

Pierre BASSO\*

## ***Propositions pour une logique des processus d'émergence.***

*Le propos de cet article est la présentation de quelques concepts et règles pour une théorie des phénomènes émergents. Cette logique, appelée Logique de la Production Conditionnée (LPC), a pour ambition de donner une formulation de ces processus, à l'œuvre dans les phénomènes naturels et aussi dans l'usage d'une langue, par lesquels à partir d'une situation constituée d'un ensemble d'éléments, et de relations entre ceux-ci, émerge une propriété nouvelle ou un événement nouveau. À la notion classique de règles de production la LPC substitue la production par un potentiel. Ce qui est appelé potentiel est défini par les conséquences possibles impliquées par la présence de chaque élément d'une situation donnée. Pour traiter ce potentiel la LPC doit prendre en compte des éléments non-déterminés. Car tant qu'il n'y a pas eu actualisation d'une des conséquences possibles d'une situation la potentialité pour qu'elle se produise est quelque chose d'indéterminé, de non défini, d'inexistant bien que potentiellement existant. Dans le cadre de cet article j'expose sur le mode philosophique quelques propositions pour cette formalisation, notamment la notion de participation. En conclusion je donnerai quelques indications sur le rôle que pourrait tenir la LPC dans une théorie de la conscience ou du sens dans les langues naturelles.*

Mots clés : *émergence, potentiel, hypertype, efficience, participation, déterminé, non-déterminé, détermination.*

***Propositions for a logic of emergent processes.*** *This paper aims to introduce some concepts and rules for a theory of emergent phenomena. This logic, called Logic of Dependent Origination (LDO), aims to provide a formulation of these processes, acting in natural phenomena but also in using natural languages, in which a*

---

\* CNRS - ESA 6077

Faculté des Sciences, 163 Avenue de Luminy, 13288 Marseille cedex 9, FRANCE.  
E-mail : basso@lim.univ-mrs.fr

*new property or a new event emerges from a situation made up by a set of various elements and with relations between them. LDO changes the classical notion of production by means of rules in the production by potential. The so-called potential is defined as all the possible consequences involved by the presence of each element in a given situation. In the way of handling this potential LDO has to take in account non-determinate elements. Because, before the actualization of a possible consequence of a given situation, the potentiality for its production is indeterminate, not defined, non-existent although potentially existent. For the purpose of this paper I expound some propositions for this formalization, especially the notion of participation, in a philosophical way. To sum up I show some indications how the LDO could play a part in a theory of consciousness or in a theory of sense in natural languages.*

*Keywords: emergency, potential, hypertype, efficiency, participation, determinate, non-determinate, determination.*

### ***I QU'EST-CE QUI PEUT MOTIVER LA FORMULATION D'UNE LOGIQUE DES PROCESSUS D'EMERGENCE***

*La logique peut être définie comme la science qui étudie les principes généraux de la pensée. Son objet est l'étude des concepts, des jugements et des raisonnements concernant un domaine spécifique. C'est dans cette perspective que l'on a défini une multitude de logiques formelles ayant comme objet d'étude la temporalité, les changements, l'action, les croyances, etc...*

*Introduire une nouvelle logique exige au préalable la définition d'un domaine d'application, il est donc nécessaire d'en circonscrire l'objet. C'est le cas pour cette théorie que j'appelle Logique de la Production Conditionnée (LPC). Avant d'exposer, même sur le mode philosophique, ses concepts et ses principes, il est préférable de situer le domaine de réalité sur lequel ils opéreront et qui justifiera leur conception.*

#### ***Les phénomènes émergents***

*La nature, le monde qui nous entoure ainsi que les sujets conscients humains et animaux, procèdent de façon holistique. Les phénomènes, les objets du monde, se présentent toujours à un sujet cognitif comme des unités complexes. L'analyse et la réduction de ces unités à une somme de composants élémentaires provient d'une*

*opération d'un sujet cognitif, particulièrement le sujet humain. Inversement, un ensemble de choses, d'éléments naturels, d'événements, peuvent être assemblés artificiellement ou selon des processus naturels. Ceci aboutit à la création d'une propriété nouvelle dont on peut dire qu'elle constitue le produit résultant des éléments d'origine mais qui, en même temps, diffère essentiellement de ceux-ci. Les exemples abondent, depuis le simple assemblage de trois bouts de bois d'où naîtra l'idée de triangle jusqu'à l'apparition de la conscience pour les êtres vivants de haut niveau dans la classification des espèces. Pour partir de l'exemple le plus simple, trois petits bâtons de bois ne signifient rien en eux-même si ce n'est du combustible pour un feu. Mais assemblés d'une certaine manière, par l'homme ou peut-être par un événement naturel comme le vent, ils dessinent une forme géométrique simple appelée triangle. Ces trois éléments prennent alors une valeur particulière puisqu'ils sont maintenant devenus les côtés de ce triangle et leur intersection forme les angles de cette figure. D'une façon plus complexe, de l'assemblage de matériaux, brique, ciment, bois, ferrailles ... naîtra une unité conçue comme habitation. À un niveau supérieur d'organisation, d'un ensemble de molécules chimiques, d'acides aminés, naîtra la cellule vivante. Puis du rassemblement de cellules émergeront les êtres vivants. À un très haut degré de complexification de ces derniers, émerge la conscience : conscience individuelle puis conscience sociale. Pour de nombreuses espèces animales, de la conscience on passe à l'intelligence, l'émergence d'activités cognitives complexes. Le sommet de complexification étant atteint par l'espèce humaine, en attendant peut-être que l'on découvre un niveau encore supérieur chez quelque être vivant quelque part dans le cosmos.*

#### ***Le sens comme phénomène émergent***

*On peut trouver un exemple de ces processus d'émergence dans l'usage des langues naturelles, dans ce cas il s'agit d'une création de sens. Une première chose est de considérer la différence existant entre sens et signification. Dans la vie quotidienne, un mot, une expression, ont une signification ; mais aussi un sens, ou une intention ou une visée, qui peut modifier complètement la signification en question. Un système de traitement de la langue naturelle repose en général sur la composition des significations. En gros, à un mot est associé un contenu sémantique et le sens de la phrase résulte d'une composition de ses éléments par l'application de*

règles et de contraintes sémantiques. Cela peut marcher pour des phrases à but purement représentationnel, c'est-à-dire donnant une information sur un objet ou sur une situation du monde. Cependant le problème vient de ce que l'utilisation courante du langage ne se borne pas à une description objective des faits. Car, même dans ce cas, il entre souvent dans l'expression des intentions, des non-dits, des allusions sous-jacentes. Par exemple, si quelqu'un dit : "Monsieur Paul est sorti", le locuteur décrit une situation dans laquelle il est question d'une personne de sexe masculin, nommé Paul, qui vient de quitter un lieu déterminé, son domicile par exemple. Si l'on s'en tient à la signification des termes employés, le mot "Monsieur" serait utilisé à titre de déférence à l'égard de la personne en question ; toutefois cette signification pourrait complètement changer si l'intention du locuteur était empreinte de sarcasme ou de colère à l'égard de Paul. C'est ainsi que la même expression aura un sens différent selon la personne qui l'utilise ou bien selon la situation dans laquelle elle se trouve. En s'inspirant d'un exemple donné par Pierre-Yves Raccah (Raccah, 1997), supposons qu'à propos d'un garçon, nommé Jean, on puisse énoncer l'une ou l'autre des deux appréciations suivantes :

- (1) Jean est peu discipliné mais travailleur ;
- (2) Jean est travailleur mais peu discipliné.

Si l'on s'en tenait au strict point de vue d'une pure information ces deux énoncés auraient strictement la même valeur significative à savoir que le sujet, nommé Jean, a la qualité d'être travailleur et a pour défaut de ne pas être discipliné. Par contre, dans l'usage courant, ces deux expressions ont un sens tout à fait différent bien qu'elles utilisent les mêmes significations. Le terme sens valant pour intention ou visée, la première phrase aura le sens d'une louange et la seconde d'un reproche. Mais ce sens n'est pas quelque chose de fixé dans la mesure où il peut être inversé entre les deux phrases en fonction de l'intention du locuteur. Supposons, par exemple, que ce dernier représente une autorité quelconque pour Jean : professeur, chef d'entreprise ; la première phrase sera bien entendue comme un jugement favorable, tandis que la seconde sera considérée comme défavorable. Par contre, si le même locuteur cherche un prétexte pour se débarrasser de Jean, le sens des deux phrases est complètement inversé. La première phrase ne sera pas considérée comme favorable parce que il lui est difficile de licencier quelqu'un de travailleur. Par contre le fait que Jean est peu discipliné sera

*considéré favorablement parce que ce défaut peut constituer un bon prétexte pour se débarrasser de Jean.*

*Dans ces deux exemples, “ Monsieur Paul ” et Jean, on voit que le sens des énoncés provient d'une intention qui ne dépend ni de la structure syntaxique ni des contenus sémantiques. Le sens émerge du contexte qui est l'intention du locuteur dans ces deux cas. L'usage quotidien d'une langue présente une capacité infinie de création de sens, dans la mesure où il existe une infinité de contextes possibles dans lesquels une phrase prendra chaque fois un sens particulier, pour un locuteur ou pour un auditeur. C'est le cas des jeux de mots où le sens émerge de collisions entre mots et/ou phonèmes. Ou bien c'est le cas des allusions, de l'humour, des sous-entendus. De plus on pourrait citer une multitude d'œuvres poétiques, théâtrales, usant de l'absurde, que ce soit Boris Vian, Samuel Becket, André Breton, Russell Edson, ... pour notre siècle. Ou encore les célèbres koans des maîtres chinois et japonais de l'école Zen. Dans ces divers cas l'émergence du signifié à partir de composants sans significations devient alors déroutante (Hofstadter, 1988). En définitive, on pourrait presque dire que le langage est rarement utilisé à des fins purement objectives sinon par nos machines à traiter l'information ; le sens étant à chercher dans la nature même du sujet conscient.*

#### ***Faire entrer la dimension subjective dans nos théories***

*Connaître, c'est établir un rapport à un objet, mais cet acte cognitif a-t-il lui-même un statut objectif ? Il ne s'agit pas, ici, de considérer une hiérarchie de niveaux et de méta-niveaux de la connaissance car produire une méta-connaissance à propos de la connaissance peut fort bien être envisagé selon la perspective classique de l'IA et ne nous dira rien de plus quant à l'acte de cognition en lui-même. À l'idée de représentation est sous-jacente — même si cela n'est pas explicite — l'idée de coupure épistémologique entre une Réalité extérieure et un sujet cognitif. Or, où pourrait se situer cette coupure dans la mesure où le sujet cognitif — au premier chef dans sa propre matérialité — est lui-même partie intégrante de l'univers qu'il prétend objectivement observer ? Selon le physicien E. Schrödinger, un des fondateurs de la physique quantique, prix Nobel en 1933 : “Subject and object are only one. The barrier between them cannot be said to have broken down as a result of recent experience in the physical sciences, for this barrier does not exist” (Schrödinger, 1967).*

*Si l'on prend trois bâtonnets de bois, le triangle qui en résulte n'est pas le produit seulement de leur disposition mais surtout de l'idée de triangle que cette disposition prétend manifester. Les bouts de bois ne portent pas inscrits en eux l'idée de triangle, ils participent à la manifestation de cette unité qui est une unité significative. On peut généraliser cela à tous types de phénomènes, d'une structure élémentaire émerge une unité globale dont l'existence n'est telle que par l'intervention d'un sujet cognitif. Un objet naturel disposé dans son contexte prend une signification par interaction avec un sujet cognitif humain ou animal, puisqu'il semble acquis que beaucoup d'espèces animales savent donner un sens aux faits naturels. Donc, pour rejoindre la réflexion de E. Schrödinger, il n'y a pas de fait naturel séparé d'une subjectivité qui va créer une unité complexe, synthétique. Cette unité est sans doute matérielle mais elle également significative, c'est évident en ce qui concerne toutes les productions artificielles, les machines notamment. Cela est aussi le cas pour les phénomènes ou les objets naturels, car si l'homme n'en est pas directement le producteur il n'en reste pas moins que c'est le sujet humain qui leur donne un sens, c'est ce que la LPC appelle la détermination, comme on le verra ultérieurement. On pense couramment d'une expérience qu'elle est soit subjective soit objective : le monde existerait et nous le percevrions soit tel qu'il est, objectivement, ou bien selon une perspective subjective ce serait la perception qui créerait la chose. En fait, on ne peut jamais avoir une représentation exclusive de l'un ou de l'autre, il n'y a pas de représentation du monde sans participation du sujet ni de représentation du sujet sans une conception du monde : "toute description scientifique, qu'elle porte sur des phénomènes biologiques ou sur des phénomènes mentaux, doit elle-même être le produit de la structure de notre système cognitif" (Varela et al., 1993).*

## **2 PRINCIPES ET CONCEPTS POUR UNE LOGIQUE DES PROCESSUS EMERGENTS**

### ***Les limites du paradigme ensembliste***

*Un ensemble a est une unité entièrement définie par la collection des éléments qui la composent. De même que toute collection d'éléments de a constituera un sous-ensemble ou une partie de a. À ce titre a est aussi une partie de lui-même ce qui revient à dire que dans le cadre de cette théorie il n'existe aucune différence qualitative*

*entre un tout et ses parties. Si l'on désigne par  $V$  l'ensemble des êtres vivants, on peut dire qu'une cellule vivante est un élément de  $V$  et le symbole d'appartenance décrira bien une réalité physique. Je peux dire la même chose pour un animal qui, lui aussi, peut être considéré comme un élément de  $V$ . Mais décrire cet animal, ou tout autre être vivant, comme un ensemble de cellules ne reflète qu'un point de vue très partiel des choses. Entre une multitude de cellules et un être vivant complexe il existe une rupture de continuité qualitative, le tout est autre chose que la collection de ses parties bien qu'il ne puisse exister sans elles (Morin, 1977). De même le sens d'une expression langagière peut être tout autre chose qu'une combinaison de significations des mots qui composent la phrase. En fait, la notion d'ensemble fait perdre le sens de la qualité de chaque structure, tout est analysé en terme d'éléments énumérables (Longo, 1997) ; aussi le paradigme de l'appartenance doit être dépassé.*

### **Introduction à un nouveau type de paradigme**

*En fonction des considérations précédentes, la vocation de la LPC est de formaliser le processus de production émergente d'un objet à partir d'un milieu de possibles non actualisés. Il est donc nécessaire de traiter des éléments susceptibles de symboliser une telle notion. Dans cette perspective, les éléments de base de cette théorie ne seront pas des individus, autrement dit des unités persistant dans le cours des événements comme c'est le cas pour les théories des situations (Barwise et Perry, 1984 ; Devlin, 1991), mais au contraire un domaine d'entités indiscernables, susceptibles de s'actualiser sous l'effet d'opérations internes sous forme d'objets, d'individus, de caractères spécifiques. Il a donc été nécessaire de concevoir un nouveau formalisme avec des règles de calcul sur de tels éléments qui ne sont pas censés symboliser des informations, ou des objets perçus ou conçus, mais des possibilités d'existence. Ce que la LPC veut formaliser c'est l'idée d'un état d'existence dans lequel rien n'est individualisé, chaque élément étant à lui seul un réservoir infini de potentialités à partir duquel vont émerger les différences génératrices d'objets, tous ces éléments étant interdépendants et non-séparables. À noter que, en physique, la théorie quantique des champs propose également un processus de création de ses objets, les particules élémentaires, comme le résultat de fluctuations d'un vide quantique, milieu énergétique dans lequel les particules se trouvent à l'état de possibilités non-différenciées. Ceci étant dit à*

*titre de simple réflexion, car la LPC ne s'inscrit pas comme une théorie quantique de la conscience et de la connaissance mais elle s'inspire de cette discipline pour une démarche parallèle en ce qui concerne le domaine des sciences cognitives et la conception d'une théorie de la création du sens ; plus généralement, des phénomènes relevant de la nature de la conscience et de la manière dont émergent les processus conscients. Partant de là, la LPC devra prendre en compte : i) les sauts qualitatifs existant entre une unité complexe et ses composants ; ii) le fait qu'être un composant d'une réalité complexe n'est pas la même chose qu'être un élément d'un ensemble ; iii) l'interaction du subjectif et de l'objectif. C'est dans ce sens que la LPC est amenée à concevoir un paradigme différent du paradigme ensembliste. Il s'agit de la participation dont les principes et les concepts essentiels seront décrits dans la section suivante de façon littéraire, sans faire appel aux définitions formelles.*

### ***Ontologie de la Production Conditionnée : déterminé et non-déterminé***

*On appelle déterminé tout ce qui est objet de connaissance, tout ce qui répond à un ensemble de caractéristiques dont on peut dresser une liste exhaustive. Par contraste, le terme de non-déterminé recouvre une zone qualitativement très vaste qui va du non-exprimable, du non-conceptualisable à ce qui n'est pas exprimé, mais qui entre comme la part non-objectivable de la connaissance objective. Le concept de non-déterminé permet, entre autres, de rendre compte du qualitatif, de ce qui n'est pas quantifiable, de ce qui échappe à la représentation conceptuelle ou aux algorithmes : un livre de cuisine peut parfaitement décrire le bœuf bourguignon sans pour autant rendre compte, à une personne qui ne l'aurait jamais goûté, de ce que peut apporter la dégustation de ce plat ; on peut décrire à un aveugle de naissance les couleurs au moyen des équations de l'électromagnétisme, ce n'est pas pour autant qu'il connaîtra ce qu'est le rouge et le bleu comme un voyant le fait quotidiennement. En définitive, non-déterminé exprime le fait qu'il s'agit de quelque chose qui n'appartient pas à l'univers des choses déterminées, parce que ce n'est pas objectivable, ou parce que cela ne peut tomber sous le concept mais peut seulement être approché ou évoqué conceptuellement sans pouvoir être enfermé dans une définition. Le non-déterminé ne doit pas être conçu comme un néant ou un zéro d'existence mais, au contraire, le non-déterminé est un trop plein de possibilités à l'état non-actualisées. L'introduction de ce non-*

déterminé dans la LPC découle de la nécessité de prendre en compte le fait que l'univers des objets déterminés, qui dans la LPC est une représentation symbolique du monde, n'est pas une collection de choses axiomatiquement définies une fois pour toutes. Le monde est rempli d'êtres et de choses qui naissent, évoluent, se transforment puis disparaissent. Au lieu d'un univers statique d'objets sortis tout faits de "la cuisse de Jupiter" on assiste à un processus de renouvellement perpétuel. D'où cette notion de non-déterminé dont la fonction est de rompre la continuité logique de l'univers des objets déterminés pour faire place à une formalisation de ce processus de renouvellement. Selon la Systémique, il y a une rupture de causalité entre les événements avant et après la "bifurcation" ; la création de nouveauté est possible à cause de cette rupture de l'enchaînement logique existant entre un ensemble d'objets à un certain niveau (Schwarz, 1977).

Pourquoi la subjectivité devrait-elle être du non-déterminé ? Sans prendre parti dans un débat sur l'origine physico-biologique selon les uns, ou non selon d'autres, de l'esprit et de la connaissance, il faut constater qu'il existe dans l'objectivation d'une chose, d'un événement, une activité organisatrice qui n'apparaît pas dans l'objet que l'on a déterminé. Énoncer une théorie bio-physique de l'acte de connaissance implique un acte de connaissance et laissera toujours en deçà la nature même de l'acte fondateur de cette théorie. On peut toujours assimiler la conscience à un certain ordre de phénomènes dont on donnera une représentation symbolique, il faut cependant être conscient que, de toute façon, il y aura incomplétude du symbole quant à sa capacité d'inclure la réalité qu'il veut représenter (Le Gaufey, 1991) ; cet écart entre la réalité et sa représentation étant le lieu de l'activité organisatrice de l'acte de connaissance. Si certains neurologues pensent que, d'une certaine façon, la conscience résulte de la circulation de messages entre zones neuronales, les neurones ne savent pas ce que signifient ces messages, ils ne donnent pas de sens aux messages.

### ***Place de la LPC parmi les théories de l'émergence***

La LPC est avant tout une logique formelle qui prend en compte le non-déterminé, c'est-à-dire qu'elle prend en compte qu'il existe une part du Réel irréductible à nos représentations. Que cette part d'indétermination soit absolue ou relative à une application particulière constitue un point de vue philosophique que l'on peut

momentanément laisser de côté pour se consacrer davantage à l'exposé de la structure de cette LPC. Introduire cette part de non-déterminé va entraîner des conséquences importantes sur la formalisation de cette logique, notamment le fait qu'elle prévient toute forme de bijection entre la réalité et une suite discrète de symboles : les symboles de la LPC "promènent" avec eux, tout au long des démonstrations, une indétermination irréductible qui ne sera réduite que partiellement par l'opération dite de détermination (voir section 4). La présentation dans le cadre de cet article est axée sur une application de la LPC à ce que l'on appelle les phénomènes émergents, entre autres ceux qui concernent les expressions du langage. Ce propos nécessite quelques explications sur la situation de la LPC dans le corpus des théories sur l'émergence.

1. Si la LPC conçoit l'émergence comme la production de niveaux de complexité de plus en plus élevés, cette hiérarchie est cependant ramenée à une seule dimension parce que les structures complexes ainsi produites, en tant qu'elles peuvent être comptabilisées comme des phénomènes ou des événements conceptualisables, appartiennent toutes à l'univers des objets déterminés. Car, en fait, tout ce qui est déterminé est complexe, même s'il existe une hiérarchie dans la complexité, la complexité règne partout : "Selon la conception moderne de l'élémentarité, c'est la constante ( $h/2p$ ), c'est-à-dire l'action, qui est insécable alors que la particule manifeste une complexité à toutes les échelles." (Cohen-Tannoudji et Spiro, 1986).

2. Ce qui importe donc du point de vue de la LPC ce ne sont pas tant les structures complexes, ou hyperstructures (Baas et Emmeche, 1997), constituées et leur relation avec les constituants de base mais plutôt la rupture de continuité entre les parties et le tout complexe.

3. Si la fonctionnalisation "présuppose une mise en relation conceptuelle entre la propriété fonctionnelle émergente et les facteurs causaux qui la réalisent" (Van de Vijver, 1997) la LPC n'est pas une théorie de la fonctionnalisation. L'émergence se produit non comme le résultat d'une puissance causale provenant des éléments de la base mais par une potentialisation de ce résultat au sein de cette base puis par son actualisation, à un instant  $t$ , dans des conditions constituant le contexte de l'émergence.

4. *Ce qu'on appelle potentialité d'un élément ce sont les conséquences non-manifestées, mais possibles, inhérentes à la présence de cet élément parmi un ensemble d'autres. Ce potentiel rentre dans la catégorie de ce que la LPC appelle non-déterminé dans la mesure où l'on ne connaît pas quel événement émergera. Cette idée de potentialité événementielle trouve un certain écho avec la notion de disposition propre à la neurobiologie : "Notre mémoire toute entière, qu'elle soit innée ou acquise, tout ce dont nous nous souvenons de choses et de leurs propriétés, des personnes et des lieux, ..., tous nos souvenirs existent sous forme de disposition latente ... attendant de se muer en une image ou une action explicite" (Damasio, 1999). Plus loin, ce même auteur parle de ces dispositions comme des "traces abstraites de potentialités". Un phénomène émergent n'est pas causé par les éléments de sa base, ceux-ci ne créent qu'un potentiel de "dispositions" non-déterminées. Dans un contexte approprié ce potentiel se manifestera comme un phénomène A mais il pourrait aussi bien s'actualiser comme un événement B ou C.*

5. *Enfin, la caractéristique essentielle de la LPC est de faire reposer la théorie de l'émergence sur une indétermination fondamentale qui jouera un rôle analogue au vide dans la création de particules selon la physique quantique. Au lieu de placer cette indétermination au seul niveau quantique et déduire l'émergence de tous les autres niveaux au moyen des lois régissant ce premier niveau, la LPC propose de placer l'indétermination au fondement de l'émergence de tout niveau de réalité.*

*En vertu de ces quelques idées, la LPC conçoit l'émergence de la façon suivante : Une propriété P est émergente d'un ensemble d'éléments W (i) si elle n'est pas la propriété d'un de ces éléments pris séparément ; (ii) si elle ne résulte pas de propriétés combinatoires d'une partie, ou de la totalité, de ces éléments ; (iii) si elle actualise une potentialité de l'ensemble, ou d'une partie, de ces éléments mis en présence, c'est-à-dire si de l'ensemble W à P existe une rupture de continuité non-déterminée. La perspective ainsi présentée privilégie ce que l'on appelle l'émergence créative. Toutefois la LPC inclut dans son formalisme la possibilité d'émergence combinatoire comme on le verra à la section suivante.*

*Selon Broad (Broad, 1925) toute la réalité serait tissée d'une seule et même étoffe, les particules physiques. Pour la LPC l'étoffe serait*

plutôt le non-déterminé, en l'occurrence un espace de potentialités, un vide "énergétique" d'où émergeraient les objets moyennant certaines conditions fixées par le contexte des éléments de base  $W$ . Ce qui entre autres choses permet de répondre à la question posée par P. Cariani (Cariani, 1997) concernant la stabilité dans le temps d'une forme donnée et, également, le fait que les produits émergents apparaissent doués de certaines propriétés. Toutefois, les analogies avec les avancées et perspectives de la physique quantique n'impliquent pas pour autant que la LPC soit une théorie quantique de l'émergence même si certaines formulations de la LPC sont effectivement inspirées de la physique quantique par transposition des concepts de cette science à une logique de l'émergence.

### 3 STRUCTURE ET ORGANISATION DE LA LPC

Cette section sera consacrée à la présentation de la LPC comme théorie formelle. Cette présentation sera faite en langue naturelle et n'a pas la prétention à l'exhaustivité, elle décrira seulement quelques-uns des principes et des concepts de cette théorie.

#### **Le langage de la formalisation**

Tout d'abord il est nécessaire d'indiquer quel langage est utilisé pour définir les concepts de la LPC. Le processus est analogue à ce qui se passe lorsque l'on veut créer et implémenter un nouveau langage de programmation, où l'on commence par écrire ses instructions comme des séquences de programme d'un langage préalablement existant. Après des recherches dans les diverses logiques formelles et théories des types, mon choix s'est porté sur la théorie des catégories dont le champ sémantique est constitué d'univers de morphismes, appelés aussi des flèches, reliant des objets. L'univers de la théorie des ensembles est une catégorie particulière, les morphismes sont les applications d'un ensemble sur, ou dans, un autre. Cette notion peut être généralisée et étendue, on peut considérer des catégories où les morphismes symbolisent des processus, des programmes, des inférences logiques, de sorte que la théorie des catégories s'est révélée être un outil extrêmement puissant pour interpréter les diverses logiques formelles. Pour servir de méta-langage à la formalisation de la LPC, j'utilise un type de catégorie particulière appelé topos (Goldblatt, 1979). Les topos — à ne pas confondre avec le concept homonyme utilisé en linguistique (Racah, 1990) — permettent une interprétation catégorielle de

*logiques d'ordre supérieur (Lambeck et Scott, 1986) avec possibilité de quantifier sur des prédicats, sur des propositions, sur des propositions de propositions, etc... Ils décrivent une logique intuitionniste, c'est-à-dire une logique sans le tiers-exclu et, de plus, ils intègrent toutes les propriétés de la théorie des ensembles, l'axiome de compréhension notamment. Les topos permettent également de définir des modalités. Donc, la formulation de la LPC utilisera un topos, symbolisé par  $\mathcal{T}$ , qui constitue l'interprétation catégorielle d'une logique typée d'ordre supérieur à 1, soit  $\mathcal{L}$ . Les objets de  $\mathcal{T}$  sont des types logiques. Cette notion dérive des travaux de Russell au début du XX<sup>ème</sup> siècle où un type représente une classe d'éléments, par exemple les nombres entiers, ou des ensembles de nombres entiers, ou des formules algébriques. Dans l'usage de la langue naturelle on utilise aussi implicitement des types logiques lorsque l'on distingue entre "qui" et "quoi" ou entre "quelqu'un" et "quelque chose". Dans le cadre d'une logique du premier ordre, un type peut représenter un prédicat. Quant aux morphismes, ou flèches, d'un type à un autre, ils représentent soit une preuve d'existence d'un objet d'un type donné, soit des déductions logiques qui de l'existence d'un objet de type A démontrent l'existence d'un objet de type B. Dans ce cas une suite de morphismes représenterait une démonstration.*

### **La production d'objets**

*Le champ sémantique de la LPC n'est pas une collection, un univers, d'objets définis par un ensemble de règles. Il est vrai que la LPC reconnaît une partie de ses objets comme constituant une collection, l'univers des objets déterminés, mais ce n'est pas le cas pour tous, notamment les "objets" non-déterminés qui intéressent le plus directement la formulation de cette théorie. Entre parenthèses, le terme objet doit être compris comme "ce qui constitue l'objet de la théorie" et non pas dans l'acception d'une réalité empirique, d'où la justification de l'expression "objet non-déterminé". Donc, les objets de la LPC sont définis par les trois termes suivants :*

1. la composante symbolique : description de l'objet  $V$  en terme de logique typée du topos  $\mathcal{T}$  ;
2. la composante référentielle : à la composante symbolique correspond un élément d'un univers distinct de  $\mathcal{T}$  ;

3. la composante efficience : l'efficience  $E$  symbolise le processus de production de l'objet.

L'opération de base est appelée la production et tous les objets de la LPC sont des objets produits. Un objet  $V$  est produit parce que sa définition inclut le processus par lequel cet objet est passé de la non-existence à l'existence logique. Autrement dit la LPC ne pose pas "il existe un  $V$  tel que" ... mais interroge plutôt "comment  $V$  vient-il à exister en tant qu'objet?". Toute production a une réalisation  $\mathbf{a}(V)$ , on appelle ainsi un ensemble d'expressions formelles décrivant la nature de l'efficience. Ce dernier terme est au cœur de la formule de production car c'est à partir de l'efficience que l'on peut décrire un monde d'objets ne relevant plus du paradigme de l'appartenance, c'est-à-dire qui ne peuvent pas être considérés comme des objets individuels, des éléments énumérables d'une collection quelconque, au sens le plus large que l'on puisse donner à ce terme. Par conséquent, selon le mode de réalisation de l'efficience, découlent trois sortes d'objets possibles.

? [A] L'efficience est une règle logique, un algorithme, un programme ; sa réalisation est entièrement définie dans le langage  $L$ , ou le topos  $T$ . La composante référentielle ne se distingue pas de la composante symbolique, l'objet  $V$  est entièrement défini dans  $T$ . Les objets produits dans ce cas relèvent de la logique  $L$ , ils peuvent être des termes mathématiques, des concepts, des formules ... Ce type de production correspond à ce que l'on appelle émergence combinatoire et les objets ainsi produits sont dits être complètement déterminés.

? [B] L'efficience ne relève plus du paradigme de l'appartenance, elle est non-déterminée. La composante symbolique reste définie dans  $T$  tandis que la composante référentielle est un objet d'un univers  $V$  distinct de  $T$ . Autrement dit, à la composante symbolique correspond une réalité appartenant à l'univers  $V$ , lequel n'est pas une collection d'objets définis par une règle, ou un ensemble de règles, puisque ces objets sont produits par l'efficience qui n'est pas un terme de la logique  $L$ . À une instance  $t$  du processus de production correspond une collection d'objets déterminés, ceux qui ont été produits dans la séquence, infinie, des productions antérieures à  $t$ . Cette collection constitue l'univers des objets actuellement déterminés, elle concerne la totalité des objets connus ou

*actualisés, pas ceux qui sont à l'état de potentialités. Un objet V ainsi produit est considéré comme déterminé mais il comporte une part de non-déterminé du fait que l'efficacité en est sa partie constituante. Ce cas de production représente les objets de notre expérience empirique, des vécus qui sont conceptualisables et individualisables mais qui recèlent une part de non conceptualisable : sensations, sentiments, odeurs, couleurs, saveurs. À noter que V ne représente pas exclusivement le monde de l'expérience empirique, il symbolise plus généralement un univers comportant des solutions de continuité, où l'existence des objets n'est pas une donnée fixe mais une création circonstancielle en fonction d'un contexte, les expressions d'une langue naturelle par exemple. Ces objets sont dits être incomplètement déterminés à cause de la part non-déterminée impliquée par l'efficacité.*

*? [C] Reste une dernière possibilité de production : la composante symbolique est toujours un objet de T mais la composante référentielle relève du même domaine que celui de l'efficacité, laquelle est non-déterminée, comme dans le cas précédent. Ce cas est celui inverse du cas A où la composante référentielle basculait entièrement du côté de la composante symbolique.*

*Ces trois cas de production découlent des cas possibles pour la réalisation. On démontre qu'il ne peut pas en exister d'autres. Du troisième cas va découler toute une série de concepts et de principes qui ne sont plus des termes interprétables par L et qui répondent à un nouveau paradigme, celui de la participation.*

### **Les hypertypes**

*L'introduction de cette participation nécessite encore quelques notions formelles. Le langage L connaît un opérateur de négation logique, généralement symbolisé par  $\neg$ . Il s'agit de la négation logique : A ou  $\neg A$ . Cette négation est bien sûr reconnue par la LPC puisqu'elle opère dans T et régit l'univers des objets déterminés. Toutefois la LPC fait intervenir un autre type de négation que j'appelle la négation ontologique parce que cet opérateur ne porte pas sur des prédicats mais sur l'efficacité productrice des objets : la négation ontologique nie la réalisation de l'efficacité en tant qu'objet défini par  $\alpha(\zeta)$ . Pour donner une idée de ce que représente cette négation ontologique, supposons le prédicat Humain dont la négation logique  $\neg$  Humain (non-Humain) signifie "tout individu qui*

*n'est pas de l'espèce humaine”, le prédicat Animal, par exemple, entrant dans la classe des  $\neg$  Humain. À partir de là s'établit le principe de non-contradiction selon lequel on ne peut pas avoir un objet  $x$  qui soit simultanément élément d'un prédicat  $A$  et aussi élément du prédicat contraire  $\neg A$ . Cependant il existe un type de négation qui est largement utilisée dans le discours philosophique, à titre d'exemple, je citerai ce bref passage du dialogue de Platon Le Parménide concernant l'Un : “Il n'est donc ni nommé, ni exprimé, ni jugé, ni connu, et aucun être n'en a la sensation.” Dans cette démarche logique, philosophiquement appelée apophatique, il ne s'agit pas de nier une propriété pour affirmer que l'objet du discours est qualifiable de la propriété contraire. Ce type de démarche se retrouve aussi dans la méthodologie critique de l'école indienne du Madhyamika (May, 1959) qui fait de cette forme de négation son instrument dialectique par excellence. De quoi s'agit-il, en fait ? Il ne s'agit pas de nier les évidences intuitives mais de les ramener, ainsi que toute propriété existante ou tout objet de l'expérience empirique, ce que la LPC appelle le déterminé, au Réel non-déterminé. Dans cette perspective la négation de  $A$  ne signifie pas l'affirmation de  $\neg A$  mais la relativisation simultanée de  $A$  et de  $\neg A$  comme des points de vue contradictoires mais dépendants l'un de l'autre du point de vue épistémologique. Ce discours apophatique n'est pas privatif, cette forme de négation tend à suggérer qu'un certain  $x$  échappe à toute description comme objet de type  $A$  sans pour autant correspondre à un objet de type  $\neg A$ . Si on applique cette forme de négation à toute réalisation de l'effcience comme objet déterminé on obtient une définition formelle des objets non-déterminés. Un théorème de la LPC montre que la double négation ontologique d'une réalisation  $\mathbf{a}(\mathbf{V})$  n'est pas équivalent à  $\mathbf{a}(\mathbf{V})$  mais, au contraire, aboutit à la définition d'un objet non-déterminé au second degré. Et ainsi de suite indéfiniment de sorte que l'application successive de cette négation ontologique permet de définir des degrés dans le non-déterminé qui seront désignés par le terme d'hypertypes. On obtient des hypertypes de degré 1, notés  $H_1$ , puis de degré 2,  $H_2$ , jusqu'à  $H_n$ ,  $n$  décrivant l'ensemble infini des entiers naturels. On démontre que l'univers  $V$  des objets produits relevant du cas  $B$  peuvent être considérés comme des hypertypes de degré 0, soit  $H_0$ .*

*Ce terme hypertype a été choisi en référence, et par contraste, aux types logiques de  $L$ . Les productions effcientes du cas  $C$  n'étant plus interprétables dans  $L$ , ils appartiennent à un autre ordre de réalité*

*régi par une logique d'hypertypes. On désignera par la lettre grecque  $\epsilon$  ces hypertypes. À noter toutefois que si l'objet  $\epsilon$  symbolise un hypertype, le symbole lui-même, en tant qu'il relève de la lettre appartient à l'univers des formes syntaxiques. C'est la composante symbolique de  $\epsilon$  que l'on dénotera  $\epsilon\epsilon\grave{u}$  pour la distinguer de l'hypertype  $\epsilon$ . En définitive, la négation ontologique a ouvert les portes d'un domaine qui n'est plus régi par l'appartenance. Dans le cadre de cet article je ne ferai qu'évoquer quelques-unes des propriétés paradoxales vérifiées par  $\epsilon$ . Notamment on ne peut écrire ni  $\epsilon = \epsilon$  ni  $\epsilon^1 \epsilon$  sans pour autant qu'ils soient équivalents à des ensembles vides puisque leur définition échappe aux axiomes ensemblistes. Autrement dit les hypertypes sont indiscernables et non-individualisables, on démontre également qu'ils ne sont pas éléments d'une classe ni ne sont eux-mêmes des classes, ou des collections. Par contre en tant que termes énumérables les énoncés  $\epsilon\epsilon\grave{u}$  sont considérés comme l'extension d'une classe, celle du concept "hypertype" et on retrouve bien, à ce niveau de leur composante symbolique, l'identité  $\epsilon\epsilon\grave{u} = \epsilon\epsilon\grave{u}$*

### **La participation**

*Il a donc été nécessaire de concevoir pour ces hypertypes un paradigme qui diffère de l'appartenance, je l'ai appelé la participation. Toute formule de participation est exprimée par le triplet de termes suivants :*

- ? le champ de participation ;
- ? l'indicateur ;
- ? le domaine de participation.

### **Le champ de participation**

*Un hypertype d'ordre  $n$  n'est pas un individu. L'indiscernabilité des hypertypes, découlant de leur non-différence, a quelque chose d'analogue à ce qu'en physique quantique on appelle "l'océan" de particules virtuelles (Cassé, 1993), ce milieu plein de fluctuations énergétiques prêtes à s'actualiser sous forme de particules élémentaires. À l'instar de ces théories quantiques, puisqu'on ne peut pas individualiser les hypertypes on en parle comme des champs de participation. Ce concept traduit un fait d'existence que l'on rencontre aussi bien dans l'univers des relations sociales que dans le monde psychique, dans la biologie, mais également dans l'univers de la*

physique. À savoir que l'on trouve, dans ces divers domaines, le cas d'ensembles, qui peuvent être énormes, d'objets, de sujets humains ou d'animaux, ou encore de phénomènes ou de caractéristiques de tous ordres, avec une multitude de relations complexes entre tous ces éléments, d'où émerge une propriété nouvelle, ou un état de chose, ou un événement, qualitativement différent des propriétés des éléments de base mais qui, en même temps, n'est pas indépendant de ceux-ci. Tous ces éléments constituent une situation dans laquelle ils sont interdépendants puisque retrancher un seul d'entre eux modifierait complètement la situation et la nature de ce qui en émerge. Il se produit entre les éléments de base de cette situation et ce qui en émerge un saut, une rupture de continuité, qui ne peut se laisser décrire par application de règles d'inférence. À chaque élément est associé un potentiel de conséquences possibles. Ce potentiel est non-déterminé parce que l'on ne connaît pas ce qui va émerger de la situation actuelle, il sera formalisé par la notion d'occurrence participative. Alors que dans la théorie des situations (Barwise et Perry, 1984 ; Devlin, 1991) les éléments sont pris dans leur individualité, dans le champ de participation ils sont considérés en tant qu'ils coopèrent à une réalité commune. C'est pour cela que les individus, qui sont pour la LPC des objets déterminés, ne peuvent pas être des occurrences participatives puisque ce ne sont pas les objets dans leur réalité individuelle qui participent : une occurrence participative c'est la potentialité que possède un objet déterminé à interagir avec tout un ensemble d'autres. Une relation entre deux personnes, appelons-les Jean et Marie, constitue un champ de participation parce que ces deux personnes interagissent en fonction de données aussi complexes que des sentiments, des aptitudes personnelles, de leur milieu social, de leur éducation, car l'existence humaine est faite d'autre chose que la simple juxtaposition d'existences individuelles (Holland, 1995). La notion de participation entend formuler cette idée d'interaction entre un tout et les éléments qui le constituent. Précisons ces concepts à l'aide d'un exemple historique : la France de 1789 peut être considérée comme un champ de participation ; les éléments sociaux — monarchie, noblesse, clergé, tiers-état, philosophes des Lumières — qui composaient le royaume présentaient un potentiel de prédispositions non-manifestées pour l'émergence d'un événement historique fondamental. Ce futur possible restait indéterminé parce que personne, en 1789 avant la prise de la Bastille et même tout juste après, ne connaissait réellement l'ampleur du processus qui était en

*train d'émerger et ce à quoi il allait aboutir parce qu'entre les éléments d'une situation donnée et ce qui en émerge il y a une solution de continuité logique et causale, un saut qualitatif connu sous le nom de catastrophe dans la théorie de René Thom.*

### **Le domaine de participation**

*Les divers éléments d'une situation interagissant entre eux constituent un potentiel de dispositions, d'intentions, qui s'actualisent dans un contexte donné par l'émergence d'une nouvelle propriété ou bien par une action, une émotion, un changement de situation. Est-ce à dire, dans la continuité de certaines théories génétiques de Patricia Jacobs, Simon Le Vay, James Watson, entre autres, que ce potentiel serait une pré-détermination ou un pré-codage de ce qui est prêt à émerger ? S'il en était ainsi on supposerait le problème résolu par avance puisqu'on aurait posé une cause identifiable génératrice d'effets particuliers. C'est ainsi que l'état de la France en 1789 inclurait pré-déterminés tous les événements qui ont suivi, que ce soit la chute de la royauté en 1792, l'exécution du roi, la Terreur, puis le Directoire et, pourquoi pas, le Consulat et l'Empire. Ou bien on pourrait dire que tel homme serait vertueux parce qu'il posséderait la potentialité (génétique ?) de l'être. Or il arrive que la Nature manque son but ou ne le réalise pas complètement, la potentialité pour l'émergence d'un événement n'est donc pas une essence pré-existante de cet événement. Donc, si la production conditionnée tenait en une relation entre un champ de participation au contour bien défini, bien que ses termes soient non individualisés et non-déterminés, et l'émergence d'un objet déterminé, on reproduirait alors la dichotomie cause/effet en ne faisant que situer la cause dans une dimension différente de l'effet. Ce qui amène à introduire le concept de domaine de participation au sein de toute formule de participation. Le domaine de participation est une conséquence de la notion d'hypertype, il découle naturellement de l'application itérée de la négation ontologique dont il constitue la limite inaccessible. Le domaine de participation est donc plus que le champ des occurrences participatives, c'est-à-dire que si les occurrences participatives représentent des potentialités d'actualisation, le domaine de participation excède cette potentialité quel que soit le champ de participation. L'idée du domaine de participation c'est qu'il y a dans le Réel une part d'indétermination irréductible, qui n'a pas vocation à l'actualisation. Cette notion pouvant être rapprochée de l'expression "surabondance des*

possibles” de G. Verne (Verne, 1983 ; Verne, 1996) où ce qui est appelé “du réel” excède de par sa nature le champ de possibilités potentiellement actualisables.

On peut justifier cette idée de surabondance, donc de domaine de participation, à partir de deux exemples pris dans des domaines bien différents. En premier lieu la physique quantique où il s'avère qu'à de très hautes énergies, environ  $10^{19}$  GeV, les concepts d'espace-temps, de masse, de particule élémentaire, de causalité, et même de vide, n'ont plus de sens (Schiller, 1999). À cette échelle, dite échelle de Planck, règne l'indifférenciation — les physiciens parlent d'unification — d'où est issu l'Univers physique impliquant par là même la spécification de son état initial. La question est alors celle du choix convenable et “comment l'Univers a-t-il fait ce choix ?” (Atkatz, 1999). Ce qui revient à admettre une surabondance de possibles par rapport à ce choix ; surabondance pouvant entraîner, selon la théorie de la création quantique, une multitude d'univers possibles. Le deuxième exemple est emprunté à la théorie des situations, particulières ou bien historiques, où le domaine de participation est une façon d'exprimer que le futur n'est pas prédéterminé dans l'état actuel de choses. En effet, si par loi de causalité on entend que “A existe au temps t implique B existera au temps  $t+Dt$ ”, peut-on prétendre que l'état de la France en 1789 est la “cause” des événements qui suivirent ? Si une boule de billard rouge se dirige avec une certaine vitesse sur une boule blanche immobile on peut prévoir que le choc aura lieu à un instant t et que le mouvement de cette boule rouge causera celui de la boule blanche à l'instant  $t+Dt$ . Or, dans le vécu, une situation actuelle ne peut être la cause, au sens mécanique, des événements qui suivent : i) parce que la relation de cause à effet entre ces situations est toujours une justification a posteriori ; ii) parce que dans la mesure où il entre des acteurs humains, ou plus généralement des êtres conscients, les conséquences ne sont pas directement déductibles à l'instar d'un système laplacien, tout au mieux elles sont les plus probables ; iii) parce que les actions humaines comportent des événements inattendus, des parts de chance ou des coups du sort, des sentiments, des émotions, des craintes ou des audaces irrationnelles, des décisions hardies ou au contraire d'incompréhensibles moments d'irrésolution qui constituent l'histoire d'une vie. Qu'en sera-t-il alors d'un champ plus vaste, celui de l'histoire d'un peuple, dans la mesure où les femmes et hommes illustres, rois, reines, ministres, prélats, chefs de guerre, courtisanes, leaders populaires,

*n'échappent pas à cette complexité ? Combien de fois le cours de l'Histoire a-t-il été sans doute changé par des facteurs subjectifs qui échappent à la connaissance archivistique que nous pouvons avoir du passé ?*

### **L'indicateur**

*Le terme médian de toute formule de participation est appelé l'indicateur, il constitue une sorte de mesure du rapport entre le champ et le domaine de participation. L'indicateur possède deux dimensions si l'on peut dire : i) les degrés d'hypertypes, appelons cela la "verticale" ; ii) l'ampleur d'un champ de participation pour un degré donné serait "l'horizontale". Par exemple, la situation de la France en 1789 représente un champ de possibles beaucoup plus vaste que le champ de participation d'une famille française vivant à cette époque bien que ces deux champs appartiennent néanmoins au même degré d'hypertype  $H_1$  parce que tous deux décrivent des phénomènes sociaux appartenant au même ordre de réalité, c'est donc l'indicateur qui sera le facteur de distinction entre ces deux champs de participation. En ce qui concerne l'indétermination dite verticale, une première interprétation serait de représenter, pour un champ de participation de degré  $H_n$ , une indétermination supérieure, d'ordre  $H_{n+1}$ , l'ordre des possibilités surabondantes débordant les possibilités offertes par le champ en question. À remarquer que cette notion d'hypertype n'est pas un postulat fondé sur un principe philosophique ou sur une donnée expérimentale mais découle de la définition et de l'application itérée de la négation ontologique. On peut donc penser à envisager de futures interprétations phénoménologiques, je pense par exemple à des connexions possibles avec la cosmologie, notamment la notion de degrés du vide (Pagels, 1985).*

*En fonction de ce qui a été dit précédemment sur la participation, ce jeu entre le possible et le non-déterminé découle d'une interaction entre le champ d'occurrences participatives et le domaine de participation ; l'indicateur est là pour formuler les équations entre ces deux termes. En effet, l'écart entre le domaine de participation et son champ d'occurrences participatives peut se réduire, c'est ce qui permet justement d'extraire des champs de participation plus réduits, visant notamment des applications particulières. Inversement, ce même écart peut s'accroître, correspondant à une plus grande non-détermination. En quelque sorte, cet indicateur est la mesure entre ce*

*qui est possible à partir d'une situation donnée et le réel d'où peut surgir un événement nouveau inattendu et imprévisible relativement aux possibilités de la situation.*

### ***Les opérateurs de la participation***

*En présentant la LPC j'ai mis en avant le rôle de l'efficience dans le processus de production. Dans la perspective de la théorie de la participation l'efficience est le terme général désignant les opérations qui s'effectuent sur un champ de participation ou entre champs de participation. Les opérateurs de la participation sont de deux sortes : i) ceux qui agissent à un degré d'hypertype donné entre champs ; ii) ceux qui font changer de degré d'hypertype. Tous sont des modes de l'efficience mais, dans la perspective de cet article, je ne parlerai que des derniers. Pour passer d'un degré d'hypertype à un autre il existe deux opérations : la projection et l'introjection. On peut considérer ces opérateurs comme des sortes de fonctions algébriques : l'introjection a pour domaine de définition  $H_n$  et pour domaine de valeurs  $H_p$ , où  $p > n$ . C'est l'inverse pour la projection qui, elle, ferait passer de  $H_p$  à  $H_n$ .*

*Étant donné une situation regroupant un ensemble d'objets déterminés, on peut ainsi définir les occurrences participatives relatives à ces éléments, occurrences participatives qui constitueront le champ de participation. L'occurrence participative correspondant à un objet X, individu humain, animal ou chose, est calculée comme l'introjection  $e(X)$  qui à un terme X d'ordre  $H_0$  fait correspondre une occurrence participative, un potentiel, d'ordre  $H_1$ . Parler de l'introjection de X c'est s'intéresser non plus à X en tant qu'individu mais en tant que cet objet a la possibilité de participer à la manifestation d'une entité complexe qui le dépasse mais qui ne pourrait venir à l'existence, ou se manifester, sans la présence de cet X. L'introjection tendant à diluer la notion d'individualité de l'objet en l'intégrant au domaine de participation, elle accroît le degré d'indétermination. Inversement une projection réduit la participation en réduisant le degré de  $H_n$  à  $H_k$  où  $k < n$ . On pourrait dire que la projection tend à séparer une occurrence participative du champ de participation et à l'individualiser en objet. À la limite de ce processus opératoire, si  $k = 0$ , la projection est appelée une détermination comme nous allons le voir dans la section suivante. Les objets déterminés sont le produit d'opérations de projection. On retombe par là même dans le domaine des objets déterminés obéissant à la logique L.*

#### 4 LA PRODUCTION DES OBJETS DETERMINES

##### *Un mode de traitement classique des connaissances*

*Afin de mieux comprendre la nature de cette opération de détermination, voyons d'abord comment s'effectue le traitement des connaissances selon la conception classique reposant sur des règles d'inférences de type "si ... alors ...". Soit le scénario suivant :*

- (1) si X est un jeune homme et Y est une jeune fille ;*
- (2) si X est amoureux de Y ;*
- (3) si Y fête son anniversaire ;*
- (4) si X veut faire un cadeau à Y ;*
- (5) si Y aime les romans historiques ;*
- (6) si L est un roman historique ayant pour auteur A ;*
- (7) si X possède L et Y ne le possède pas.*

*Conclusion : alors X donne L à Y.*

*On a ainsi réalisé un scénario schématique (Schank et Abelson, 1977). À partir de ce schéma, on peut confier à un système expert convenable la résolution du scénario particulier entre Jean et Marie. Il opérera une substitution des variables X, Y, L et A respectivement aux données Jean, Marie, La Reine Margot et Alexandre Dumas par exemple. De la conjonction des règles (1) à (4) on infère que Jean fera un cadeau à Marie, les règles (5) à (7) permettant de définir la nature de ce cadeau. Dans un scénario analogue traité par le système expert PAM, il était aussi question de Jean et de Marie ; ce système utilisant également les règles (1) et (2) en concluait que Jean voulait épouser Marie parce qu'il comportait parmi ses règles le fait que (1) + (2) entraîne "X veut épouser Y". On peut alors se demander sur quelle base est établie cette déduction qui des règles (1) et (2) permettent de conclure que Jean fera cadeau d'un livre à Marie, dans un cas, ou qu'il veut l'épouser dans l'autre cas ? Le passage de ces règles à l'une ou l'autre de ces conclusions ne résulte pas de l'application d'un théorème car les propositions (1) et (2) n'ont pas de contenu formel comme s'il s'agissait de formules algébriques. On raisonne sur des formes de propositions alors que ces propositions sont des représentations langagières de vécus. "Jean est amoureux de Marie" est l'énoncé verbal d'une réalité affective mettant en*

*relation deux personnes. Est-ce que, à partir de l'amour de Jean pour Marie, on peut déduire qu'il fasse cadeau du livre selon la formule logique  $p \mid - q$  ? Dans d'autres scénarios différents on pourrait concevoir une foule d'autres conclusions. Tout simplement parce que les propositions de la langue naturelle ne font qu'exprimer des états vécus et que le résultat d'une conjonction de ces états ne se déduit pas à la manière d'une proposition mathématique.*

#### ***Le traitement de la même situation par la LPC***

*Le fait que dans ce contexte réduit à l'anniversaire de Marie on déduise le fait que Jean donne ce livre à Marie n'est pas conséquence d'une déduction logique mais découle du sens que nous donnons à des états ou à des comportements. Ce scénario à deux personnages et un livre pourrait avoir d'autres issues possibles. Il paraît naturel que Jean fasse cadeau du livre à Marie mais il pourrait tout simplement le lui prêter, ou par un comportement particulièrement odieux lui proposer de le lui vendre, ou il pourrait ne rien dire et ne rien faire ; ou bien, mû par un sentiment de fureur subite à l'égard de Marie, il pourrait le lui jeter au visage. Par conséquent, ce qui est proposé par la théorie de la participation c'est de traiter ces situations comme de actualisations de "potentiels" plutôt que des résultats de l'application de règles. À titre d'exemple voici comment ce scénario entre Jean et Marie serait traité par la théorie de la production conditionnée.*

*1. L'efficience est celle d'une opération d'introjection qui au scénario dont Jean, Marie sont les protagonistes fait correspondre un champ de participation constitué par les occurrences participatives  $e(\text{Marie})$ ,  $e(\text{Jean})$  et aussi  $e(\text{livre})$ . Cette production relève du cas C. Ces occurrences participatives sont génériques, on peut considérer que  $e(\text{Jean})$  représente un potentiel complexe constitué par les caractéristiques psychologiques, affectives, intellectuelles, sociales de la personnalité de Jean ; la même chose pour  $e(\text{Marie})$ . Quant au livre, les caractéristiques de cet objet sont moins complexes, il présente un potentiel  $e(\text{livre})$  inhérent à quelques termes qui définissent cet objet : son auteur, son titre, son édition, sa présentation, le nombre de ses pages. Cependant, dans ces formules d'introjection il y a quelque chose qui contredit un résultat fondamental concernant les hypertypes, à savoir leur*

*indiscernabilité, dans la mesure où, dans le cas actuel, on obtient des hypertypes  $e$  indexés par des éléments individuels que sont Marie, Jean et le livre. Ce cas constitue une possibilité admise par la théorie des hypertypes où, si  $X$  désigne un objet déterminé quelconque,  $e(X)$  est un hypertype participant intégralement au niveau  $H_1$  mais attaché à  $X$  dont il représente, en quelque sorte, le halo de potentialités. Pour prendre une métaphore physique, on pourrait imaginer  $e(X)$  comme une fonction d'onde étalée dans tout l'espace matériel. Dans la perspective de la LPC ceci correspond au fait que Jean, Marie et le livre participent tous trois à l'univers physique et en sont parties intégrantes. Toutefois il faut prendre en compte que Jean et Marie n'auront une participation effective que dans une portion très réduite de cet univers et que chacun d'eux, pris séparément, dispose d'un potentiel distinct de celui dont dispose tout autre élément de cet univers : ce qui fait l'unicité et la particularité d'un objet ou d'une personne. De plus,  $e(\text{Marie})$ ,  $e(\text{Jean})$  et  $e(\text{livre})$  dénotent chacun des champs de participation dans lesquels interviennent des occurrences participatives relatives au fait que Jean aime le football, que Marie préfère le tennis, ou encore aux professions des parents de ces jeunes gens. Mais il est d'expérience courante que, dans une situation précise de la vie, seuls quelques éléments acquièrent occasionnellement une pertinence particulière. C'est en ce sens que la production des occurrences participatives est conditionnée, d'où l'intitulé "production conditionnée" donné à cette logique. Ce conditionnement, dû au contexte, introduit dans la production d'une  $e(X)$  des différences de participation, des zones d'intensité de participation plus ou moins accentuées. Notamment une  $e(X)$  comporterait des "pics", c'est-à-dire des maxima analogues à la probabilité de présence d'une particule physique. À la différence toutefois que si, pour une particule, un maximum de sa fonction d'onde exprime une plus grande probabilité de présence, pour une introjection il s'agirait d'une plus forte disposition à l'actualisation, soit une moindre non-détermination donc une moindre participation au degré d'hypertype  $H_1$ . Si  $X$  est une personne,  $e(X)$  sera une disposition potentielle qui est fonction de ses caractéristiques mais aussi du contexte à un moment où lors d'une circonstance de sa vie. Si  $X$  est un mot d'une langue,  $e(X)$  sera aussi une potentialité de sens fonction de la signification de ce mot mais aussi du contexte de*

*son élocution, ou de son audition. En tout état de cause, un  $e(X)$  représente un ordre de possibilités d'actualisation relativement circonscrit. Donc si le contexte reste invariant, il contribue à reproduire les mêmes effets. Entre autres  $e(X)$  pourrait représenter le potentiel assurant la continuité existentielle d'un organisme pendant un intervalle de temps donné.*

*2. Ceci ne signifie pas pour autant que tout ce qui sort provisoirement de ce contexte réduit doit être négligé sinon il n'y aurait pas d'inattendu, d'imprévu, de novation. Le domaine de participation exprime dans cet exemple, comme dans n'importe quel contexte beaucoup plus vaste, la Révolution de 1789 par exemple, le fait que tout objet et toute personne ne sont des réalités individuelles que d'un point de vue fragmentaire. Le domaine de participation exprime l'idée que le comportement de Jean n'est pas pré-déterminé car il pourrait émerger une possibilité imprévue, débordant le champ de participation formé par  $e(\text{Marie})$ ,  $e(\text{Jean})$  et  $e(\text{livre})$ , et qui jouerait un rôle décisif dans l'évolution de cette situation particulière. En termes formels il y a, en quelque sorte, agrégation d'une occurrence participative à un champ de participation. L'apport de cette occurrence participative va donc réorganiser le champ de participation avec lequel elle "interfère", si l'on prolonge l'analogie quantique. Dans la situation présente ce pourrait être un événement inattendu, par exemple l'irruption d'une personne non invitée, qui perturbe la fête d'anniversaire de sorte que Jean ne donnera pas ce livre à Marie.*

*3. La formule de participation de Jean, de Marie et du livre comporte le terme appelé indicateur qui mesure le degré de non-détermination du champ, donc l'amplitude de sa potentialité. L'opération dite de projection formalise ce que dans l'expérience courante on appelle une décision, une action, celle de Jean en l'occurrence. La projection consiste en une réduction de l'indicateur. Tout d'abord une réduction de degré d'hypertype puisque l'on va passer d'un champ d'ordre  $H_1$  à un événement, un objet déterminé, appartenant à l'ordre  $H_0$ . Ensuite une réduction horizontale puisque l'on va passer d'un champ de possibles inactualisés à l'actualisation d'un seul qui sera connu et déterminé comme un événement énoncé par "Jean donne le livre à Marie". À titre de métaphore physique, on peut comparer ce processus de réduction à ce que les physiciens appellent une création de*

*particule. En théorie quantique des champs une particule existe comme une perturbation affectant le vide quantique. Il n'y a pas à proprement parler de production des électrons, protons, neutrons, etc... à partir de ce vide car cette création ressemble plutôt à la formation d'une vague à la surface de l'océan qui, dans ce cas est justement le vide quantique, milieu énergétique, réservoir de particules virtuelles. Pour en revenir au scénario entre Jean et Marie, ces deux personnages ont chacun une histoire, faite d'inné et d'acquis qui créent, pour chacun d'eux, un ensemble de dispositions et d'intentions non-déterminées qui sont exprimées par les introjections  $e(\text{Marie})$ ,  $e(\text{Jean})$ . Bien entendu Jean fera ce cadeau s'il existe chez Marie une disposition à l'apprécier et s'il a aussi le sentiment que ce cadeau sera perçu comme une marque d'intérêt qu'il porte à Marie. Tout cela sont des dispositions non-manifestées traduites par des pics de moindre participation, donc de détermination potentielle, des introjections  $e(\text{Marie})$ ,  $e(\text{Jean})$  et  $e(\text{livre})$ , dans la mesure où les caractéristiques de cet objet jouent un rôle dans le scénario. La réduction de l'indicateur revient à la recherche d'une moindre participation dans le champ formé par l'interaction de ces introjections. Cet état de moindre participation sera obtenu dans un certain contexte qui le favorise, c'est ce que la LPC appelle des conditions déterminantes, ici ce serait l'anniversaire de Marie, et cet état s'appellera la détermination, c'est-à-dire l'actualisation d'une action, ou d'une attitude, entre ces deux personnes et ce livre.*

*4. La détermination est donc un mode particulier de production conditionnée. L'efficiencia est ici l'opération de projection qui consiste à réduire l'indicateur du champ de participation puisque l'on est passé de l'hypertype de degré  $H_1$  au degré  $H_0$ . L'objet produit est de type B, un objet déterminé incluant la part de non-détermination due à l'efficiencia, comportant la non-détermination du domaine de participation. Mais à ce terme de la projection correspond un fait à l'état brut. Toutefois à cette production est concomitante la définition d'une composante symbolique ce qui équivaut, dans le cas présent, à la structure syntactico-sémantique formée par des noms propres, par un nom d'objet, par un verbe, qui identifiera l'événement par une proposition exprimant une attitude de Jean à l'égard de Marie. La détermination exprime donc un passage de la participation à la relation : l'objet produit se présente comme une différence, un réseau de relations avec*

*l'ensemble des objets déjà déterminés (Le Gaufey, 1991 ; Schwarz, 1977). De là, procède la distinction entre la chose et le contexte, l'objet et le reste du monde, d'où découlera l'identification de l'objet déterminé comme appartenant à telle ou telle classe conceptuelle. C'est ainsi que l'action qui se réalisera entre Jean et Marie pourra être déterminée, ou désignée, comme un cadeau ou un prêt, ou autre chose.*

### **Remarques sur le processus de détermination**

*À la suite de cette description de la détermination quelques remarques d'ordre général s'imposent :*

*? Le parallèle établi entre la participation et les phénomènes quantiques n'est bien sûr qu'une image, toutefois cette analogie a inspiré la conception des termes  $e(X)$  et la définition de leur participation au sein d'un champ.*

*? À noter l'expression non-détermination minimale qui veut bien dire qu'un objet déterminé conserve une part d'indétermination. En effet une détermination c'est une projection, donc une efficence. Mais celle-ci opère sur un champ de participation auquel reste associée la non-détermination fondamentale du domaine de participation. Donc si la détermination effectue une réduction des potentialités d'un champ de participation pour en actualiser une seule il reste néanmoins que l'objet produit dépend toujours du domaine de participation. Conséquence importante : pour la LPC un objet déterminé, relevant du cas B, est un objet qui possède une représentation adéquate, mais celle-ci ne définit jamais cet objet de façon exhaustive. Ainsi, un des buts de la LPC est de permettre la distinction entre un phénomène et sa représentation sans correspondance terme à terme entre cette représentation et la réalité de l'objet figurée par l'efficence et la non-détermination du domaine de participation d'où il est issu.*

*? La détermination n'est pas une inférence causale : l'existence de l'événement B ne se déduit pas de l'action d'un événement, ou d'un objet, A. En règle générale, il y a détermination de B parce que A offre un contexte pour l'actualisation de B. Il ne s'agit pas de "A donc B", soit  $A|-B$ , puisque A pourrait être un contexte à l'émergence de C ou de D ou de toute autre chose imprévue.*

*? De tous ces exemples on pourrait déduire que la détermination est une opération dépendant de l'existence préalable*

*d'objets déterminés. Or, dans sa définition tout à fait générale, un champ de participation est un magma d'interactions entre occurrences participatives sans obliger à ce que ces occurrences participatives soient des introjections de choses déterminées, c'est-à-dire des potentiels produits par des objets antérieurement déterminés. La détermination est avant tout un processus top/down, de  $H_n$  à  $H_0$ . Le fait d'avoir pris comme champ de participation le potentiel émanant d'une situation déterminée préalable est un cas possible, mais non nécessaire, qui a été mis en évidence pour les besoins d'une théorie de l'émergence.*

### **5 QUELLES PERSPECTIVES POUR LA LPC ?**

*Le but de cet article était la présentation d'une logique formelle intégrant dans ses axiomes et ses règles l'idée d'une indétermination fondamentale, irréductible à des représentations. Certains termes de cette logique ne représentent plus des valeurs constantes, ou même variables, mais évoquant ce qui n'a pas vocation à la représentation. Cette LPC fait l'objet d'un travail de recherche en cours de formalisation. Quelles pourraient-être les perspectives offertes à cette logique ? Elle pourrait avant tout constituer un instrument formel pour la conception de théories dans des domaines où entre cette part insaisissable de subjectivité, je pense notamment aux problèmes concernant la nature de la conscience ou touchant au sens dans l'expression des langues naturelles.*

*Selon D. Chalmers la nature de la conscience est le problème difficile qu'aucune théorie physique du cerveau ne peut approcher, car ces théories "concernent l'accomplissement des fonctions cognitives et comportementales ... La conscience pose un problème complètement différent, parce qu'elle n'est ni structure ni fonction" (Chalmers, 1996). La conscience, et plus particulièrement ce noyau fondamental d'où émerge la notion de soi, relève d'une réalité échappant au mode décrivant ses corrélats biologiques (Damasio, 1999). Du point de vue de la LPC la conscience ne serait pas considérée comme phénomène émergent mais relèverait de la logique des hypertypes. Seraient considérés comme phénomènes émergents les manifestations de cette nature, actes, volitions, émotions, tout ce qui apparaît sous-tendu par des configurations neuronales correspondant à un contexte d'émergence.*

*L'application de la théorie de la participation aux langues naturelles se place dans la perspective d'une compréhension*

*humaine du langage plutôt que de celle d'un traitement automatique (Enjalbert, 1996). Dans la section d'introduction, j'ai assez longuement évoqué les problèmes soulevés par l'usage des langues naturelles en insistant sur la différence entre sens et signification. Donc, la LPC s'intéresse à la langue en tant qu'elle est l'expression d'états émotifs, ou affectifs, ou encore d'intentions, ou de volitions, en tant qu'elle est un acte conscient propre au sujet humain. Bien souvent ces actes de conscience ne transparaissent pas dans l'organisation d'une phrase, ni dans sa structure syntaxique ni dans son contenu sémantique. Il n'est donc pas possible d'appliquer, pour de tels problèmes, des méthodes relevant du traitement de l'information puisqu'il est question de ce que peut véhiculer l'information sans pour autant apparaître dans sa structure, dans son organisation.*

*Pour la LPC un mot d'une langue est un objet déterminé. La forme, vocale et écrite, du mot ainsi que son contenu significatif font partie de la définition de ce mot en tant qu'objet de la LPC. Or nous savons qu'un mot, associé à d'autres ou même énoncé isolément, va acquérir un sens relatif à un contexte. La signification de ce mot peut avoir une représentation bien définie, même en tenant compte des possibilités polysémiques (Victorri et Fuchs, 1996), du fait qu'il peut entrer dans un dictionnaire. Par contre le sens répond bien à la notion de potentiel selon la LPC dans la mesure où :*

- ? il n'est pas représentable sui generis en dehors d'un contexte ;*
- ? il n'est pas possible de prévoir à l'avance, et de programmer, tous les contextes possibles auxquels participera ce mot ;*
- ? dans ces participations entreront des éléments intentionnels, affectifs, imaginatifs rendant impossible de déterminer sous forme de règles ce qu'un mot exprimera.*

*Là encore, à l'instar de la nature de la conscience, le sens appartient au non-déterminé, ce sont seulement ses manifestations occasionnelles qui apparaissent au niveau du langage. Une expression composée de  $n$  mots, symbolisés par  $M_1$  à  $M_n$ , où chacun possède un potentiel de sens, ou plutôt un sens potentiel, qui ne s'exprimera que par sa participation à un contexte où figurent non seulement les autres mots mais aussi la personnalité du sujet locuteur, de l'auditeur, du contexte de l'énonciation. Tout ceci étant non-déterminé et exprimé par des introjections du genre  $e(M_j)$ . Le sens, c'est en définitive un champ de participation d'où émerge une*

détermination, une manifestation particulière s'exprimant au travers de l'assemblage des mots  $M_1$  à  $M_n$ .

Toutefois il est certain que la formulation de la LPC se heurte à des problèmes importants notamment en ce qui concerne la formalisation de la notion de participation. Entre autres il y a le problème de formaliser une notion de différenciation des occurrences participatives, de type  $e(X)$ , alors que par définition ce sont des hypertypes régis par l'indiscernabilité. Autre problème, comment s'effectuera, lors de la détermination, le passage de la participation, propre à la logique des hypertypes, à la relation, caractérisant les objets déterminés relevant de la logique typée  $L$  ? Pourtant ce n'est qu'au moyen d'outils formels de ce genre que l'on pourrait sortir du cadre d'une causalité purement physique et théoriser des processus propres aux sciences humaines fondés sur une part d'indétermination. En tenant compte de cette part et en l'intégrant dans son formalisme, bien loin de prétendre tout résoudre, la LPC est une façon d'exprimer, par ses principes et ses concepts, qu'il n'existe pas de système universel.

### Bibliographie

- Atkatz D. (1999) *La création quantique de l'univers*. In *Le vide*. Univers du tout et du rien. E. Gunzig et S. Diner (Eds.). Université de Bruxelles, Éditions Complexe.
- Baas N. et Emmeche C. (1997) *À propos de l'émergence et de l'explication*. *Intellectica*, 25, pp.67-83.
- Barwise J. et Perry J. (1984) *Situations and Attitudes*. Cambridge, MIT Press.
- Broad C. (1925) *The Mind and Its Place in Nature*. London, Routledge and Kegan.
- Cariani P. (1997) *Emergence of new signal-primitives in neural systems*. *Intellectica*, 25, pp.95-143.
- Cassé M. (1993) *Du vide et de la création*. Paris, Odile Jacob.
- Chalmers D. J. (1996) *Qu'est-ce que la conscience*. *Pour la Science*, 220, pp.58-64.
- Cohen-Tannoudji G. et Spiro M. (1986) *La Matière-Espace-Temps*. Paris, Fayard.
- Damasio A. (1999) *Le sentiment même de soi*. Paris, Odile Jacob.
- Devlin K. (1991) *Logic and Information*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Enjalbert P. (1996) *De l'interprétation (sens, structures et processus)*. *Intellectica*, 23.

- Goldblatt P. (1979) *Topoi. The Categorical Analysis of Logic.* Amsterdam•New-York•Oxford, North-Holland Publishing Company.
- Hofstadter D. (1988) *Ma Thémagie.* Paris, Interéditions.
- Holland J. (1995) *Hidden Order. How Adaptation Builds Complexity.* Reading, Massachusetts, Addison Wesley.
- Lambeck J. et Scott P. (1986) *Introduction to higher order categorial logic.* Cambridge, Cambridge University Press.
- Le Gaufeys G. (1991) *L'incomplétude symbolique.* Paris, EPEL.
- Longo G. (1997) *Géométrie, mouvement, espace : cognition et mathématiques.* *Intellectica*, 25, pp. 195-218.
- May J. (1959) *Prasannapada Madhyamakavrtti de Candrakirti.* Paris, Adrien Maisonneuve.
- Morin E. (1977) *La Méthode 1. La Nature de la Nature.* Paris, Le Seuil.
- Pagels H. (1985) *Perfect Symmetry.* New York, Simon and Schuster.
- Raccah P.-Y. (1990) *Signification, sens et connaissance : une approche topique.* *Cahiers de linguistique française*, 11, pp. 179-198.
- Raccah P.-Y. (1997) *L'argumentation sans la preuve : prendre son biais dans la langue.* In *Les modèles de représentation : quelles alternatives.* Neuchâtel, Suisse, Association Ferdinand Gonseth.
- Schank R.C. et Abelson R. (1977) *Scripts, Plans, Goals and Understanding.* Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Schiller C. (1999) *Le vide diffère-t-il de la matière ?* In *Le vide, Univers du tout et du rien.* E. Gunzig et S. Diner (Eds). Université de Bruxelles, Editions Complexe.
- Schrödinger E. (1967) *What is Life & Mind and Matter.* Cambridge•London•New-York, Cambridge University Press.
- Schwarz E. (1977) *Toward a Holistic Cybernetics. From Science through Epistemology to Being.* *Cybernetics and Human Knowing*, 41, pp. 1-24.
- Van de Vijver G. (1997) *Emergence et explication.* *Intellectica*, 25, pp. 7-23.
- Varela F. et al. (1993) *L'inscription corporelle de l'esprit.* Paris, Le Seuil.
- Verne G. (1983) *De la Structure et de la Fonction du Signifiant.* *Cahiers d'études freudiennes*, 1, pp. 42-58.
- Verne G. (1996) *Comme un conte de fée pour un compte défait.* Paris, Ed. Le Cherche Midi.
- Victorri B. et Fuchs C. (1996) *La polysémie. Construction dynamique du sens.* Paris, Hermès.