

truisme ou de tautologie. Pour persister, la nouveauté doit être d'une qualité telle qu'elle puisse durer plus longtemps que les possibilités alternatives. Sur le lac du hasard, les vagues qui durent longtemps doivent durer plus que les autres^a. Voilà en un mot la théorie de la sélection naturelle.

La vision marxiste de l'histoire – qui, simplifiée à l'extrême, prétendrait au fond que, si Darwin n'avait pas écrit *l'Origine des espèces*, quelqu'un d'autre aurait publié un ouvrage semblable cinq ans après – essaie vainement d'appliquer une théorie qui considère le processus social comme *convergent* à des événements impliquant des êtres humains uniques. L'erreur, une fois encore, est une confusion des types logiques.

8. « De rien il ne sort rien »

Cette citation du *Roi Lear* résume en une seule formule toute une série d'adages médiévaux ou plus modernes. Notamment :

a) La loi de la conservation de la matière et sa réciproque, c'est-à-dire qu'aucune nouvelle matière ne peut faire une apparition en laboratoire. (Lucrece disait : « Rien n'est jamais créé de rien par l'effet d'un pouvoir divin. »)

b) La loi de la conservation de l'énergie et sa réciproque, c'est-à-dire qu'aucune énergie nouvelle ne peut être créée en laboratoire.

c) Le principe que Pasteur a démontré, à savoir qu'aucune matière vivante nouvelle ne peut trouver naissance en laboratoire.

d) Le principe selon lequel aucun ordre nouveau ou structure nouvelle ne peut être créé sans *information*.

De tous ces énoncés négatifs et d'autres du même genre, on peut dire qu'ils sont des règles de ce à quoi on peut s'attendre, plutôt que des lois de la nature. Ils sont tellement « presque-vrais » que chaque exception est d'un extrême intérêt.

Ce qui est particulièrement intéressant est caché dans les relations entre ces profonds principes négatifs. Par exemple, nous savons à l'heure actuelle qu'il existe entre la conservation de l'énergie et celle de la matière un pont par lequel chacune de ces deux négations se nie

a. « What last longer among the ripples of the random must last longer than those ripples that last not so long. »

elle-même, puisqu'il y a échange entre matière et énergie et, probablement, entre énergie et matière.

Dans notre ordre d'idées, c'est la dernière proposition de la série qui est la plus intéressante, celle qui dit que, dans le domaine de la communication, de l'organisation, de la pensée, de l'apprentissage et de l'évolution, « rien ne vient de rien » sans *information*.

Cette loi diffère des lois de conservation de l'énergie et de la masse en ce qu'elle ne comporte aucune clause interdisant la destruction ou la perte d'information, de structure ou d'entropie négative. Hélas! (et aussi tant mieux), la structure et/ou l'information ne sont que trop facilement la proie du hasard. Les messages et les instructions pour créer de l'ordre ne sont écrits pour ainsi dire que sur le sable ou sur la surface des eaux. La moindre perturbation, voire un simple mouvement brownien, suffit à les faire disparaître. L'information peut être oubliée, brouillée; les codes peuvent être perdus.

Les messages cessent d'exister lorsque personne ne les comprend plus. Sans la pierre de Rosette, nous ne connaîtrions rien de tout ce qui fut écrit en hiéroglyphes; ce ne serait que de belles décorations sur du papyrus ou sur de la pierre. Pour qu'une régularité soit significative – pour qu'elle soit même reconnue comme structure – il faut que lui correspondent chez l'interprète des régularités complémentaires, peut-être des aptitudes, et ces aptitudes sont aussi fugaces que les structures elles-mêmes. Elles aussi sont inscrites sur le sable ou sur la surface des eaux.

La genèse de l'aptitude à répondre au message est l'opposé, l'envers du processus de l'évolution : c'est la *coévolution* *.

Paradoxalement, la profonde vérité (mais, en fait, partielle) de la formule « de rien il ne sort rien » dans le monde de l'information et de l'organisation rencontre une contradiction intéressante : c'est que *zéro*, l'absence totale de tout événement indicatif, peut renfermer un message. La larve de la tique grimpe à un arbre et attend sur une brindille extérieure. Si elle sent de la transpiration, elle se laisse tomber et atterrit, éventuellement, sur un mammifère. Mais si, après quelques semaines, elle *ne sent pas* de transpiration, elle se laisse tomber et s'en va grimper à un autre arbre.

La lettre qu'on n'écrit pas, les excuses qu'on ne présente pas, la nourriture qu'on ne donne pas au chat : voilà des messages qui peuvent être suffisants et efficaces parce que *zéro*, *en contexte*, peut être significatif; et c'est le destinataire du message qui crée le contexte. Cette faculté de créer *le contexte*, c'est l'aptitude du destinataire : une fois acquise, elle forme à elle seule la moitié de la

coévolution mentionnée ci-dessus. Cette aptitude doit être acquise par l'apprentissage ou par une mutation heureuse, entendez par là un raid sur le hasard qui a réussi. Il faut que le destinataire soit à certains égards prêt à faire la découverte qui convient au moment où elle se présente à lui.

Dès lors, on peut concevoir que la proposition inverse de la proposition « de rien il ne sort rien » sans information soit possible grâce au processus stochastique. Être prêt peut servir à sélectionner des composants du hasard qui deviennent par là même de l'information nouvelle. Mais il faut toujours qu'une provision de manifestations du hasard soit disponible pour pouvoir en tirer l'information nouvelle.

Cet état de choses scinde le domaine entier de l'organisation, de l'évolution, du développement intellectuel et de l'apprentissage en deux territoires bien distincts : l'épigenèse ou embryogenèse d'une part, l'évolution ou apprentissage, de l'autre.

Épigenèse est le terme qu'a choisi C. H. Waddington pour désigner ce qui était son domaine d'intérêt privilégié, et qu'on appelait autrefois *embryogenèse*. Il illustre bien que chaque étape embryologique est un acte dans un *devenir* (en grec, *genesis*) qui se construit *sur* (en grec, *epi*) l'étape immédiatement antérieure, le *statu quo ante*. Waddington, il est vrai, faisait peu de cas de la théorie de l'information traditionnelle qui, à son avis, ne laissait aucune place à la « nouvelle » information, laquelle lui semblait être engendrée à chaque stade de l'épigenèse : c'est un fait que, selon la théorie traditionnelle, il n'y a pas, dans un cas de ce genre, information nouvelle.

Idéalement, l'épigenèse devrait ressembler au développement d'une « tautologie » complexe où rien ne vient s'ajouter après que les axiomes et définitions ont été posés. Le théorème de Pythagore est implicite (c'est-à-dire, littéralement, « plié dans ») dans les axiomes, définitions et postulats d'Euclide. Tout ce qu'il y a à faire, c'est de le déplier, et, pour des êtres humains, d'avoir une certaine connaissance de la marche à suivre. Cette dernière sorte d'information ne devient nécessaire que lorsque la tautologie d'Euclide est modelée dans des mots et des symboles disposés en séquences sur le papier ou dans le temps. Dans la tautologie idéale, il n'y a ni temps, ni dépliage, ni arguments. Ce qui est implicite y est présent, même si ce n'est pas, bien entendu, localisé dans l'espace.

A l'opposé de l'épigenèse et de la tautologie qui constituent les domaines de la reproduction, il y a le monde de la créativité, de l'art,

de l'apprentissage et de l'évolution, dans lequel les processus de changement en cours *se nourrissent du hasard*. L'essence de l'épigenèse est une répétition prévisible; l'essence de l'apprentissage et de l'évolution est exploration et changement.

Dans la transmission de la culture humaine, on essaie toujours de reproduire, de faire passer à la génération suivante les aptitudes et les valeurs des parents; mais cette tentative a toujours échoué et ne peut qu'échouer parce que la transmission culturelle est affaire d'apprentissage, non d'ADN. Le processus de transmission de la culture est une sorte d'hybride, de mélange des deux domaines. Il doit tâcher de faire appel à des phénomènes d'apprentissage dans un but de réplication, car ce que les parents possèdent est le résultat de leur apprentissage. Si les aptitudes des parents pouvaient miraculeusement s'inscrire dans l'ADN de la nouvelle génération, elles seraient *différentes* et peut-être non viables.

Ce qui est intéressant, c'est qu'il y a entre les deux domaines le phénomène culturel de l'*explication* – c'est-à-dire la cartographie d'une séquence d'événements inconnus sur une tautologie¹.

Il convient de remarquer, enfin, que les deux domaines, celui de l'épigenèse et celui de l'évolution, se retrouvent, à un niveau plus profond, dans le double paradigme de la seconde loi de la thermodynamique, à savoir que (1) l'action aléatoire de la probabilité engloutira toujours l'ordre, la structure et l'entropie négative, mais que (2) pour la création d'un nouvel ordre, l'action du hasard, la pléthore d'autres potentialités non réalisées (entropie) est une nécessité. C'est dans le hasard que les organismes vont puiser leurs nouvelles mutations et c'est là que l'apprentissage stochastique stocke ses solutions. L'évolution, au point culminant, conduit à la saturation écologique de toutes

1. J'emploie l'expression *cartographie*^a pour les raisons suivantes. Toute description, explication ou représentation revient toujours dans un certain sens à dessiner la carte des « images » des phénomènes à décrire sur une quelconque surface, matrice ou système de coordonnées. Dans le cas d'une vraie carte, la matrice réceptrice est généralement une feuille de papier plane et de dimensions finies, de sorte que les difficultés surviennent dès que ce qu'il s'agit d'y représenter est trop grand ou par exemple sphérique. D'autres difficultés surviendraient si la matrice réceptrice était torique (la forme d'une bouée) ou était constituée d'une succession linéale* et discontinue de points. Toute matrice réceptrice, qu'elle soit un langage ou un réseau tautologique de propositions, aura des caractéristiques formelles qui, *par définition*, déformeront les phénomènes qui devront être cartographiés sur elle. Et si l'univers avait été imaginé par Procuste, ce sinistre personnage de la mythologie grecque qui ajustait la taille de tous les voyageurs de passage dans son auberge à la longueur du lit, en leur coupant les jambes, ou en les leur étirant?

a. *Mapping onto*. Nous le rendrons par cartographie, cartographeur.

les possibilités de différenciation. L'apprentissage conduit à la surcharge de l'esprit.

En revenant périodiquement à cette chose produite en série, vierge de toute connaissance, qu'est l'œuf, l'espèce vide, chaque fois, sa banque de mémoire, se rendant ainsi disponible au Nouveau.

9. Le nombre est différent de la quantité

Cette différence est fondamentale pour quelque théorie que l'on veuille élaborer dans le domaine de la science du comportement, ou pour toute représentation de ce qui se produit entre des organismes ou à l'intérieur de ceux-ci (ces processus étant considérés comme parties de leurs processus de pensée).

Les *nombres* s'obtiennent par comptage, les *quantités* par mesure. Autrement dit, on peut penser les nombres comme étant « précis » parce qu'il y a discontinuité entre tout entier et le suivant : entre deux et trois, il y a un saut. Pour les quantités, en revanche, un tel saut n'existe pas; et, du fait qu'il n'y a pas de saut dans le monde de la quantité, il est impossible qu'une quantité soit jamais exacte. On peut avoir exactement trois tomates; on n'aura jamais exactement trois litres d'eau : la quantité est toujours approximative.

Alors même que l'on a clairement établi la distinction entre nombre et quantité, il faut encore repérer un autre concept et le distinguer des deux. Il n'existe pas, à ma connaissance, de terme dans notre langue pour désigner cet autre concept, si bien que nous devons nous contenter d'avoir à l'esprit qu'il existe un sous-ensemble composé de *configurations*^a qu'on appelle pourtant communément « nombres ». Car tous les nombres ne s'obtiennent pas par comptage : les nombres les plus petits, par conséquent les plus courants, ne sont généralement pas comptés, mais reconnus au premier coup d'œil comme des configurations. Les joueurs de cartes ne s'arrêtent pas pour compter le nombre de figures sur un huit de pique et peuvent même reconnaître la disposition caractéristique des figures jusqu'au « dix ».

Autrement dit, le nombre relève du domaine de la configuration, de la *Gestalt* et du calcul digital; la quantité est du domaine de l'estimation analogique et probabiliste.

Certains oiseaux peuvent plus ou moins reconnaître les nombres

a. *Patterns*.

jusqu'à sept. Mais on ignore s'ils procèdent par comptage ou s'ils reconnaissent une configuration. L'expérience qui est le mieux parvenue à tester cette différence entre les deux méthodes a été réalisée par Otto Koehler sur une corneille. Il avait entraîné l'oiseau à l'exercice suivant : un certain nombre de petits récipients munis d'un couvercle renferment des morceaux de viande; certains en ont deux ou trois, d'autres n'en ont pas du tout. Dans une assiette à part, il y a un nombre de morceaux de viande supérieur au nombre total de morceaux placés dans les récipients. La corneille apprend à soulever le couvercle de chaque récipient et à manger la viande qui s'y trouve. Quand elle a mangé toute la viande des récipients, elle peut aller vers l'assiette et y manger *le même nombre* de morceaux que dans les récipients; mais elle est punie si elle mange plus de morceaux dans l'assiette que ce qu'il y avait dans les récipients. Cet exercice, la corneille est capable de le maîtriser.

Maintenant, la question est de savoir si la corneille compte réellement les morceaux de viande ou bien si elle utilise quelque autre moyen pour identifier le nombre de morceaux. L'expérience a été spécialement étudiée pour pousser l'oiseau à compter. Comme il doit soulever les couvercles, son action est chaque fois interrompue; et la séquence est rendue encore plus complexe par le fait que certains récipients contiennent plusieurs morceaux et d'autres aucun. Par ces artifices, l'expérimentateur a voulu qu'il soit pratiquement impossible à la corneille de se créer une sorte de configuration ou de rythme qui lui permette de reconnaître le nombre de morceaux de viande : l'oiseau est ainsi contraint (dans la mesure du moins de ce que peut réaliser l'expérimentateur) de compter les morceaux.

Il est naturellement plausible que le fait de prendre la viande dans les récipients devienne une sorte de danse rythmée et que ce rythme soit simplement répété par l'oiseau quand il prend la viande de l'assiette; mais, bien qu'on puisse encore avoir un doute justifié, l'expérience, dans l'ensemble, fait plutôt pencher vers l'hypothèse selon laquelle la corneille ne reconnaît pas une configuration dans les morceaux de viande ou dans ses propres gestes, mais les compte.

Il est intéressant d'examiner le monde biologique à partir de cette question : les différents cas où le nombre intervient doivent-ils être considérés comme des occurrences d'une *Gestalt*, de nombres comptés, ou bien simplement de quantités? Il y a une différence assez évidente entre l'énoncé : « Cette rose simple a cinq pétales et cinq sépales, et sa symétrie est de type pentaradiée », et l'énoncé : « Cette rose a cent douze étamines, celle-ci en a quatre-vingt-dix-sept et

Table

1. <i>Introduction</i>	11
2. <i>Ce que tout élève sait</i>	31
1. La science ne prouve jamais rien	33
2. La carte n'est pas le territoire, et le nom n'est pas la chose nommée	36
3. Il n'y a pas d'expérience objective	37
4. Les processus de formation des images sont inconscients	38
5. La division de l'univers perçu en parties et en tous est commode, et peut-être nécessaire, mais aucune nécessité ne détermine la façon dont elle doit s'effectuer	45
6. Les séquences divergentes sont imprévisibles	47
7. Les séquences convergentes sont prévisibles	50
8. « De rien il ne sort rien »	52
9. Le nombre est différent de la quantité	56
10. La quantité ne détermine pas la structure	60
11. Il n'y a pas de « valeurs » monotones en biologie	61
12. Parfois, ce qui est petit est joli	62
13. La logique est un modèle incomplet du rapport de la cause à l'effet	66
14. La causalité ne fonctionne pas à rebours	67
15. Le langage ne met généralement l'accent que sur un seul côté de l'interaction	68
16. La « stabilité » et le « changement » décrivent des parties de notre description	69
3. <i>Versions multiples du monde</i>	73
1. Le cas de la différence	74
2. Le cas de la vision binoculaire	75

3. Le cas de la planète Pluton	77
4. Le cas de la sommation synaptique	78
5. Le cas du poignard imaginaire	79
6. Le cas des langages synonymes	79
7. Le cas des deux sexes	84
8. Le cas des phénomènes de battement et de moiré	86
9. Le cas de la « description », de la « tautologie » et de l'« explication »	87
4. <i>Critères du processus mental</i>	97
Critère n° 1 : Un esprit est en ensemble de parties ou de composants en interaction	98
Critère n° 2 : L'interaction entre les parties d'un esprit est déclenchée par la différence	100
Critère n° 3 : Le processus mental requiert de l'énergie collatérale	107
Critère n° 4 : Le processus mental requiert des chaînes de détermination circulaires (ou plus complexes)	109
Critère n° 5 : Dans les processus mentaux, il faut considérer les effets de la différence comme des transformations (c'est-à-dire des versions codées) de la différence qui les a précédés	116
Critère n° 6 : La description et la classification des processus de transformation révèlent une hiérarchie de types logiques immanente aux phénomènes	121
5. <i>Versions multiples de la relation</i>	137
1. « Connais-toi toi-même »	141
2. Le totémisme	146
3. L'abduction	149
6. <i>Les grands processus stochastiques</i>	153
1. Les erreurs de Lamarck	156
2. L'usage et le non-usage	160
3. Assimilation génétique	165
4. Le contrôle du changement somatique	167
5. « Rien ne vient de rien » dans l'épigenèse	168
6. L'homologie	172
7. Adaptation et dépendance	180
8. Les processus stochastiques divergents et convergents	182
9. Comparaison et combinaison des deux systèmes stochastiques	184

7. <i>De la classification au processus</i>	195
8. <i>Et alors?</i>	211
<i>Appendice : Cette époque qui ne tourne plus rond</i>	223
Glossaire	233
Index	237