de telles catégories. L'exposant  $q$  mesure ici le nombre d'occurrence de la catégorie  $C_j$  dans le répertoire cognitif d'un acteur donné depuis son plus lointain passé jusqu'à la date  $t$ . L'ensemble des catégories  $C_j^q$  connues de l'acteur  $A_i$  à cette même date est noté  $S_i(t)$ , et le répertoire cognitif correspondant, noté  $\mathcal{P}S_i(t)$ , est l'ensemble des parties de l'ensemble  $S_i(t)$ <sup>16</sup>. À chaque date donnée correspond un état du réseau représentable par une matrice boléenne  $[a_{ij}](t)$

<sup>15</sup> Cf. Bernard Ancori, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. I. Propension à communiquer et présent spécieux », *op. cit.*, p. 130-144.

<sup>16</sup> Le répertoire cognitif  $\mathcal{P}S_i(t)$  contient toutes les combinaisons de catégories  $C_j^q(t)$  que l'acteur  $A_i$  est *formellement* capable de construire à partir de  $S_i(t)$ . En toute rigueur, ce répertoire ne s'identifie pas avec la mémoire individuelle de  $A_i$  à cette date, car certaines parties de  $\mathcal{P}S_i(t)$  n'ont pour l'acteur concerné aucune pertinence *sémantique* à la date considérée. Notée  $p S_i(t)$ , sa mémoire individuelle est le sous-ensemble de  $\mathcal{P}S_i(t)$  qui est sémantiquement pertinent pour lui à cette date. Néanmoins, si cette distinction s'est révélée utile pour analyser la notion kuhnienne de révolution scientifique (cf. Bernard Ancori, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. II. Temporalités historiques et entropie sociocognitive », *op. cit.*, p. 33 sq.), elle n'a aucune importance pour le présent propos. Nous considérerons donc ici qu'à toutes les dates considérées, le répertoire  $\mathcal{P}S_i(t)$  est intégralement pertinent d'un point de vue sémantique pour l'acteur  $A_i$ , et qu'il se confond ainsi avec sa mémoire individuelle.

dont les lignes sont les acteurs individuels  $A_i$  et les colonnes les catégories  $C_j^q$ . Les coefficients de cette matrice sont tels que  $a_{ij} = 1$  si, et seulement si, l'ensemble  $S_i(t)$  contient la catégorie  $C_j^q$ ,  $\forall q$ , et  $a_{ij} = 0$  dans le cas inverse.

Venons-en aux hypothèses et notations qui gouvernent l'évolution de ce réseau. Dans le cadre de notre problématique, nous considérerons que ce dernier évolue sous la seule impulsion de la communication interindividuelle entre acteurs. Pour qu'une telle communication soit possible, il faut que les acteurs impliqués disposent d'un langage commun, formalisé ici par l'existence d'au moins une catégorie simultanément présente dans leurs ensembles  $S_i(t)$ . Définissons alors un ensemble de propensions à communiquer entre acteurs, en posant que la propension à communiquer entre deux acteurs donnés est mesurée par le rapport du cardinal de l'intersection de leurs ensembles  $S_i(t)$  sur le cardinal de l'union de ces derniers. Il suit que les communications les plus probables sont dyadiques, et elles gouvernent donc l'évolution la plus probable du réseau<sup>17</sup>. Cette évolution consiste en un processus d'apprentissage comportant une dimension extensive ainsi qu'une dimension intensive. Dans sa dimension extensive, l'apprentissage réalisé par l'acteur  $A_i$  lors de sa communication avec un autre acteur est indexé sur l'évolution du cardinal de l'ensemble  $S_i(t)$  – donc aussi sur celle du cardinal de  $\mathcal{P}S_i(t)$ , égal à  $2^I$  lorsque  $S_i(t)$  contient  $I$  éléments. Dans sa dimension intensive, l'apprentissage est indexé sur l'évolution de l'exposant  $q$  des catégories  $C_j$  : à chaque nouvelle occurrence d'une catégorie  $C_j^q$  dans la mémoire individuelle d'un acteur donné – ici confondue avec  $\mathcal{P}S_i(t)$  –,

<sup>17</sup> En effet, la propension à communiquer ainsi définie est une probabilité conditionnelle à une situation, c'est-à-dire à l'état correspondant du réseau. Elle est donc toujours inférieure à l'unité. Il suit que la propension à communiquer entre trois acteurs est nécessairement inférieure à chacune des trois propensions à communiquer entre deux acteurs qui la composent. Et entre quatre acteurs, cette propension est inférieure à chacune des trois propensions à communiquer entre trois acteurs qui la composent, etc. Cela ne signifie pas qu'il n'existe aucun collectif de plus de deux acteurs dans le réseau, mais simplement que la probabilité d'apparition d'un collectif est inversement proportionnelle au nombre d'acteurs qu'il rassemble. En d'autres termes, plus la population d'un collectif donné est importante, moins sa fréquence relative est élevée au sein de l'ensemble des collectifs existant dans chaque état du réseau.



cette catégorie devient une catégorie  $C_j^{q+1}$ . Ce processus se poursuit jusqu'à ce que l'exposant  $q$  atteigne une valeur limite  $h$  à partir de laquelle la catégorie concernée devient une méta-catégorie qui quitte le niveau conscient des mémoires individuelles et collectives correspondantes pour rejoindre un niveau non conscient<sup>18</sup>.

### 1.1. Dimension extensive de l'apprentissage et émergence de collectifs en tant que sujets pluriels

Appliquons ces hypothèses et notations à un modèle simple de réseau comportant 5 acteurs et 15 catégories – tous les résultats ainsi obtenus étant généralisables à un nombre quelconque d'acteurs et de catégories. À la date  $t$ , l'état initial de ce réseau est représentable comme suit :

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$											$C_{15}$
$A_1$	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_2$	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
$A_3$	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
$A_4$	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
$A_5$	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Supposons alors qu'à cette date s'établissent deux communications dyadiques, l'une entre les acteurs  $A_1$  et  $A_2$ , telle que le message émis par  $A_1$  (et reçu par  $A_2$ ) soit «  $C_1C_2$  » et que le message émis simultanément par  $A_2$  (et reçu par  $A_1$ ) soit «  $C_2C_3$  », l'autre entre les acteurs  $A_3$  et  $A_4$ , telle que le message émis par  $A_3$  (et reçu par  $A_4$ ) soit «  $C_4C_3$  » et que le message émis simultanément par  $A_4$  (et reçu par  $A_3$ ) soit «  $C_4C_5$  ». Les appren-

<sup>18</sup> Lorsqu'elles « sautent » du niveau conscient à un niveau non conscient, les catégories (ou les combinaisons de catégories) concernées gouvernent la sélection des catégories (des combinaisons) sémantiquement pertinentes au sein du répertoire cognitif individuel, ainsi que les règles d'organisation et de fonctionnement de la mémoire individuelle ainsi constituée. Il s'agit donc de méta-catégories (de méta-combinaisons) situées, non pas à un niveau inférieur à celui des catégories (des combinaisons) conscientes, mais à un niveau supérieur, en accord avec la conception défendue par Friedrich Hayek (cf. Arthur Koestler et John Smythies (dir.), *Beyond Reductionism*, New York, Hutchinson, 1969, p. 319).

tissages « extensifs » réalisés à cette occasion par nos quatre acteurs individuels débouchent sur l'état suivant du réseau à la date t+1 :

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>													C <sub>15</sub>
A <sub>1</sub>	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A <sub>2</sub>	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A <sub>3</sub>	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
A <sub>4</sub>	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
A <sub>5</sub>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Il apparaît ici qu'entre les dates t et t+1,  $\mathcal{P}(S_1)$  est passé de  $\{\emptyset, C_1, C_2, C_6, C_7, C_1C_2, C_1C_6, C_1C_7, C_2C_6, C_2C_7, C_6C_7, C_1C_2C_6, C_1C_2C_7, C_1C_6C_7, C_2C_6C_7, C_1C_2C_6C_7\}$

à  $\{\emptyset, C_1, C_2, C_3, C_6, C_7, C_1C_2, C_1C_3, C_1C_6, C_1C_7, C_2C_3, C_2C_6, C_2C_7, C_3C_6, C_3C_7, C_6C_7, C_1C_2C_3, C_1C_2C_6, C_1C_2C_7, C_1C_3C_6, C_1C_3C_7, C_1C_6C_7, C_2C_3C_6, C_2C_3C_7, C_2C_6C_7, C_3C_6C_7, C_1C_2C_3C_6, C_1C_2C_3C_7, C_1C_2C_6C_7, C_1C_3C_6C_7, C_2C_3C_6C_7, C_1C_2C_3C_6C_7\}$ .

Simultanément,  $\mathcal{P}(S_2)$  est passé de  $\{\emptyset, C_2, C_3, C_8, C_9\}, C_2C_3, C_2C_8, C_2C_9, C_3C_8, C_3C_9, C_8C_9, C_2C_3C_8, C_2C_3C_9, C_2C_8C_9, C_3C_8C_9, C_2C_3C_8C_9\}$

à  $\{\emptyset, C_1, C_2, C_3, C_8, C_9, C_1C_2, C_1C_3, C_1C_8, C_1C_9, C_2C_3, C_2C_8, C_2C_9, C_3C_8, C_3C_9, C_8C_9, C_1C_2C_3, C_1C_2C_8, C_1C_2C_9, C_1C_3C_3, C_1C_3C_9, C_1C_8C_9, C_2C_3C_8, C_2C_3C_9, C_2C_8C_9, C_3C_8C_9, C_1C_2C_3C_8, C_1C_2C_3C_9, C_1C_2C_8C_9, C_1C_3C_8C_9, C_2C_3C_8C_9, C_1C_2C_3C_8C_9\}$ .

Notons  $S_{12}$  l'intersection des ensembles  $S_1$  et  $S_2$ . Concernant les apprentissages extensifs réalisés par les acteurs  $A_1$  et  $A_2$ , nous obtenons donc le tableau suivant :

Tableau

	t	t+1	gain
S <sub>1</sub>	{C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> }	{C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> }	C <sub>3</sub>
S <sub>2</sub>	{C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>8</sub> , C <sub>9</sub> }	{C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>8</sub> , C <sub>9</sub> }	C <sub>1</sub>
S <sub>12</sub>	{C <sub>2</sub> }	{C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> }	C <sub>1</sub> , C <sub>3</sub>
$\mathcal{P}(S_{12})$ (S <sub>12</sub> )	{ $\emptyset$ , C <sub>2</sub> }	{ $\emptyset$ , C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> , C <sub>1</sub> C <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> , C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> }	C <sub>1</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> , C <sub>1</sub> C <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> , C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub>

### Résultats de l'apprentissage extensif réalisé par A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> entre t et t+1

On remarque que les acteurs A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> connaissent *tous les deux* à la date t+1 les combinaisons de catégories C<sub>1</sub>C<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>, et C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>C<sub>3</sub> qu'*aucun des deux* ne connaissait à la date t. En d'autres termes, le processus d'apprentissage extensif qu'ils ont réalisé en communiquant a débouché sur des représentations *immédiatement partagées* constitutives d'un savoir commun, voire de croyances collectives : *tous savent à présent ce que personne ne savait auparavant*. Ce savoir commun ne provient nullement d'une transmission de savoir d'un acteur « sachant » à un autre acteur « ignorant », mais résulte uniquement de la nature combinatoire des lois de l'information et de l'apprentissage réalisé par des acteurs individuels communiquant en tant que sujets cognitifs. L'apparition de ce savoir sur fond préalable d'une commune ignorance est un phénomène d'émergence : au niveau collectif des deux acteurs concernés est apparue une propriété nouvelle du réseau, qu'aucun des éléments constituant ce dernier ne présentait auparavant, et c'est pourquoi nous pouvons parler ici d'un réseau sociocognitif *complexe*. Ce qui est ainsi affirmé des acteurs A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> est évidemment tout aussi vrai en ce qui concerne les acteurs A<sub>3</sub> et A<sub>4</sub>. Ainsi, de t à t+1  $\mathcal{P}(S_{34})$  est passé de { $\emptyset$ , C<sub>4</sub>} à { $\emptyset$ , C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>3</sub>C<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>C<sub>5</sub>, C<sub>4</sub>C<sub>5</sub>, C<sub>3</sub>C<sub>4</sub>C<sub>5</sub>}, de sorte qu'à la date t+1, A<sub>3</sub> et A<sub>4</sub> connaissent *tous les deux* les combinaisons de catégories C<sub>3</sub>C<sub>5</sub>, C<sub>4</sub>C<sub>5</sub>, et C<sub>3</sub>C<sub>4</sub>C<sub>5</sub> qu'*aucun d'eux* ne connaissait à la date t.

L'émergence de ce type de savoirs au sein de ces deux dyades d'acteurs individuels fait de chacune d'elles une amorce de *sujet pluriel* au sens de Margaret Gilbert<sup>19</sup>. Un tel sujet est composé de membres qui se comportent comme « les membres d'un seul corps, ce corps les comprenant tous<sup>20</sup> », et se soumettent à certains engagements conjoints<sup>21</sup> impliquant des droits et devoirs plus ou moins explicites. Lorsque le concept de sujet pluriel est intégré à celui d'action partagée, il débouche sur des règles de comportement définies à un niveau collectif et respectées à ce titre par chaque membre du sujet pluriel concerné<sup>22</sup>. Soulignons néanmoins que ce concept n'implique pas nécessairement l'existence d'un *objectif* commun à tous ses membres : « le concept général et

<sup>19</sup> Margaret Gilbert, *Marcher ensemble...*, *op. cit.*

<sup>20</sup> *Ibid.*, p. 60.

<sup>21</sup> Margaret Gilbert mentionne la réserve de Georg Simmel à l'égard des dyades, qu'il considérait « comme significativement différentes des groupes plus larges. Un point sur lequel il a insisté réside dans le fait que, à l'intérieur d'une dyade, chaque personne sait que sans lui ou elle en particulier le groupe cesserait d'exister. Tant qu'il y a au moins trois personnes, le groupe peut survivre à la perte d'une personne donnée. Les individus d'une dyade, donc, peuvent avoir moins l'impression que le groupe est quelque chose "au-delà et au-dessus" des membres individuels. On peut admettre ceci [...] sans pour autant rejeter l'idée qu'une dyade peut pleinement répondre à la qualification de groupe social. Elle peut simplement être considérée comme un groupe social d'un type particulier » *Marcher ensemble...*, *op. cit.*, p. 69. Elle fait d'ailleurs remarquer que, malgré cette réserve, Simmel lui-même écrivait : « il reste que la formation sociologique la plus simple du point de vue méthodologique est la relation entre deux éléments. [...] Il s'agit déjà d'une socialisation » (*Ibid.*, p. 69, n. 1). Les rapports entre niveau social et niveau individuel sont analysés en détail dans Georg Simmel, *Sociologie et épistémologie*, Paris, Presses Universitaires de France, 1981.

<sup>22</sup> Margaret Gilbert évoque certains passages du Livre I du *Contrat social* de Rousseau, ou du Livre II du *Léviathan* de Hobbes, dans lesquels affleurent des notions très proches de son concept de sujet pluriel (cf. *Marcher ensemble...*, *op. cit.*, p. 67-69). Pour une critique de ces notions, et une analyse de l'apport de la cybernétique sur ce point, voir Jean-Pierre Dupuy, *Introduction aux sciences sociales. Logique des phénomènes collectifs*, Paris, Éditions Ellipses, 1982, p. 27-48. Curieusement, Margaret Gilbert ne mentionne pas le passage de la *République* (V, 462a-462d) de Platon, où se trouve probablement la première expression claire de cette idée sous la forme d'une cité idéale qui se comporterait comme un seul homme. Aristote critique ce « communisme » de Platon tout au long des cinq premiers chapitres du livre II de sa *Politique*.

fondamental de sujet pluriel [...] peut résider par exemple dans notre concept de croyance collective ou partagée, et dans le concept de principe collectif ou partagé<sup>23</sup> ». Tel est bien le cas au sein de chacune de nos dyades d'acteurs individuels.

## 1.2. Dimension intensive de l'apprentissage et stabilisation des sujets pluriels

Introduisons à présent la dimension intensive de l'apprentissage dans notre modèle, car la stabilisation des sujets pluriels ayant émergé du fait de sa dimension extensive résulte précisément de la combinaison de deux facteurs : *i*) l'actualisation de cette dimension intensive; *ii*) l'évolution des propensions à communiquer des acteurs. Ainsi, dans notre exemple, les catégories mentales  $C_2$  et  $C_4$ , déjà présentes à la date  $t$  dans les répertoires cognitifs respectifs des couples d'acteurs ( $A_1$  et  $A_2$ ) et ( $A_3$  et  $A_4$ ) ont certes rendu la communication possible au sein de chacun de ces couples, mais elles ont également été réactivées dans chacun de ces répertoires par la communication établie entre  $t$  et  $t+1$  : ainsi actualisée, la dimension intensive de l'apprentissage se traduit par le fait que  $C_2$  et  $C_4$  sont ainsi devenues respectivement  $C_2^2$  et  $C_4^2$ . Le véritable état du réseau à la date  $t+1$  est donc le suivant :

	$C_1$	$C_2^2$	$C_3$	$C_4^2$	$C_5$											$C_{15}$									
$A_1$	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$A_2$	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_3$	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_4$	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_5$	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Tous les résultats précédents sont conservés, à ceci près qu'il convient d'y remplacer partout  $C_2$  par  $C_2^2$  et  $C_4$  par  $C_4^2$ . Ce sont donc en réalité les combinaisons de catégories  $C_1C_3$ ,  $C_2^2C_3$ , et  $C_1C_2^2C_3$  qui sont simultanément connues des acteurs  $A_1$  et  $A_2$  à la date  $t+1$ , alors qu'aucun d'eux ne les connaissait à la date  $t$ . Et

<sup>23</sup> Margaret Gilbert, *Marcher ensemble...*, *op. cit.*, p. 64.

il en va de même pour les combinaisons  $C_3C_5$ ,  $C_4^2C_5$ , et  $C_3C_4^2C_5$  en ce qui concerne les acteurs  $A_3$  et  $A_4$ .

Par quelles déterminations les sujets pluriels ayant ainsi émergé se voient-ils stabiliser? Notons que par rapport à l'état initial du réseau dans lequel chaque acteur se trouvait à égale distance de ses deux voisins immédiats, les communications établies ont eu pour effet de rapprocher certains acteurs (ceux qui ont communiqué ensemble) et d'en éloigner simultanément d'autres (ceux qui auraient pu communiquer ensemble, mais qui ont chacun communiqué avec d'autres). Il se forme ainsi des *amas* d'acteurs, tels celui des acteurs  $A_1$  et  $A_2$ , dont la propension à communiquer, égale à  $1/7$  à la date  $t$ , a vu cette valeur tripler à la date  $t+1$ , et celui des acteurs  $A_3$  et  $A_4$ , dont la propension à communiquer est elle aussi devenue égale à  $3/7$  à la date  $t+1$ . En revanche, les acteurs  $A_2$  et  $A_3$ , dont la propension à communiquer était également de  $1/7$  à la date  $t$ , l'ont vu chuter à  $1/9$  à la date  $t+1$ :  $A_2$  *aurait pu* communiquer avec  $A_3$ , mais *il ne l'a pas fait* car il a communiqué avec  $A_1$ , et il en va de même pour  $A_3$ , qui a communiqué avec  $A_4$  et non avec  $A_2$ . *Toute communication établie favorise de ce fait même sa propre réitération, ce qui confère à ce processus un caractère cumulatif: le réseau évolue vers une constellation d'amas toujours plus différenciés*<sup>24</sup>.

C'est alors la combinaison de ce caractère cumulatif avec la nécessité de l'existence d'un langage commun entre acteurs pour qu'une communication soit possible entre eux qui vient stabiliser les sujets pluriels ayant émergé. En effet, lors de leur communication ultérieure rendue ainsi hautement probable, les acteurs  $A_1$  et  $A_2$  vont échanger des messages qui contiendront nécessairement l'une ou l'autre des combinaisons de catégories  $C_1C_3$ ,

<sup>24</sup> Pour une démonstration générale de cette formation d'amas d'acteurs et de son évolution au sein du réseau, voir Bernard Ancori, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. I. Propension à communiquer et présent spépieux », *op. cit.*, p. 161 *sq.* Remarquons par ailleurs que l'acteur  $A_5$ , demeuré à l'écart de toute communication entre les dates  $t$  et  $t+1$ , a vu également ses propensions à communiquer (avec  $A_4$  et avec  $A_1$ ) diminuer au cours de cette période, mais ceci dans une mesure moindre : de  $1/7$  à la date  $t$ , ces propensions sont passées à  $1/8$  à la date  $t+1$ .

$C_2^2C_3$ , et  $C_1C_2^2C_3$  qu'ils partagent désormais – ou toute combinaison de ces combinaisons. De sorte qu'en  $t+2$ , l'une au moins des catégories  $C_1$ ,  $C_2^2$ , ou  $C_3$  aura vu son exposant augmenter d'une unité. Parallèlement à l'émergence de nouvelles combinaisons de catégories immédiatement collectives liée à la dimension extensive de l'apprentissage, le sujet individuel émergent composé de ces deux acteurs sera alors également sous-tendu par des combinaisons de catégories de types  $C_1^2C_3$ ,  $C_1C_3^2$ ,  $C_2^3C_3$ ,  $C_2^3C_3^2$ ,  $C_1^2C_2^3C_3^2$ , etc., selon que les messages échangés auront contenu les combinaisons  $C_1$ ,  $C_3$ ,  $C_2$ ,  $C_2C_3$ ,  $C_1C_2^2C_3$  ou toute autre combinaison de ces combinaisons. Et ce phénomène ne pourra que se voir accentué aux dates  $t+3$ ,  $t+4$ , etc. À la faveur de la répétition de ces communications au sein de chaque amas d'acteurs ainsi identifié à un sujet pluriel en cours de stabilisation, la dimension intensive de l'apprentissage impliquera inévitablement l'apparition de catégories  $C_j^q$  (et de combinaisons de telles catégories) dont l'exposant  $q$  sera égal ou supérieur à la valeur limite  $h$  à laquelle nous savons les catégories concernées (ou les combinaisons de telles catégories) quitter le niveau conscient des mémoires individuelles et collectives correspondantes pour rejoindre un niveau non conscient. Lorsque tel sera le cas, les représentations mentales correspondantes seront parfaitement ancrées dans les mémoires des acteurs, et les sujets pluriels ayant émergé à l'issue des communications initiales entre ces derniers déboucheront sur de tels sujets pleinement stabilisés.

Après avoir mené à l'émergence de sujets pluriels *via* l'apprentissage extensif réalisé par les acteurs individuels qui les composent à l'occasion de leurs communications, l'évolution du réseau tend à stabiliser ces sujets pluriels *via* l'apprentissage intensif réalisé par ces mêmes acteurs individuels lors de la répétition de ces communications selon un processus cumulatif. À l'issue de ce processus qui ancre toujours plus profondément les représentations partagées par les acteurs, la pleine stabilisation d'un sujet pluriel coïncide avec l'achèvement de l'ancrage d'une routine cognitive partagée par tous ses membres. Cette routine collective est d'autant plus efficace qu'elle est désormais ignorée de ces derniers,

qui vont alors parfois jusqu'à attribuer son existence à une cause extérieure et transcendante, alors que ce sont eux-mêmes qui l'auront construite par leurs interactions successives. Ce type de routine opère ainsi comme ce que la théorie des systèmes appelle un point fixe endogène, car elle dicte un comportement propre au sujet pluriel dont son parfait ancrage signe l'arrivée à maturité<sup>25</sup>.

Il apparaît ainsi que notre analyse de la détermination ascendante de l'individuel sur le collectif menant à l'émergence, puis à la stabilisation, de ces points fixes endogènes en lesquels consistent les routines cognitives, apporte une forme de réponse à l'interrogation critique de Georges Balandier au sujet de l'argumentation déployée par Ludwik Fleck : « même en admettant la souveraineté du "style de pensée", une question sans réponse n'en reste pas moins posée : de quoi et comment naît-elle?<sup>26</sup> ».

<sup>25</sup> Sur la notion de point fixe endogène comme effet de système, voir Jean-Pierre Dupuy, *Introduction aux sciences sociales...*, *op. cit.*, p. 35-37. Le phénomène social paradigmatique sur lequel Margaret Gilbert centre son argumentation en faveur de l'existence du sujet pluriel est celui de deux personnes, Sue et Jack, ayant décidé de se promener ensemble. Elle décrit longuement les comportements que Sue est en droit d'adopter et d'attendre de Jack en vertu des devoirs qui sont ceux de Jack (et les siens) dans cette circonstance (*Marcher ensemble...*, *op. cit.*, p. 45-71). Cette argumentation implique que tous les comportements et les conduites des deux protagonistes ayant souscrit à l'*engagement conjoint* d'appliquer cette décision s'inscrivent dans un cadre fixé par un point fixe endogène, et ceci d'autant plus que ce dernier s'identifie à une routine collective parfaitement ancrée.

<sup>26</sup> Georges Balandier, « Préface », dans Mary Douglas, *Comment pensent les institutions...*, *op. cit.*, p. 17. Mary Douglas note également que la véritable question, pour Durkheim comme pour Fleck, est celle de l'émergence de l'ordre social lui-même (*Comment pensent les institutions...*, *op. cit.*, p. 41). Elle propose en conséquence de développer un modèle Durkheim-Fleck élargi (*Ibid.*, p. 59 *sq.*) en analysant le rôle de la cognition dans la formation de cet ordre social (*Ibid.*, p. 43 *sq.*). Plus précisément, l'institution étant « un groupe social légitimé » (*Ibid.*, p. 66), Mary Douglas considère que la mise en acte de l'analogie entre l'ordre social et l'ordre naturel est au fondement de l'institution (*Ibid.*, p. 65-72) : « Le processus cognitif fonde l'institution à la fois en nature et en raison, en mettant en correspondance la structure formelle des institutions avec les structures formelles des espèces naturelles » (*Ibid.*, p. 73). Elle retrouve ainsi l'analyse d'Émile Durkheim et Marcel Mauss (« De quelques formes primitives de classification. Contribution à l'étude des représentations collectives », *L'Année sociologique*, VI, 1903) montrant que le



Symétriquement, notre analyse de la détermination descendante réflexive du collectif sur l'individuel consistant en l'action de ces points fixes endogènes encadrant les comportements et inspirant les conduites des acteurs individuels concernés, permet d'identifier l'efficacité causale de propriétés émergentes qui modifient les propriétés de base dont elles ont émergé. Le phénomène d'émergence ainsi analysé présente donc bien les trois caractéristiques fondamentales mises en avant par les doctrines de l'école émergentiste britannique du début du XX<sup>e</sup> siècle, telles que rappelées en ouverture de ce texte. Ainsi naissent et vivent les collectifs. Comment leur arrive-t-il de mourir? Parfois au terme d'une dynamique concurrentielle qui se déroule à leur détriment, comme nous allons le voir.

### **Emprises relatives et dynamiques concurrentielles entre collectifs**

La notion de concurrence entre deux ou plusieurs collectifs implique que tous sont concernés par un même objet, et que chacun a pour objectif de s'assurer le monopole de gestion de cet objet en éliminant tous les autres. Le collectif vainqueur est ici celui qui présente ce que nous appelons ici la plus grande *emprise relative* au sein du réseau. Comment mesurer cette dernière? Posons que la mesure de l'emprise relative d'un collectif donné parmi l'ensemble de tous ceux qui coexistent dans un état quelconque du réseau doit incorporer simultanément la fraction de la population totale d'acteurs composant ce collectif et le volume ainsi que la profondeur des représentations partagées par ses membres. En effet, au-delà des seuls nombres d'acteurs composant

---

principe de la classification naturelle à l'œuvre chez les Zunis (des Indiens d'Amérique du Nord) est directement issu de leur expérience sociale : leur répartition des êtres et des faits naturels suivant des degrés de parenté divise l'espace en sept régions, et elle est strictement identique à la répartition des clans dans le pueblo. Selon Durkheim et Mauss, il n'y a là rien d'exceptionnel, ce principe se retrouvant également chez les peuples « les plus cultivés » dans leurs premières classifications scientifiques. De fait, cette analogie fut fondatrice de l'anatomie comparée (cf. Jacques Céard, « Analogie et zoologie chez les naturalistes de la Renaissance », dans André Lichnerowicz, François Perroux et Georges Gadoffre (dir.), *Analogie et connaissance, Tome I – Aspects historiques*, Paris, Maloine, 1980, p. 75-89).

respectivement des collectifs concurrents, l'étroitesse des liens existant entre ces acteurs revêt une importance cruciale pour le dénouement des situations de concurrence. Toutes choses égales par ailleurs, nous pouvons ainsi raisonnablement supposer que lorsque plusieurs collectifs concurrents comportent un même nombre d'acteurs individuels, celui qui l'emportera est celui dont les acteurs entretiennent le lien le plus étroit. Et réciproquement, lorsque ces liens sont identiquement serrés parmi les acteurs composant plusieurs collectifs concurrents, celui qui l'emportera est vraisemblablement celui qui accueille le plus grand nombre d'acteurs individuels.

Précisons ce point en identifiant l'étroitesse des liens entre membres d'un collectif donné à un *indice de ressemblance* entre les acteurs concernés. Un tel indice doit incorporer les dimensions extensive et intensive de l'apprentissage, car plus des acteurs donnés partagent de catégories psychologiques au sein d'un collectif, plus ils se ressemblent, et plus certaines représentations données sont ancrées chez ces acteurs, plus les liens sont profondément serrés entre ces derniers. C'est ainsi qu'un collectif sous-tendu par un nombre donné de catégories (ou de combinaisons de catégories) de type  $C_j^{q_1}$  et qui serait composé d'un nombre donné d'acteurs individuels devrait l'emporter sur tout collectif concurrent rassemblant le même nombre d'acteurs et sous-tendu par les mêmes catégories (ou combinaisons de catégories) sauf une au moins qui serait de type  $C_j^{q_2}$ , avec  $q_2 < q_1$  : toutes choses étant égales par ailleurs, le premier collectif apparaît ici plus profondément intégré que le second au vu des représentations partagées par leurs acteurs individuels les composant respectivement. Dans le calcul de notre indice de ressemblance entre acteurs, convenons alors de pondérer les catégories figurant dans les répertoires cognitifs de ces derniers par leurs exposants respectifs. Plus précisément, comptons  $q$  fois toute catégorie  $C_j^q$  dans le calcul des cardinaux  $I$  de  $S_i$ ,  $K$  de  $S_k$ , et  $C$  de  $S_c$ , intersection de  $S_i$  et de  $S_k$ , et dans le calcul de  $C$  pondérons par  $(q_1 + q_2) / 2$  toute catégorie élémentaire qui serait partagée par deux acteurs avec des coefficients différents ( $C_j^{q_1}$  pour l'un et  $C_j^{q_2}$  pour l'autre,

avec  $q_1 \neq q_2$ ). Dans ces conditions, soient  $C_j^c$  les catégories partagées par les répertoires cognitifs des acteurs  $A_i$  et  $A_k$  composant un collectif donné,  $C_{ji}$  les catégories contenues dans le répertoire cognitif de  $A_i$  et  $C_{jk}$  celles que contient le répertoire cognitif de  $A_k$ . L'indice de ressemblance dyadique entre les acteurs  $A_i$  et  $A_k$  s'exprime alors par :

$$0 \leq r_{i,k}(t) = \sum_j q C_{jc}^q / S_j q (C_{ji}^q + C_{jk}^q - C_{jc}^q) < 1$$

où  $q = (q_1 + q_2)/2$ , lorsque  $C_{jc}^q = C_{jc}^{q_1}$  pour l'un des deux acteurs et  $C_{jc}^q = C_{jc}^{q_2}$  pour l'autre, avec  $q_1 \neq q_2$ .

Introduisons à présent un acteur supplémentaire  $A_l$  dans le collectif déjà formé par  $A_i$  et  $A_k$ . Comment calculer un indice de ressemblance entre ces trois acteurs  $A_i$ ,  $A_k$  et  $A_l$ ? Il est clair que cet indice ne peut s'identifier à un produit de ressemblances dyadiques du type  $r_{i,k}(t)$ ,  $r_{k,l}(t)$ ,  $r_{l,i}(t)$ , car toute entrée d'un acteur supplémentaire dans un collectif donné se traduirait alors *nécessairement* par une diminution de l'indice de ressemblance entre acteurs formant ce collectif, donc par une diminution de l'emprise de ce dernier, alors qu'*en certains cas* c'est précisément l'effet inverse qu'une telle entrée devrait produire. En fait, l'indice de ressemblance collective recherché ne peut être défini que comme une *moyenne* des indices de ressemblances dyadiques, et la solution la plus simple consiste alors à identifier cet indice à la moyenne arithmétique des indices de ressemblances dyadiques entre acteurs composant le collectif concerné :

$$r_{i,k,l} = [r_{i,k} + r_{k,l} + r_{l,i}]/3$$

Et, plus généralement :  $r_{1,2,\dots,m} = [r_{1,2} + r_{2,3} + \dots + r_{m,1}]/m$ <sup>27</sup>

Il est alors évident que toute entrée dans le collectif d'un  $m+1$ ème acteur, dont l'indice de ressemblance dyadique avec l'acteur  $m$  serait respectivement inférieur, égal, ou supérieur à  $r_{1,2,\dots,m}$ , provoquerait une diminution, un maintien, ou une augmentation de l'indice de ressemblance collective entre les acteurs concernés. Selon les cas, une adhésion supplémentaire

<sup>27</sup> Cette notation est spécifique à un réseau d'acteurs dont le graphe des relations est un circuit, comme c'est le cas ici. De manière plus générale, l'indice de ressemblance collective entre  $m$  acteurs devrait s'écrire :  $r_{1\dots m} = (r_{1,2} + r_{2,3} + \dots + r_{m-1,m})/m$ .

viendrait ainsi affaiblir, maintenir ou renforcer le collectif existant<sup>28</sup>. L'emprise *absolue* d'un collectif rassemblant  $m$  acteurs parmi une population globale de  $n$  acteurs peut alors s'écrire comme le produit de l'indice de ressemblance entre des acteurs le composant et de la proportion de ces derniers dans la population globale :

$$\mathcal{E}_{m,n} = r_{1\dots m} \cdot m/n$$

L'emprise *relative* de ce même collectif est alors définie par :

$$\mathcal{E}_{m,n} = C_{m,n} / [S_i r_i \cdot m_i / n]$$

où  $S_i r_i \cdot m_i / n$  désigne la somme des emprises absolues de tous les collectifs existant dans l'état actuel du réseau. Par exemple, les emprises relatives respectives  $\mathcal{E}_1$  et  $\mathcal{E}_2$  de deux collectifs concurrents au sein d'un réseau de  $n$  agents, parmi lesquels  $m$  acteurs composent le premier et  $n-m$  le second, s'écrivent :

$$\mathcal{E}_1 = [r_{1\dots m} \cdot m/n] / [r_{1\dots m} \cdot (m/n) + r_{m+1\dots n} \cdot (n-m)/n] = C_{m,n} / [C_{m,n} + C_{m+1,n}]$$

et

$$\mathcal{E}_2 = [r_{m+1\dots n} \cdot (n-m)/n] / [r_{1\dots m} \cdot (m/n) + r_{m+1\dots n} \cdot (n-m)/n] = C_{m+1,n} / [C_{m,n} + C_{m+1,n}]$$

Chacune de ces emprises relatives apparaît ici comme une fonction croissante de l'indice de ressemblance collective des acteurs correspondants et de la fraction de la population totale d'acteurs que représentent ces derniers.

Appliquons cette formulation générale à notre exemple de réseau comportant cinq acteurs. Vu l'état du réseau à la date  $t+1$ , il existe alors deux collectifs concurrents pour une population globale de quatre de ces acteurs<sup>29</sup> – le couple ( $A_1$  et  $A_2$ ) composant le premier, et le couple ( $A_3$  et  $A_4$ ) composant le second. L'objet

<sup>28</sup> Cette conception est plus conforme à l'observation empirique que l'interprétation des conventions en tant que stratégies évolutionnairement stables qui suppose que toute adhésion supplémentaire à une convention donnée vient nécessairement renforcer cette dernière, comme dans l'analyse de Robert Boyer et André Orléan, « Persistence et changement des conventions. Deux modèles simples et quelques illustrations », dans André Orléan (dir.), *Analyse économique des conventions*, Paris, Presses Universitaires de France, 1994, p. 219-247.

<sup>29</sup> Par définition, aucun agent isolé, tel  $A_5$ , n'est membre d'un collectif. C'est pourquoi nous considérons ici qu'il existe à la date  $t+1$  deux (et non trois) collectifs, qui se partagent à égalité une population globale de quatre (et non cinq) acteurs.

commun à ces deux collectifs (l'enjeu de leur concurrence) est représentable par la catégorie  $C_3$ , et les différentes significations qu'ils accordent respectivement à cet objet commun (leurs différentes interprétations de ce dernier) sont représentables par  $\mathcal{P}(S_{12}) - C_3 = \{\emptyset, C_1, C_{22}, C_1C_{22}, C_1C_3, C_{22}C_3, C_1C_{22}C_3\}$  ainsi que par

$$\mathcal{P}(S_{34}) - C_3 = \{\emptyset, C_{42}, C_5, C_{42}C_5, C_3C_4, C_3C_5, C_3C_{42}C_5\}$$

À l'issue de la dynamique concurrentielle, la victoire de l'un de ces deux collectifs sur l'autre se manifeste par l'adoption de l'une de ces deux interprétations au détriment de l'autre par l'ensemble des acteurs du réseau, cette adoption étant acquise dès lors que l'emprise relative du collectif vainqueur devient supérieure à celle du collectif vaincu<sup>30</sup>.

Entre les cinq acteurs présents dans le réseau, les indices non nuls de ressemblances dyadiques sont les suivants à la date  $t+1$  :

$$r_{1,2}(t+1) = r_{3,4}(t+1) = 1/2$$

$$r_{1,5}(t+1) = r_{2,5}(t+1) = r_{3,5}(t+1) = r_{4,5}(t+1) = 1/9$$

$$r_{1,3}(t+1) = r_{1,4}(t+1) = r_{2,3}(t+1) = r_{2,4}(t+1) = 1/11$$

Les dimensions extensive et intensive de l'apprentissage sont intégrées dans ces indices de ressemblance entre acteurs, respectivement par les cardinaux de leurs ensembles de catégories et par la pondération appliquée à ces catégories selon les modalités exposées ci-dessus. L'égalité entre les indices de ressemblance entre  $A_1$  et  $A_2$ , d'une part, et  $A_3$  et  $A_4$ , d'autre part, ainsi que celle des nombres respectifs de membres des deux collectifs ainsi composés ( $m/n = (n-m)/n = 1/2$ ), se traduit évidemment par l'égalité des emprises relatives de ces derniers :  $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 50\%$ .

Examinons alors les conditions dans lesquelles la concurrence entre ces deux collectifs concurrents et d'égales emprises relatives peut conduire à un monopole de l'un ou l'autre dès la période suivante. Supposons ainsi qu'à la date  $t+1$ , l'acteur  $A_5$  reçoive de  $A_1$  le message «  $C_1C_3$  », et que simultanément  $A_4$  reçoive le message «  $C_5C_{10}$  » de  $A_3$ . Supposons en outre que ces messages

<sup>30</sup> Dans le cas particulier de deux collectifs qui seraient formés par les adhérents à deux conventions concurrentes – « rouler à droite » et « rouler à gauche » –, l'enjeu de leur concurrence consisterait en l'inscription de la règle victorieuse dans le code de la route.

soient émis de manière involontaire et non consciente par les acteurs  $A_1$  et  $A_3$ , de sorte que les catégories  $C_1$  et  $C_1$  soient uniquement réactivées dans les mémoires de  $A_5$  et  $A_4$ , et non dans celles de  $A_1$  et  $A_3$ . Tel serait le cas, par exemple, si  $A_5$  s'isolait pour lire une brochure concernant le collectif formé par  $A_1$  et  $A_2$ , auquel il aurait éventuellement l'intention de se joindre, et si  $A_4$  prenait connaissance, en l'absence de  $A_3$ , d'une suggestion qu'aurait déposée auparavant ce dernier dans la « boîte à idées » de leur collectif commun. L'état du réseau à la date  $t+2$  serait alors représentable par la matrice suivante :

	$C_1$	$C_1^2$	$C_2^2$	$C_3$	$C_4^2$	$C_5$	$C_5^2$		$C_{10}$	$C_{15}$									
$A_1$	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$A_2$	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
$A_3$	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
$A_4$	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	
$A_5$	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Dans cette situation, le collectif composé par  $A_1$  et  $A_2$  (constitué, par exemple, des partisans de « rouler sur le côté droit de la route ») semble prendre l'avantage sur celui qui est composé par  $A_3$  et  $A_4$  (les partisans de « rouler sur le côté gauche »), car, bien qu'unilatérale, la communication établie entre  $A_1$  et  $A_5$  a décidé ce dernier à rejoindre le premier collectif et a brisé ainsi la symétrie existant précédemment entre celui-ci et le collectif concurrent : alors qu'en  $t+1$  chacun de ces derniers était sous-tendu par les huit combinaisons de catégories communes aux mémoires individuelles des deux acteurs les composant, à la date  $t+2$  le collectif  $A_1$  et  $A_2$  (« rouler à droite ») s'est non seulement enrichi d'un acteur supplémentaire ( $A_5$ ), mais il est en outre sous-tendu par les diverses combinaisons des catégories désormais partagées par les *trois* acteurs  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_5$  – bien qu'avec des intensités variables selon ces derniers<sup>31</sup>.

<sup>31</sup> Il s'agit des combinaisons formées par les catégories  $C_1$  et  $C_3$ , c'est-à-dire  $\{C_1, C_3$  et  $C_1C_3\}$  chez  $A_1$  et  $A_2$ , et  $\{C_1^2, C_3$  et  $C_1^2C_3\}$  chez  $A_5$ . Remarquons par ailleurs que la catégorie  $C_3$  est désormais présente dans l'ensemble des mémoires individuelles des acteurs : à la date  $t+2$ , chacun de ces derniers connaît l'enjeu de la concurrence. Pour prolonger notre exemple, on peut supposer que  $A_5$  vient de passer son permis de conduire, et que désormais

Vérifions le degré de réalité de cet avantage apparent. Le premier collectif rassemble désormais trois acteurs,  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_5$  alors que le second n'en rassemble que deux,  $A_3$  et  $A_4$ . Calculons les emprises respectives de ces deux collectifs. À la date  $t+2$ , les indices de ressemblances dyadiques entre les trois acteurs composant le premier collectif ont pour valeurs :

$$r_{1,2}(t+2) = 1/2$$

$$r_{2,5}(t+2) = r_{5,1}(t+2) = 5/19$$

L'indice de ressemblance moyenne entre les acteurs  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_5$  est donc alors égal à :

$$r_{1,2,5}(t+2) = [1/2 + 5/19 + 5/19] / 3 = 0,34$$

À la même date l'indice de ressemblance moyenne entre les acteurs  $A_3$  et  $A_4$  est égal à :

$$r_{3,4}(t+2) = 0,56$$

Il suit qu'à la date  $t+2$  :

$$\mathcal{E}_1 = 47,66\%$$

et

$$\mathcal{E}_2 = 52,33\%$$

Ce résultat est intéressant à plus d'un titre. Premièrement, parce qu'il montre clairement l'impact ambigu de l'entrée d'un nouvel acteur individuel dans un collectif déjà constitué. Il apparaît ainsi qu'un collectif rassemblant davantage de membres qu'un autre ne domine pas nécessairement pour autant ce dernier, en raison du fait que le concept d'emprise relative incorpore également le degré de ressemblance entre ses membres. Ici, contre toute attente, le collectif rassemblant les trois acteurs,  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_5$  se voit dominé, en termes d'emprise relative, par celui qui ne rassemble que les deux acteurs  $A_3$  et  $A_4$  : l'entrée de  $A_5$  dans le premier collectif, s'il a *accru* la fraction de la population globale le composant, a simultanément *diminué* l'indice de ressemblance entre ses membres. Cette diminution s'est effectuée dans des proportions telles (de 50% à 34%) que l'accroissement démo-

---

tous les acteurs (et non plus seulement quatre d'entre eux) souhaitent rouler du même côté de la route, bien que ce souhait se traduise par deux options irréconciliables (« rouler à droite », « rouler à gauche »), l'une d'entre elles (« rouler à droite ») semblant bénéficier à présent d'un léger avantage.

graphique du collectif concerné n'a pas suffi à la compenser dans le calcul de l'emprise relative de ce dernier. Cette emprise relative se révèle finalement inférieure à celle du collectif rassemblant les acteurs  $A_3$  et  $A_4$  à la date  $t+2$ , et ceci d'autant plus que le message reçu par  $A_4$  en  $t+1$  a simultanément accru l'indice de ressemblance entre ces acteurs, qui est passé de 50% à 56%<sup>32</sup>.

Deuxièmement, remarquons que, toutes choses égales par ailleurs, si l'acteur  $A_4$  n'avait pas reçu le message «  $C_5C_{10}$  » de  $A_3$  à la date  $t+1$  (c'est-à-dire si l'indice de ressemblance entre eux était resté égal à 0,5), l'emprise relative du collectif rassemblant  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_5$  aurait été égale à 50,49% et celle du collectif rassemblant  $A_3$  et  $A_4$  aurait été égale à 49,51%, si bien que le premier l'aurait effectivement emporté sur le second. Bien entendu, aucun collectif ne peut interdire aux membres d'un collectif concurrent de communiquer entre eux. Mais le même type de résultat – la victoire du premier collectif sur le second – aurait pu être obtenu si le message reçu par  $A_5$  en  $t+1$  avait été davantage informatif. Supposons ainsi qu'au lieu de recevoir le message «  $C_1C_3$  » de  $A_1$  à la date  $t+1$ ,  $A_5$  ait reçu par exemple le message «  $C_1C_2^2C_3$  » – l'acteurs  $A_3$  ayant simultanément reçu le message

<sup>32</sup> Pour prendre un exemple dans un domaine où, toutes choses égales par ailleurs, le facteur démographique devrait être plus dominant que dans d'autres – celui de la guerre – c'est là une explication possible de la victoire des soldats-citoyens de la petite cité athénienne à Marathon (en 490 av. J.-C.) face à l'immense armée de l'empire perse envoyée par Darius lors de la première guerre Médique. Cette victoire fut essentiellement due à la discipline des hoplites grecs organisés en phalange, alors que l'armée perse était composée d'esclaves indisciplinés. Or, la caractéristique centrale de la phalange hoplitique était la solidarité entre ses éléments parfaitement interchangeables du fait de leur parfaite similitude (cf. Marcel Détienné, *Les maîtres de vérité dans la Grèce archaïque*, Paris, Maspéro, 1967; Marcel Détienné, « La phalange : problèmes et controverse », dans Jean-Pierre Vernant (dir.), *Problèmes de la guerre en Grèce ancienne*, Paris, Mouton & Cie et École Pratique des Hautes Études, 1968, p. 119-142) : la forte inégalité démographique des forces en présences a été plus que compensée par les liens beaucoup plus forts de la population la moins nombreuse. Et dans un autre registre, c'est sans doute sa très forte cohésion qui a permis au petit peuple d'Israël, écrasé entre les empires voisins, de ne pas se voir diluer dans ces grandes formations impériales (cf. Marcel Gauchet, *La condition historique. Entretiens avec François Azouvi et Sylvain Piron*, Paris, Gallimard, 2003).



indiqué plus haut. À la date  $t+2$ , l'état du réseau aurait été représenté par la matrice :

	$C_1$	$C_1^2$	$C_2^2$	$C_3$	$C_4^2$	$C_5$	$C_5^2$										$C_{15}$
$A_1$	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_2$	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
$A_3$	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
$A_4$	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
$A_5$	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Dans ces conditions, les ressemblances dyadiques entre les trois membres du premier collectif auraient été les suivantes :

$$r_{1,2}(t+2) = 1/2$$

$$r_{2,5}(t+2) = r_{5,1}(t+2) = 9/19$$

L'indice de ressemblance moyenne entre les acteurs  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_5$  aurait donc été égal à :

$$r_{1,2,5}(t+2) = [r_{1,2}(t+2) + r_{2,5}(t+2) + r_{5,1}(t+2)] / 3 = 0,482$$

L'indice de ressemblance moyenne entre les acteurs  $A_3$  et  $A_4$  étant égal à 0,57 à la date  $t+2$ , les valeurs respectives des emprises relatives des deux collectifs concurrents auraient été égales à :

$$\mathcal{E}_1(t+2) = 55,77\%$$

et

$$\mathcal{E}_2(t+2) = 44,23\%$$

Ainsi, pour une seule catégorie supplémentaire ( $C_2^2$ ) figurant dans le message reçu par  $A_5$  en  $t+1$  («  $C_1C_2^2C_3$  » au lieu de «  $C_1C_3$  »), la situation se trouverait totalement renversée en  $t+2$  : ce serait ici le premier collectif qui dominerait le second, et non l'inverse ! Cette extrême sensibilité de l'évolution du réseau en matière de détermination du collectif dominant est évidemment due au faible volume de la mémoire globale de ce réseau dans l'exemple traité ici – volume par rapport auquel une seule catégorie de plus ou de moins dans les messages reçus s'avère décisive<sup>33</sup>. Avec un volume global plus important de la mémoire du réseau, il faudrait bien davantage qu'une catégorie supplémentaire dans le message reçu par  $A_5$  pour que le premier collectif l'emporte sur le second. Or ce volume est appelé à croître de manière monotone

<sup>33</sup> Le volume global de la mémoire du réseau est mesuré par le cardinal de l'union de tous les répertoires cognitifs.

tout au long de l'histoire du réseau, non seulement du fait des recombinaisons de catégories existantes *via* la communication sociale, mais aussi en raison de l'introduction de nouvelles catégories idiosyncrasiques, telles  $C_6, \dots, C_{15}$ , par le biais d'analogies et de métaphores<sup>34</sup>. Le troisième enseignement à retirer du résultat précédent est donc qu'au fur et à mesure du déploiement de la trajectoire du réseau, l'évolution de ce dernier en termes de détermination du (ou des) collectif(s) localement dominant(s) devient de moins en moins sensible à une valeur informative donnée des messages reçus par les acteurs. En d'autres termes, toutes choses égales par ailleurs, au fur et à mesure de l'évolution du réseau tout se passe comme s'il fallait émettre des messages de plus en plus riches en information à destination de nouveaux candidats à l'entrée dans un collectif donné pour que ce dernier soit en mesure de l'emporter sur son (ou ses) concurrent(s).

Nous avons analysé ici le cas de deux collectifs émergents et identiquement candidats à une domination synonyme d'élimination du collectif dominé. Mais il est clair que le même type de phénomène se produirait si nous considérions le cas d'un collectif déjà installé en position dominante, et concurrencé par un autre collectif qui, lui, serait émergent. Le quatrième enseignement à retirer du résultat ci-dessus est donc très général, bien que le raisonnement ait été mené ici sur la base d'un cas particulier : quels que soient l'état du réseau, le nombre de collectifs concurrents et les nombres de membres de ces collectifs, tout collectif accueillant un nouveau membre a intérêt à lui communiquer immédiatement au moins la quantité d'information qui permette d'éviter que son accroissement démographique ne s'accompagne d'une diminution telle de l'indice de ressemblance entre ses membres que la consolidation de ce collectif due au facteur démographique serait plus que compensée par son affaiblissement dû à un relâchement des liens entre ses membres. Pour reprendre notre exemple, le collectif formé par  $A_1$  et  $A_2$  a tout intérêt à éditer des brochures aussi informatives que possible le concernant,

<sup>34</sup> Bernard Ancori, « Analogie, évolution scientifique et réseaux complexes... », *op. cit.*

et celui formé par  $A_3$  et  $A_4$  a tout intérêt à ce que les suggestions déposées dans leur commune boîte à idées par l'un ou l'autre de ses membres soient les plus innovatrices possibles. Naturellement, la richesse informative des messages échangés lors de l'entrée d'un nouveau membre dans un collectif donné peut alors être telle que le degré de ressemblance entre tous les membres le composant désormais augmente de concert avec sa population, auquel cas démographie et étroitesse des liens concourent à assurer sa suprématie sur ses concurrents.

### Conclusion

En définitive, la notion de créativité se révèle ainsi liée au concept de complexité naturelle à deux niveaux. Le premier est celui de la communication entre acteurs individuels, et la créativité réside ici dans le fait que cette communication produit des représentations inédites immédiatement collectives, au sens où les univers cognitifs de *tous* ses protagonistes contiennent à l'issue de leur communication des représentations communes qu'*aucun* de ces univers ne contenait auparavant. L'émergence de telles représentations sous-tend celle de sujets pluriels que la répétition des structures de communications en cause vient progressivement stabiliser : alors que la dimension extensive de l'apprentissage réalisé par les acteurs individuels *via* la communication instaure entre ces acteurs un lien qui les engage dans la construction d'un sujet pluriel, la dimension intensive de cet apprentissage vient consolider ce lien jusqu'à le rendre parfois paradoxalement invisible au sein d'un sujet pluriel totalement stabilisé.

À un second niveau, la notion de créativité se traduit par un processus incessant de destruction-crédation de tels sujets pluriels sur le plan global du réseau sociocognitif complexe dont leur constellation vient peupler certaines régions. La dynamique concurrentielle entre sujets pluriels se disputant le même objectif collectif se traduit par la victoire de celui qui rassemble le plus d'acteurs individuels (à degrés égaux d'étroitesse des liens entre ces acteurs), ou de celui qui se compose d'acteurs individuels dont les liens sont les plus serrés (à populations d'acteurs de tailles

égales), voire de celui qui domine tous ses concurrents au regard de l'ensemble de ces deux critères (taille de la population d'acteurs individuels et étroitesse des liens entre ces derniers). La destruction de sujets pluriels qui s'en suit s'accompagne, dans d'autres régions du réseau global, de la construction et de la stabilisation incessantes d'autres sujets pluriels. C'est ainsi le paysage global de l'ensemble de notre réseau sociocognitif complexe qui se voit sans cesse recomposé par la destruction-création de sujets pluriels dont la constellation mobile voit constamment sa topographie être modifiée.

## Bibliographie

- Ancori, Bernard, « Analogie, évolution scientifique et réseaux complexes », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 1, n° 1, 2005, p. 9-61.
- Ancori, Bernard, « Analogie, métaphore et mutation féodale (XI<sup>ème</sup>-XIII<sup>ème</sup> siècles) », dans Sylvain David, Janusz Przychodzen et François-Emmanuel Boucher (dir.), *Que peut la métaphore? Histoire, savoir et poésie*, Paris, L'Harmattan, coll. « Histoire et épistémologie des sciences », 2009, p. 115-131.
- Ancori, Bernard, « Communication, cognition et créativité dans les sociétés de la connaissance. À propos de deux dilemmes », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 9, n° 2, 2014, p. 45-95.
- Ancori, Bernard, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. I. Propension à communiquer et présent spécieux », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 3, n° 2, 2008, p. 113-181.
- Ancori, Bernard, « Espace-temps d'un réseau sociocognitif complexe. Jalons pour une épistémologie naturalisée et évolutionnaire. II. Temporalités historiques et entropie sociocognitive », *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, vol. 4, n° 1, 2008, p. 9-76.
- Atlan, Henri, *Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant*, Paris, Seuil, 1979.

- Atlan, Henri, « L'intuition du complexe et ses théorisations », dans Françoise Fogelman-Soulié (dir.), *Les théories de la complexité. Autour de l'œuvre d'Henri Atlan*, Paris, Seuil, 1991, p. 9-42.
- Atlan, Henri, *L'organisation biologique et la théorie de l'information*, Paris, Herman, 1972.
- Atlan, Henri, *Le vivant post-génomique ou qu'est-ce que l'auto-organisation?*, Paris, Odile Jacob, 2011.
- Balandier, Georges, « Préface », dans Mary Douglas, *Comment pensent les institutions* suivi de *Il n'y a pas de don gratuit* et *La connaissance de soi*, Paris, La Découverte/M.A.U.S.S., 1999, p. 13-19.
- Bateson, Gregory, *La nature et la pensée*, Paris, Seuil, 1984.
- Bateson, Gregory, *Steps to an Ecology of Mind*, New York, Chandler Publishing Company, 1972.
- Bateson, Gregory, *Une unité sacrée. Quelques pas de plus vers une écologie de l'esprit*, Paris, Seuil, 1996.
- Boyer, Robert et André Orléan, « Persistance et changement des conventions. Deux modèles simples et quelques illustrations », dans André Orléan (dir.), *Analyse économique des conventions*, Paris, Presses Universitaires de France, 1994, p. 219-247.
- Céard Jacques, « Analogie et zoologie chez les naturalistes de la Renaissance », dans André Lichnerowicz, François Perroux et Georges Gadoffre (dir.), *Analogie et connaissance, Tome I – Aspects historiques*, Paris, Maloine, 1980, p. 75-89.
- Détienne, Marcel, *Les maîtres de vérité dans la Grèce archaïque*, Paris, Maspéro, 1967.
- Détienne, Marcel, « La phalange : problèmes et controverse », dans Jean-Pierre Vernant (dir.), *Problèmes de la guerre en Grèce ancienne*, Paris, Mouton & Cie et École Pratique des Hautes Études, 1968, p. 119-142.
- Douglas, Mary, *Comment pensent les institutions* suivi de *Il n'y a pas de don gratuit* et *La connaissance de soi*, Paris, La Découverte / M.A.U.S.S., 1999.
- Dupuy, Jean-Pierre, *Introduction aux sciences sociales. Logique des phénomènes collectifs*, Paris, Éditions Ellipses, 1982.
- Durkheim, Émile et Marcel Mauss, « De quelques formes primitives de classification. Contribution à l'étude des représentations collectives », *L'Année sociologique*, VI, 1903.
- Fagot-Largeault, Anne, « L'émergence », dans Daniel Andler, Anne Fagot-Largeault et Bertrand Saint-Sernin (dir.), *Philosophie des sciences*, vol. 2, Paris, Gallimard, 2002, p. 939-1048.

- Fleck, Ludwik, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*, Basel, Benno Schwabe und Co, 1935.
- Gauchet, Marcel, *La condition historique. Entretiens avec François Azouvi et Sylvain Piron*, Paris, Gallimard, 2003.
- Gilbert, Margaret, *On Social Facts*, New York et Londres, Routledge, 1989.
- Gilbert, Margaret, *Marcher ensemble. Essais sur les fondements des phénomènes collectifs*, Paris, Presses Universitaires de France, 2003.
- Kim, Jaegwon, *Trois essais sur l'émergence*, Paris, Les Éditions d'Ithaque, 2006.
- Koestler, Arthur et John Smythies (dir.), *Beyond Reductionism*, New York, Hutchinson, 1969.
- Li, Ming et Paul Vitanyi, *An Introduction to Kolmogorov complexity and Its Applications*, Second Edition, New York, Springer-Verlag, 1997.
- Pettit, Philip, « Normes et choix rationnels », *Réseaux*, n° 62, 1993, p. 87-111.
- Pettit, Philip, *Penser en société. Essais de métaphysique sociale et de méthodologie*, Paris, Presses Universitaires de France, 2004.
- Quinton, Anthony, « Social Objects », *Proceedings of the Aristotelian Society*, n° 75, 1975.
- Simmel, Georg, *Sociologie et épistémologie*, Paris, Presses Universitaires de France, 1981.