



**HAL**  
open science

## Le vivant et l'indéterminé tome 1

Michel J.F. Dubois

► **To cite this version:**

Michel J.F. Dubois. Le vivant et l'indéterminé tome 1: Action intentionnelle, cerveau et physique quantique. EUE - Editions Universitaires Européennes, 2013, 978-613-1-59283-6. hal-04280650

**HAL Id: hal-04280650**

**<https://hal.science/hal-04280650>**

Submitted on 8 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# **Le Vivant et l'indéterminé**

**– 1 –**

## **Action intentionnelle, cerveau et physique quantique**

*Que les connaissances scientifiques ne sont pas contradictoires  
avec l'existence de l'action intentionnelle*

Philosophie

**Michel J.F. DUBOIS**

*Il y a vingt-cinq siècles peut-être, sur les bords de la mer divine, où le chant des aèdes venait à peine de s'éteindre, quelques philosophes enseignaient déjà que la matière changeante est faite de grains indestructibles en mouvement incessant, atomes que le hasard ou le destin auraient groupés au cours des âges selon les formes ou les corps qui nous sont familiers.*

Jean Perrin<sup>1</sup>

*Mais la théorie quantique remonte à vingt-quatre siècles, à Leucippe et à Démocrite. [...] Notre notion de particule élémentaire dérive de la notion d'atomes aussi bien historiquement que conceptuellement.*

Erwin Schrödinger<sup>2</sup>

*L'indétermination partielle qui existe pour les phénomènes de la physique atomique est quelque fois utilisée comme un argument par certains, qui affirment qu'il y a maintenant de nouveau une marge à la fois pour le libre arbitre de l'individu et pour l'intervention de Dieu.*

Werner  
Heisenberg<sup>3</sup>

*Un philosophe a dit une fois : « Il faut, pour que la science puisse exister, que les mêmes causes produisent les mêmes effets. » [...] Ce qu'il faut pour que la science existe, ce sont des esprits qui n'acceptent pas d'imposer de conditions a priori à la nature, comme celles de ce philosophe.*

Richard Feynman<sup>4</sup>

*La pensée n'avait pas de place dans l'image que la physique classique donnait de l'univers. Dans cette image, l'univers apparaissait comme un vaste automate, soumis à des lois déterministes et réversibles, dans lesquelles il était difficile de reconnaître ce qui pour nous caractérise la pensée : la cohérence ou la créativité.*

Ilya Prigogine<sup>5</sup>

*Ce n'est pas parce que les phénomènes quantiques d'une part, l'inconscient d'autre part, dépassent le cadre de la logique identitaire qu'ils peuvent être nécessairement réfléchis dans le cadre d'une même nouvelle logique.*

Cornelius Castoriadis<sup>6</sup>

---

<sup>1</sup> Jean Perrin, *Les atomes*, reprint de l'édition de 1913, Paris, Flammarion, col. Champs, 1991, p 33

<sup>2</sup> Erwin Schrödinger, *Physique quantique et représentation du monde*, Paris, Seuil, col. Points, 1992, p 74

<sup>3</sup> Werner Heisenberg, *La partie et le tout*, Paris, Albin Michel, 1972, Flammarion, col. Champs, 1990, p 129

<sup>4</sup> Richard Feynman, *La nature de la physique*, Paris, Seuil, col. Points, 1980, p 175-176

<sup>5</sup> Ilya Prigogine, *Les lois du chaos*, Paris, Flammarion, col. Points, 1994, p 96

## Introduction

Cette thèse est la reprise d'un débat philosophique vieux de vingt-quatre siècles, enrichi par les avancées des sciences de la matière, des sciences de la vie, des neurosciences et des sciences humaines. Dans un monde transformé par nos connaissances scientifiques, l'intentionnalité est-elle encore concevable ou sommes-nous totalement déterminés ?

Le premier volume est consacré au problème de la contradiction entre l'action intentionnelle humaine – l'action selon un but –, et le déterminisme du fonctionnement biologique – c'est à dire du corps humain et du cerveau. Peut-on affirmer qu'agir selon un but est concevable ou est-ce une illusion ? Dans les termes d'Aristote, cela reviendrait à analyser si, sur la base des connaissances modernes, la cause finale existe ou est une illusion.

Le deuxième volume est consacré à étudier comment l'intention peut-elle agir sur le corps en partant des conclusions du précédent volume et analysant ce que peut signifier le concept d'émergence, classiquement utilisé par les chercheurs pour qualifier cette aptitude extraordinaire du cerveau à permettre d'agir selon un but.

Le concept de « liberté » ou de « libre-arbitre » n'est jamais utilisé, car le problème philosophique étudié est moins de savoir si nous sommes libres, que d'analyser si nous pouvons agir selon un but. Car dans ce dernier cas une méthodologie peut être mise en œuvre.

---

<sup>6</sup> Cornelius Castoriadis, *L'institution imaginaire de la société*, Paris, Seuil, col. Points, 1975, p 494

# Chapitre un

## L'action intentionnelle pose un problème

Nous reconnaissons généralement que nous sommes doués de capacité d'intention. C'est à dire que nos actions ne sont pas le seul résultat d'une succession de déterminations, comme ce serait le cas pour les actions d'un automate. La détermination est ce que décrit la relation de cause à effet, alors que nos actions intentionnelles tendent vers un but, ou sont construites selon un projet.

Pour qu'il y ait intention, il faut un sujet porteur de l'intention. Le sujet se propose une action ou une succession d'actions en fonction d'un but. Si cette capacité d'intention semble évidente au bon sens, l'analyse scientifique des mécanismes biologiques sous-jacents, constitutifs d'une action, dévoile qu'il s'agit de processus relevant d'une succession de causes et d'effets, mécanismes reproductibles et déterminés. Il devient tentant de supposer que notre affirmation, certains diraient notre croyance, d'être capables d'agir intentionnellement, n'est qu'une impression illusoire ; en réalité il n'y aurait que des déterminations, causes de nos actions. Pouvoir agir intentionnellement pose donc un premier problème que j'étudierai ci-après.

### **1 – Définition de l'action intentionnelle**

#### **1 – 1 – Elle est définie par le fait qu'il y a un but à atteindre et atteignable par l'intention**

Lorsque j'ai l'intention de réaliser une action, il suffit que je décide la réaliser, c'est dire que j'ai un but. Quels que soient les mouvements que mon corps est capable d'effectuer, je peux à tout moment décider de faire celui qui correspond à mon désir. Je peux même m'obliger à

pratiquer des mouvements difficiles, des actions dont je ne suis pas certain qu'elles soient réalisables. Je peux suivre des cours pour faire de la bicyclette, conduire une voiture, skier, utiliser un ordinateur, jouer du piano. Je peux aussi m'obliger à réaliser ce que je n'aime pas, par défi, ou pour me prouver à moi-même ma capacité à le faire. Je peux aussi construire des projets ambitieux à réussite possible sur une longue durée. Je peux aussi réfléchir à une succession d'actions dans le but de réaliser un projet, et, pour des raisons qui m'appartiennent, décider de repousser ces actions à plus tard. Je peux aussi avoir l'intention de réaliser une action considérée comme impossible par ceux à qui j'en parle.

Nous reconnaissons donc implicitement que nous avons une capacité à agir intentionnellement ; nous pouvons réaliser une action, selon un but construit et défini avant l'action. Une intention, c'est en premier lieu la capacité de définir, ou d'imaginer, la réalisation de quelque chose qui n'existe pas, que ce but soit atteignable ou pas. Le but défini est constitutif de l'intention, et ce, indépendamment de la réalisation de cette intention. Sans but, il ne peut y avoir d'intention.

Qu'un accident réduise une partie de mes capacités, je ne pourrai pas réaliser tout ce que je désirais auparavant. Cela ne m'empêchera ni d'avoir cette intention non réalisée et parfois non réalisable, ni de trouver des défis différents, peut-être moins ambitieux, mais intentionnels. Je n'ai pas d'ailes d'oiseau, pourtant je peux avoir l'intention de voler comme lui (mythe d'Icare). Quelques dizaines de siècles après la création de ce mythe, des moyens existent qui permettent de pallier l'absence naturelle d'ailes. Ce ne sont pas des limitations imposées par les moyens qui peuvent annihiler de manière absolue, et de principe, l'activité intentionnelle, ni même, souvent, de fait. Cette limitation des moyens dépend aussi bien de nos limites corporelles que des limites technologiques propres à une culture, un moment, ou un lieu.

### **1 – 2 – Ce but est représentation anticipée de ce qui n'est pas**

Nous pouvons définir un but inatteignable de fait, tout au moins immédiatement, en un lieu donné, dans un contexte techno-socio-culturel donné. Ainsi, nous avons la possibilité de concevoir un but qui n'existe pas. C'est une caractéristique propre à toute activité intentionnelle que de concevoir ce qui n'existe pas, ce que Franz Brentano avait déjà affirmé dès 1874. L'activité intentionnelle que je qualifierai d'inventive n'est

qu'un cas particulier puisqu'elle permet de concevoir du nouveau, but qui peut même conduire à une classe de buts nouvelle. Il reste que la différence entre une intention définie comme inventive et une intention supposée ne pas l'être n'est pas significative, même si elle permet une classification *ex ante* du résultat attendu de l'action intentionnelle, ou une classification *ex post* du résultat obtenu.

Nous avons tous vécu des exemples d'actions réfléchies, définies à partir d'un plan construit sur plusieurs années, lui-même construit en fonction d'un objectif ambitieux. Ces actions demandent la conceptualisation d'un objet n'existant pas, une définition des moyens à mettre en œuvre pour rendre existant cet objet, une résolution de problèmes ou d'énigmes, et souvent un accroissement de connaissances. Cette capacité intentionnelle, ainsi décrite, suppose représentation intérieure de l'objectif, anticipation, projection dans l'avenir, et ajustement à l'environnement. L'intention est antérieure aux mécanismes qui permettent l'action. L'intention est une représentation de ce qui n'existe pas, avant les mécanismes qui en découlent dont le résultat est conforme à cette représentation.

Puisque je ne considère pas ici que l'existence puisse être conçue comme une propriété, posséder une capacité intentionnelle signifie avoir la capacité à concevoir et à se représenter ce qui n'est pas, mais pourrait être, et à agir pour atteindre ce but représenté. Sans représentation initiale de ce qui n'est pas, mais pourra être par l'action intentionnelle, il ne peut y avoir d'intention. Sans effet de cette intention sur l'action il ne peut y avoir d'action intentionnelle.

### **1 – 3 – Cette définition conduit à un problème**

On peut concevoir que nous ayons des intentions qui n'aboutissent pas. Ces intentions, sans conséquences factuelles, ne conduisent pas à une action intentionnelle. Ce sur quoi je focaliserai ici mon analyse n'est pas l'intention qui n'a pas pour objectif d'aboutir, ou qui est supposée ne jamais aboutir – ce qui revient à en nier l'existence. L'objet de mon étude est l'action intentionnelle, l'intention capable d'atteindre le but prédéfini grâce à la mobilisation des moyens adéquats. Je parlerai d'activité intentionnelle pour décrire l'ensemble du processus, ou d'intention efficace, pour préciser que cette intention entraîne une action.

Le problème sur lequel je concentrerai mon analyse, en premier

lieu, est la conséquence de la reconnaissance que l'intention est efficace, ou encore que nous pouvons atteindre un but préalablement représenté. Une intention qui n'aboutit pas ne produit pas d'action intentionnelle, elle ne pose *a priori* aucun autre problème que celui de l'origine de son existence.

## **2 – Le problème : contradiction entre déterminisme biologique et intentionnalité**

### **2 – 1 – Je ne peux vouloir agir pour un but, si le but à atteindre a lieu nécessairement**

Réalisons une expérimentation en pensée : j'ai l'intention de réaliser, dans un contexte particulier, le seul acte qui me soit possible, ce qui suppose que même l'absence de cet acte est impossible. C'est un acte nécessaire, puisqu'il sera, quoi qu'il advienne. Je chercherai néanmoins à le réaliser intentionnellement, je mettrai de l'intention dans un événement nécessaire que j'identifierai à un but. Première constatation, il semble impossible de trouver un tel acte. Cette expérience de pensée ne peut être construite sans autolimitation volontaire (je n'ai pas le droit de me laisser mourir, par exemple, etc...). Créons donc cette autolimitation avec pour motif de poser l'intention, envers et contre tout. Par exemple le rythme cardiaque. Avec de l'entraînement, il est possible, dans une certaine marge de manœuvre, de mettre de l'intention dans la vitesse du battement cardiaque. Cela entraîne un changement. Mais lorsque je me concentre sur mon rythme cardiaque, je ne perçois qu'une conséquence de son activité, sa pulsation. Je ne peux agir directement sur son fonctionnement, comme j'agis sur le mouvement de mes mains. Mon cœur bat indépendamment de toute intention que je pourrais avoir. Son fonctionnement est déterminé, et je perçois ne pas pouvoir agir sur cette contraction. Ma concentration mentale sur les battements de mon cœur accroît ma perception, je peux entendre la diastole et la systole, mais agir dessus comme sur le mouvement des mains, rien à faire. Les techniques de relaxation sont souvent fondées sur le développement intérieur de la perception du corps. On le sait par expérience : le seul fait de se concentrer sur la physiologie, déterminée indépendamment de toute intention, en modifie certains paramètres, mais de manière indirecte, à partir de ce sur quoi je peux agir intentionnellement, comme le niveau de mon activité, ou le rythme de ma respiration. Pour me concentrer sur mon rythme cardiaque, j'arrête toute activité, et le cœur ralentit, mais je



n'ai en rien agi sur lui, il s'est adapté à mon immobilité.

Nous pouvons réaliser une autre expérience en pensée : être intentionnel de tous les actes, ou au moins de certains actes, que nous faisons dans une journée, automatiquement. Si le fait de mettre de l'intention ne change pas l'acte lui-même, nul, sauf moi-même, ne saura, sur la base d'une observation objective, que cet acte était intentionnel. Dans cette situation particulière, si l'intention peut être associée à une série de causes et d'effets, entièrement déterminée, nul ne peut y détecter de l'intention, sauf le sujet de l'intention. Il peut exposer son intention et la faire valider subjectivement, néanmoins une approche scientifique niera l'intérêt de cette intention qui n'a nul besoin d'exister pour que l'acte ait lieu. Car la question, pour être certain que l'acte est intentionnel, sera : pouvez-vous ne pas le faire, ou faire autre chose ?

Concevoir une intention possible dans un processus entièrement déterminé repose donc sur l'idée que l'effet de l'intention est une illusion. Mettre de l'intention, construire un projet, sur la base d'un processus entièrement déterminé, ce sont les conditions qui enlèvent toute motivation à la genèse de l'intention. Quelle est mon intention sinon de vouloir croire que je peux vouloir ce qui de toute façon sera ? En fait, personne n'imaginerait construire un plan d'action pour un résultat qui arrivera quoi qu'il fasse.

Se représenter ce qui sera, c'est soit prédire ce que je pense qu'il doit être, soit se représenter ce que je veux faire. Pouvons-nous nous représenter ce qui est nécessaire ? Lors du processus de représentation, nous ne pouvons que croire, ou affirmer, que c'est nécessaire, mais ce n'est pas la nécessité qui entraîne la représentation de ce qui sera. Si la nécessité était suffisante pour que nous nous représentions tout ce qui doit être, nous serions assaillis de représentations, autant en ce qui concerne le fonctionnement de notre corps, qu'en ce qui concerne les effets de notre environnement sur le fonctionnement de notre corps. L'expérience nous montre qu'au contraire les nécessités s'imposent à nous souvent contre notre intention, et sans que nous en ayons la moindre représentation. Nous ne nous représentons quasiment jamais ce qui doit être sans aucune échappatoire, sauf hypothèse de recherche par laquelle nous attendons un résultat, effet d'une cause. De fait, nous nous représentons souvent le résultat d'une cause. Dans la conduite d'une voiture, je sais que si j'appuie sur l'accélérateur, la voiture va augmenter

sa vitesse ; si je freine suffisamment longtemps, je finirai par m'arrêter. Cette représentation d'un résultat nécessaire vient de ma possibilité d'agir en amont. Mais pourra-t-on répondre, je peux me représenter un résultat inéluctable sur lequel je ne peux agir. Il est vrai ; mais nul ne peut prétendre qu'il s'agit d'une intention. Se représenter un résultat est nécessaire pour l'action intentionnelle, mais n'est pas suffisant. L'intention n'est pas que représentation, elle est une représentation suivie d'un effet. Et si l'intention a un effet, c'est bien que le résultat n'était pas nécessaire.

L'hypothèse d'un acte intentionnel nécessaire se heurte à la fois à une impossibilité de fait et à une impossibilité de principe. On ne peut pas trouver d'exemples d'intentions qui ne modifient en rien un processus déterminé, car l'intention est l'intention de faire quelque chose. C'est pourquoi l'intention ne peut s'appliquer directement à aucun des processus biologiques entièrement déterminés. Il est possible de se concentrer sur la respiration et d'en modifier le rythme, quasiment impossible sur le rythme cardiaque, absolument impossible sur le taux de glucose dans le sang, le taux de mélatonine, d'hormone de croissance, d'insuline, ou d'autres systèmes de régulation. Cette impossibilité corrobore que l'intention est, de principe, conçue lorsque l'action visée n'est pas nécessaire. Nous ne concevons une intention que lorsque nous croyons pouvoir modifier le cours des choses.

Il est pourtant nécessaire de manger pour vivre, et nous avons souvent le sentiment de manger intentionnellement. Y-a-t-il contradiction ? L'anorexie mentale, les grèves de la faim, réalisées dans des buts politiques, montrent qu'il est possible, intentionnellement, d'atteindre des limites qui contredisent la nécessité de survie. Nous pouvons focaliser notre intention sur le fait de manger quelque chose à un moment donné, mais pas sur ce qui se passe après la déglutition. Nous n'avons aucune conscience des mécanismes enzymatiques de digestion des aliments, ni des mécanismes péristaltiques propres aux muscles lisses. Pourtant, nous pouvons tous résister à la faim et même à la soif.

La possibilité de mettre de l'intention dans un processus entièrement déterminé et non modifiable est donc à la fois réfutée par les faits et inconcevable. Car sur ce dont nous n'avons pas conscience, nous ne pouvons agir intentionnellement. Nous pouvons modifier notre rythme respiratoire – nous en avons facilement conscience –, peu notre

rythme cardiaque, dans la mesure où nous en sommes conscients, mais cette conscience est celle d'une perception et non d'une possibilité d'action. Nous n'avons aucune conscience de notre glycémie, nous ne pouvons la modifier intentionnellement. Est-ce que tout ce dont nous sommes conscients est accessible à notre intention ? La réponse est négative. Je suis conscient que mon corps n'a pas la souplesse me permettant certains mouvements, je suis conscient de n'avoir pas les capacités de maîtriser une langue étrangère en peu de temps. Je suis conscient des limites de mon action intentionnelle. La conscience – d'objet – est nécessaire à l'intention, elle n'est pas suffisante. Et la conscience des déterminations n'est pas la conscience intentionnelle.

La conscience d'un fonctionnement ne suffit pas à nous permettre de l'utiliser intentionnellement. Réciproquement, nous utilisons des fonctionnements dont nous n'avons pas conscience pour atteindre nos objectifs. Nous ne savons pas ce que nous mobilisons, au plan moléculaire, cellulaire, fonctionnel, en agissant. Il n'y a donc aucune relation ni nécessaire, ni suffisante, entre le déterminisme des fonctions et notre capacité à les utiliser intentionnellement pour nos objectifs. Seule l'expérience empirique (expérimentation) nous permet de découvrir cette relation. Elle est là, elle définit la marge de manœuvre de l'intention, et nous ne savons pas comment, même si nous pouvions concevoir des théories supposées être explicatives. Mais il n'est pas possible d'avoir l'intention de mettre en œuvre une série entièrement déterminée. L'action intentionnelle consciente sur une série supposée entièrement déterminée mène à la déduction que cette série contient, quelque part, de l'indétermination. À partir de ce « lieu » d'indétermination existe la possibilité de choisir d'autres séries déterminées. L'existence d'une activité intentionnelle conduit à la nécessité d'un « lieu » d'indétermination, et réciproquement, l'existence d'indétermination conduit à la possibilité d'une action intentionnelle au niveau de ce « lieu ». Cette conclusion, nécessaire, n'est pas pour autant une explication de la manière dont l'intention met en œuvre une série déterminée à partir d'un « lieu » originel d'indétermination. C'est simplement un constat.

Là où une activité intentionnelle existe, une des possibilités sera choisie, au détriment de celles dont elle est exclusive. Ceci signifie que chaque possibilité est indépendante des autres, et que l'ensemble de

toutes les possibilités est, sur le plan du principe, descriptible. Le motif - et non la cause - du choix étant, au moins partiellement, indépendant des déterminations qui permettront de réaliser l'action, et construit sur un intérêt indépendant des séries déterminées par lesquelles l'action se manifeste, l'événement issu de l'intention aura des caractéristiques objectives semblables à celles de l'événement aléatoire (j'analyserai plus précisément cet aspect plus loin). L'intention ne permet pas d'être à ce qui ne peut pas être, mais elle permet d'advenir à ce qui pourrait être. L'intention agit sur le possible et non sur le nécessaire ou l'impossible. Le nécessaire et l'impossible sont de l'ordre de la détermination, le possible est de l'ordre de l'intention ou de l'aléatoire.

Nous pouvons nous représenter une succession nécessaire d'événements, nous pouvons prédire un phénomène nécessaire futur, conséquence d'événements présents. Nous les découvrons par l'expérience concrète, et, par des moyens détournés, nous pouvons, dans certains cas, changer l'impossible apparent en possible et le nécessaire apparent en non-nécessaire. Ce changement est concevable de deux manières différentes. D'abord parce que l'impossible et le nécessaire, apparents, sont ainsi définis par homologie entre nos concepts explicatifs et la réalité empirique. Une transformation conceptuelle, une nouvelle représentation du futur, peuvent « rendre possible » ce qui nous semblait jadis impossible ou nécessaire (par exemple voler dans les airs, ou copuler pour procréer). Mais aussi, de nouvelles méthodes empiriques, résultantes de nouvelles théories ou de nouvelles représentations de la réalité, peuvent nous permettre de réaliser ce que nous croyions auparavant impossible ou d'empêcher ce que nous croyions auparavant nécessaire. Nous pouvons aujourd'hui voler, en avion, en hélicoptère, en ULM... Dans les deux cas, c'est une résultante de notre capacité intentionnelle, de notre capacité à nous représenter, comme un but à atteindre, ce qui n'existe pas, afin de réaliser une action ou une succession d'actions qui permettront de réaliser le but visé. Il reste que, sur le plan du principe, ce qui est conçu comme nécessaire ou impossible ne peut être de l'ordre de l'intentionnel. Nous pouvons nous en construire une représentation, mais nous ne pouvons utiliser cette représentation pour l'action intentionnelle qu'en y adjoignant un espace qui est de l'ordre du possible.

## **2 – 2 – Corollaire : une intention est toujours exclusive d’au moins une autre intention possible**

Nous venons de constater que s’il y a intention, c’est qu’il existe au moins deux possibilités. Le domaine des activités propres à la réponse à des nécessités biologiques permet de distinguer la nécessité et l’intention. Si je suis dans une situation de privation d’aliment, l’apport de nourriture ne me conduit pas à une activité intentionnelle. Je mange ce qu’il y a. Je montrerais une activité intentionnelle si je pouvais refuser. Je refuse de manger, si je fais grève de la faim, pour des raisons que je peux définir comme un but. Ce but s’oppose à celui de la soumission. Si je n’ai pas de but spécifique, je mangerai le plus souvent par nécessité. On peut aussi ne pas manger par nécessité intérieure, et ce comportement est le plus souvent considéré comme pathologique. Un anorexique mange le moins possible sans pouvoir définir la finalité de ce refus, vécu comme une impossibilité. Dans la mesure où l’analyse de ce comportement de refus montre qu’il n’a pas d’alternative, nous supposons une pathologie et non l’intentionnalité. La pathologie sera reconnue comme résultant d’un déterminisme, c’est-à-dire d’une nécessité. En fait, nous parlons de pathologie car nous posons implicitement que, dans ce cas, l’intentionnalité est possible. Le concept de pathologie de l’intention (anorexie, cleptomanie, ...) suppose l’existence « normale » de l’intention. Cette pathologie est décrite par les psychologues selon le terme de sur-détermination. C’est à dire : ce qui devrait être intentionnel est devenu déterminé.

Qu’il y ait profusion d’aliments et que, en conséquence, je n’en consomme qu’une partie, ne prouve pas l’activité intentionnelle dans le choix de ce que je mange. Des déterminations biologiques peuvent m’orienter vers des aliments spécifiques parmi ceux qui sont à portée. Par contre, si je mets de l’intentionnalité dans mon acte alimentaire, je choisirai tel ou tel aliment. Cette intentionnalité peut avoir une signification sociale et conduire à la préparation d’un repas. Je veux faire plaisir à quelqu’un et, pour atteindre ce but, je vais préparer ce qui correspond à la représentation que je me fais du plaisir que je veux apporter. Les possibilités restent ouvertes, elles sont le résultat d’une représentation et ne peuvent être décrites comme une détermination. Comme j’aurai l’occasion de le montrer, il n’existe aucun moyen de décrire une représentation signifiante dans des termes déterministes.

Il est donc possible de manger de façon intentionnelle, en ayant

uniquement comme intention de manger, si ne pas manger est possible. Il est de plus en plus difficile de manger de façon intentionnelle, s'il existe de moins en moins de quoi assouvir sa faim et que cette faim est plus grande. En situation de manque, je n'ai aucune raison de ne pas manger ce qui s'offre à moi. La nécessité biologique de survie limite la capacité intentionnelle. S'il existe une grande variété d'aliments, il est possible de les choisir, et de les utiliser intentionnellement. L'existence objective de cette variété, supprimant les conditions limitantes, conduit à devoir identifier ce qui est de l'ordre de l'aléatoire de ce qui est de l'ordre intentionnel. Ainsi, même pour la satisfaction de besoins qui deviennent nécessaires en condition limitante, il apparaît que, aussitôt les ressources devenues non limitantes, nous utilisons les possibles, et, par l'action intentionnelle, nous pouvons même en inventer, transformant une nécessité initiale en une multitude de besoins.

Nous pouvons en conclure que l'existence de variété permet le possible propre à l'intention sans pour autant générer cette dernière. Dans le cadre d'une variété existante, l'intention génère des possibilités, parce qu'elle utilisera la variété pour construire, et inventer, des fins. Si je ne suis pas capable d'être intentionnel (que ce soit pathologique ou non), la nécessité présente conduit à l'absence de possibilité. Si je suis intentionnel, je peux, en plus des possibilités aléatoires, réaliser un choix, ou même inventer. Réciproquement, lorsque l'action a lieu intentionnellement, c'est que le choix existe préalablement.

### **2 – 3 – La définition de l'action intentionnelle conduit donc à la non détermination de cette action**

L'intention s'oppose à la détermination parce qu'elle est fondée sur une indétermination fondamentale : avoir le choix. « *Car c'est la finalité elle-même qui implique, dans la succession des phénomènes, une certaine contingence* »<sup>7</sup>. Aussitôt que je me représente un possible, je sors du déterminisme. Dans le déterminisme, il n'y a pas de possible : seulement du nécessaire ou de l'impossible.

Qui dit indétermination ne suppose pas une indétermination absolue, mais une indétermination entre au moins deux possibilités, lesquelles permettent de définir un but à partir de ce qui n'existe pas mais peut exister. Tout se passe comme si, devant l'éventualité d'un

---

<sup>7</sup> Émile Boutroux, *De la contingence des lois de la nature*, Paris, PUF, édition de 1991, p 143

événement parmi deux événements possibles, il y avait une indétermination ; chacun des événements peut avoir lieu, sans dépendance absolue d'une cause préexistante identifiable. La seule « cause » identifiable est l'intention consciente, capable d'agir et de provoquer l'enchaînement d'une série déterminée parmi au moins deux possibles. Je dirai qu'il y a indétermination si l'ensemble des possibles qui définit toutes les évolutions d'un état donné est constitué d'événements mutuellement exclusifs, tous possibles, et pour lesquels il n'existe aucun moyen, à partir de cet état donné, de déduire quel est l'événement qui prévaudra. Cela n'empêche pas de réaliser des études statistiques et de définir des probabilités, mais à UN état donné, il est impossible de faire correspondre de manière nécessaire UN événement. Il ne reste que le recours à une probabilité affectée à chaque événement possible, sachant que la somme des probabilités affectées respectivement à chaque événement possible atteint 1. Dans la vie quotidienne, il existe peu de systèmes suffisamment formalisés pour pouvoir définir l'ensemble des événements possibles. De plus, l'action intentionnelle a cette caractéristique, ainsi que nous l'avons vu plus haut, qu'elle peut créer des possibilités. L'ensemble des possibilités est en évolution permanente dans les champs d'action où nous pouvons être intentionnels.

Ainsi en est-il des actions définies par plusieurs personnes, qu'elles concernent des projets militaires, industriels, commerciaux, artistiques, scientifiques, sociaux, religieux, personnels. L'intention est affichée, souvent écrite, avant la mise en place du plan d'action, ce qui permet de vérifier l'atteinte de l'objectif par rapport à celui qui a été décrit. Cela signifie qu'il existe de nombreuses autres possibilités, et que, même lors du déroulement du programme, il faudra parfois redéfinir l'objectif. Le concept de stratégie admet l'impossibilité de définir des outils déterminés pour atteindre un objectif. Il y a plusieurs objectifs différents, mais il y a également des moyens différents de l'atteindre. Les choix sont possibles dans la définition de l'objectif, dans la mise en place du plan, dans l'adaptation aux changements de l'environnement. Lorsqu'il existe un nombre quasi-infini de manières d'atteindre un objectif, il est possible de prononcer des jugements sur la qualité d'une stratégie ou d'une tactique.

Dire qu'une stratégie est bonne ou au contraire inadaptée, c'est affirmer que d'autres solutions sont possibles. Définir une différence

entre stratégie et tactique, c'est reconnaître qu'il existe différents niveaux dans l'indétermination, lesquels se situent aussi bien lors de la conception d'un plan d'action que lors de la réalisation de ce plan. Il existe une indétermination globale qui permet la stratégie, des indéterminations plus spécifiques qui permettent la réalisation pratique du plan stratégique, et d'autres indéterminations qui permettent les adaptations tactiques. S'il existe des possibilités, à plusieurs niveaux, c'est qu'à chacun de ces niveaux une indétermination existe. Cette succession de possibilités, représentables, conduit à choisir, à chaque étape, l'une des possibilités plutôt qu'une autre, en fonction des représentations que le sujet a de l'objectif, des moyens qu'il a ou qu'il imagine avoir pour l'atteindre, et de l'environnement qui l'entoure, autant dans sa réalité objective que dans la conception que le sujet s'en fait. Définir une intention, et la mettre en œuvre, implique donc l'existence d'« espaces » d'indétermination. Ces « espaces » existent dans deux champs spécifiques de la réalité :

- au niveau de la décision des actions finalisées, c'est à dire au niveau biologique, probablement neurobiologique, de l'interaction de l'intention du sujet avec les processus biologiques déterminés mis en œuvre par l'activité intentionnelle ou impliqués dans sa genèse ;
- au niveau de la réalisation de l'action, c'est à dire dans l'aspect objectif du déroulement des actions qui mettent le sujet en interaction avec son environnement.

Si au moins deux possibilités réellement indépendantes existent, cela décrit une forme d'indétermination. Il existe au moins deux possibilités dont il n'est pas possible de savoir, à partir d'une analyse déterministe, laquelle sera réalisée, dans la mesure où ces possibilités sont définies par l'intention. Elles sont en amont du développement de l'action. Elles se situent, en termes temporels, avant l'action, selon les représentations propres à l'ordre intentionnel. Aussi, même si il était possible d'objectiver les actions possibles par un descriptif détaillé, une analyse probabiliste de leur réalisation ne signifie nullement que l'aléa (puisque le choix pris ne peut être prédit) produit par l'action intentionnelle soit définissable comme la rencontre de séries déterminées indépendantes. On ne peut définir une série déterminée dans l'ordre intentionnel. Ce hasard, résultant de l'action intentionnelle n'a aucune caractéristique objective différente du hasard décrit comme la rencontre de deux séries déterminées indépendantes. Il est autre uniquement par la



référence à une intentionnalité. J'en étudierai plus loin les principales conséquences (cf chap. 2, 4).

## **2 – 4 – Le déterminisme, appliqué à la totalité de notre fonctionnement, ne laisse aucun rôle à l'intentionnalité**

L'affirmation du déterminisme biologique a amené la grande majorité des biologistes à refuser l'intentionnalité aux êtres vivants. Dans les cas où le déterminisme ne peut expliquer ce qui est observé, ils font référence à l'aléatoire, et, en ce qui concerne l'histoire de l'évolution, à la contingence. La principale différence est qu'ici je considère l'homme et son éventuelle capacité intentionnelle, et que, généralement, nous croyons – biologistes inclus – être dotés d'une capacité à agir intentionnellement.

### ***2 – 4 – 1 – L'anticipation ne peut être expliquée ni par le déterminisme, ni par l'aléatoire***

Dans un fonctionnement déterminé se déroulant dans le temps, un événement a lieu comme conséquence d'un événement précédent. La cause produit l'effet indépendamment d'un futur éventuel. Lorsque j'anticipe, je prévois des possibilités en fonction de ce que je crois. Si mon anticipation est fondée sur ma connaissance de lois déterminées, la représentation que je me fais de ces lois me conduit à prédire ce qui sera. Si les événements qui apparaissent sont ceux que j'avais prédits, j'en déduis que la loi que j'affirmais est vraie, ou, *a minima*, qu'elle n'est pas réfutée. On pourrait en déduire que le processus neurologique conduisant à cette prévision ou anticipation est lui-même entièrement déterminé par les mécanismes neurologiques, eux-mêmes déterminés par leur propre fonctionnement et par les informations transmises de manière déterminée par les sens.

Pourtant nos anticipations s'avèrent souvent fausses, c'est une expérience quasi-universelle. De plus, il est possible de croire en des lois fausses qui permettent de prédire des événements (si je crois que le soleil tourne autour de la terre, je peux néanmoins prédire sa position une heure plus tard, ou même des mois plus tard, c'est bien ce qu'ont réalisé les hommes avant la révolution copernicienne). L'anticipation de ce que nous croyons déterminé nous conduit à agir de manière adaptée en fonction de ces déterminations supposées, afin d'atteindre ce que nous anticipons comme conséquence de nos actions, ce que les psychologues

appellent la « prédiction réalisatrice ». Nous sommes capables d'adapter nos actions en fonction des événements qui surgissent, parfois, sinon souvent, en opposition avec nos anticipations. On peut en déduire que nos anticipations ne sont au contraire pas déterminées, ce qui permet d'expliquer le haut taux d'erreur des anticipations. Elles sont au moins indépendantes des séries qu'elles sont présumées anticiper. Cela permet de comprendre à la fois les difficultés à bâtir des systèmes explicatifs du monde qui nous entoure et notre aptitude à améliorer sans cesse ces mêmes systèmes explicatifs.

Le processus d'anticipation ne peut être conçu comme une intégration déterminée de ce qui a été, intégration que nous projetterions dans un futur reconstruit ; c'est un processus d'invention. Nous nous fondons sur nos expériences précédentes, sur nos habitudes, nos perceptions, nos désirs, nos croyances ; nous inventons des modèles prédictifs. Anticiper, c'est se représenter ce qui n'est pas, et qui pourrait être. C'est pour cela que nos anticipations sont souvent fausses et que nous les recréons en permanence. Ce qui pourrait être n'a aucune raison d'être semblable ni à ce qui est nécessaire, ni à ce qui pourrait être pour d'autres raisons.

Puisque l'anticipation est un processus de création mentale, si nous ne croyons pas à notre possibilité d'intention nous dirons que c'est une recombinaison aléatoire d'éléments neurologiques. Cela signifie que nous reconnaissons que ce processus n'est pas déterminé et qu'il existerait dans le cerveau une production incessante de recombinaisons aléatoires. Ainsi, l'anticipation est, par le fait d'être une véritable anticipation, indéterminable. Il reste que l'anticipation ne peut être réduite à un système de recombinaisons aléatoires ; elle n'est pas uniquement indétermination. Elle est davantage, car elle est aussi représentation de ce qui n'est pas, mais pourrait être, et est considéré comme pouvant être. Le déterminisme ne peut donc expliquer l'anticipation. Peut-on estimer que des systèmes automatiques de régulation sont à l'image d'un processus anticipateur ? L'anticipation ne serait-elle qu'un processus déterminé d'adaptation à un objectif, selon des mécanismes de rétroaction ? On pourrait affirmer que tout, dans ce processus cybernétique, semble fait pour anticiper, apparemment, les changements, et y répondre, afin de conserver le système dans un état de fonctionnement. Dans la mesure où le système peut répondre à des

changements pour maintenir le cap, n'est-ce pas identique au maintien d'un but dans des conditions changeantes ?

Analysons cette analogie avec les automates régulés sur une cible. Le terme technique est « asservissement ». Un tel système est capable d'une large gamme de résultats – qu'il s'agisse d'une chaufferie, qui maintient une température prédéfinie, ou d'un engin balistique qui permet d'atteindre un avion en mouvement – car il est asservi, par rétrocontrôle, à la gamme restreinte de résultats attendus. Pour asservir, il faut des degrés de liberté. La machine est conçue pour avoir ces degrés de liberté, et le système d'asservissement focalise cette liberté soit sur une cible mouvante, soit sur une cible stable sachant que les paramètres de l'environnement sont mouvants. Si le système n'avait eu aucun « jeu », aucun degré de liberté, il n'aurait pas été possible de l'asservir, ni de l'obliger à atteindre toujours cette même cible malgré les conditions variables de l'environnement. Dans le cadre de l'intention, orientée vers un but, on peut considérer que l'asservissement, c'est la référence à l'objectif visé. Ainsi en est-il de la température de l'appartement à chauffer, ou de la cible sur laquelle pointe une fusée sol-air.

L'objectif visé n'est jamais défini par la machine, mais par celui qui l'a conçue ou qui l'utilise, lequel, lui, a anticipé les variations pour définir les mécanismes déterminés permettant de rétablir l'état du système sur la cible. Les déterminations pourraient être définies comme « le processus d'asservissement sur la cible », sachant que l'anticipation a permis de définir la cible. Ce processus n'est possible que si des degrés de liberté existent dans le fonctionnement du système, sans pour autant qu'ils définissent ni l'anticipation, ni l'intention. Les degrés de liberté du système permettent l'activité intentionnelle, mais, par eux-mêmes, ne produisent aucune anticipation ; ils sont nécessaires pour pouvoir anticiper, ils ne sont pas suffisants. Le concepteur, lui, a anticipé. La définition de la cible est intentionnelle, les mécanismes de rétroaction sont déterminés.

#### ***2 – 4 – 2 – Le concept de projet est en contradiction avec le déterminisme***

Un postulat de base de la méthode scientifique est que la nature est

objective, non projective<sup>8</sup>. Pour décrypter les mécanismes du vivant, le scientifique ne recherche pas quel est le projet auquel répondraient ces mécanismes, mais comment ils fonctionnent, que ces mécanismes soient ceux d'une bactérie, d'une souris ou d'un homme. Une approche scientifique de l'activité intentionnelle consiste à étudier tous les processus mis en œuvre dans le cadre d'une activité déclarée intentionnelle, identifiable par ses résultats, et répétable, pour en démonter le mécanisme. La répétabilité est une condition essentielle, car pour prévoir un mécanisme selon le déterminisme, il faut que dans les mêmes conditions, avec les mêmes causes, se produisent les mêmes effets. Cette activité, aussi projective soit-elle, ne sera étudiée que sous l'angle du mécanisme de son fonctionnement, selon l'approche déterministe. Ce qui ressortira d'une activité projective, à partir d'une analyse déterministe, et cela même si le projet est clairement établi, ce sera une succession de causes et d'effets, et uniquement cela. Du projet, il ne restera que des éléments intégrés dans une succession de causes et d'effets. En conséquence, il n'y a aucune place pour le concept de projet dans une analyse déterministe. Dans cette analyse, le projet n'existe pas.

### ***2 – 4 – 3 – Selon le déterminisme, tout résultat est prévisible comme enchaînement de causes à effets***

Pour l'approche déterministe, il n'y a pas de résultat qui puisse être obtenu autrement que par une succession de causes et d'effets, ce que j'appellerai une « série déterminée ». Que cette série soit longue, qu'elle soit régulée par des systèmes de rétroaction déterminés, ne change rien à cette conclusion. S'il s'agit d'un mécanisme, d'une succession de causes et d'effets parfaitement identifiables, même s'il y a des effets multiples et des interactions entre phénomènes, à partir du moment où chaque mécanisme peut être totalement décrit et chaque effet prédit, alors, il est possible, au moins en principe, de prévoir le résultat final.

Selon l'approche déterministe, il ne peut y avoir d'indétermination, car cette dernière n'est rien. Tout événement provient de causes parfaitement identifiables, et tout événement entraîne des effets. Les lois qui relient ces causes et ces effets peuvent être découvertes par l'approche scientifique. L'incapacité de fait à prévoir n'est pas une

---

<sup>8</sup> Ce que reconnaît sans ambiguïté un biologiste comme Jacques Monod dans *Le hasard et la nécessité*, Paris, Seuil, col. Point, 1970, p 19

impossibilité de principe. Elle est une incapacité pratique et demande seulement un supplément de travail de recherche pour décrypter l'ignorance qui nous empêche de prévoir. L'imprévisibilité devient la mesure de notre ignorance. Il faut laisser à la recherche le temps de répondre aux questions qui transformeront notre ignorance en connaissance des mécanismes.

#### ***2 – 4 – 4 – Déterminisme biologique et intention sont donc contradictoires***

La contradiction entre déterminisme biologique et intention peut se résumer en deux formules réciproques. Si l'intention existe, il existe une indétermination biologique de principe, et non uniquement de fait ou que nous pourrions qualifier d'opportuniste par l'invocation d'une contingence venue de l'extérieur. Si le fonctionnement biologique du corps humain est totalement déterminé, il ne peut y exister d'indétermination, laquelle est une condition nécessaire à la possibilité d'une intentionnalité.

#### **2 – 5 – C'est un problème, car de nombreux biologistes estiment que le fonctionnement biologique est déterminé**

Je distingue ici la méthodologie scientifique qui pose que ce qui est étudié est déterminé, ou que les éventuelles indéterminations peuvent être traités selon des lois probabilistes, conditions sans laquelle il n'y a pas de recherche scientifique, et la conception qui généralise ce déterminisme à la totalité du fonctionnement vivant, et en particulier à celui de l'homme, à tous les niveaux de son fonctionnement et de son comportement. Il est vrai que la recherche scientifique fondamentale, que ce soit en physique ou en biologie, reconnaît l'aléatoire. C'est-à-dire que, même en science, il faut « faire avec » l'indétermination. Mais nous verrons que les scientifiques contournent le problème en utilisant des outils mathématiques de traitement de l'aléatoire, et que, pour ce faire, ils changent d'échelle et travaillent avec des populations d'éléments définis comme identiques. Dans ces conditions, le comportement de l'élément n'est pas totalement descriptible. Cette indétermination s'est imposée aux scientifiques, elle n'était nullement dans leur représentation initiale du fonctionnement qu'ils étudiaient.

Sans conception déterministe (ou statistique, le cas échéant) du fonctionnement de ce qui est étudié, le travail scientifique d'analyse du

fonctionnement n'est pas possible. Et cela même si le finalisme en biologie s'est avéré, et s'avère toujours, être heuristique<sup>9</sup>. De nombreux scientifiques insistent sur cet aspect avec raison ; l'approche analytique fondée sur la relation mécanique de cause à effet, permet d'expliquer le fonctionnement biologique. On peut constater avec Jean-Pierre Changeux que, dans les progrès en connaissance biologique (ici, spécifiquement neurologique), « *s'impose en premier chef la démarche analytique, qui consiste à « décomposer » substrat anatomique ou fonction en éléments simples. [...] Une autre ligne progressiste consiste à relier faits anatomiques et faits de comportement, à rechercher le substrat matériel d'une fonction, d'abord indépendamment de l'activité nerveuse, puis par son truchement. [...] Enfin, les tentatives physicalistes, qui consistent à rechercher les bases physico-chimiques des fonctions cérébrales, s'avèrent en règle générale fécondes.* »<sup>10</sup>. Ceci permet de supposer que « *tout comportement s'explique par la mobilisation interne d'un ensemble topologiquement défini de cellules nerveuses* »<sup>11</sup>. Et cela permet d'affirmer que « *l'identification d'événements mentaux à des événements physiques ne se présente donc en aucun cas comme une prise de position idéologique, mais simplement comme l'hypothèse de travail la plus raisonnable et la plus fructueuse* »<sup>12</sup>. Ou, exprimé autrement : « *Le neurophysiologiste peut sans doute prendre du recul et dire en philosophe que son réductionnisme n'est pas un pari contre ce qu'il ne voit pas, mais une manière de dire ce qu'il voit.* »<sup>13</sup>

Ceci conduit à trouver, dans la variabilité du fonctionnement biologique (indétermination qui peut être supposée *a priori* comme apparente, sinon illusoire), des modalités qui intègrent celle-ci dans un schéma de type darwinien, lequel évacue l'action intentionnelle. « *Le schéma sélectif, par contre, fait appel à une réflexion supplémentaire. Il procède en deux temps. De plus, il répond à la recherche d'un mécanisme matériel totalement débarrassé de tout aspect « intentionnel ». Il est naturel que, plus compliqué et plus difficile à mettre en œuvre, celui-ci arrive systématiquement en second dans le cours de l'histoire de la pensée scientifique* »<sup>14</sup>. Les schémas probabilistes sont éliminés par principe,

---

<sup>9</sup> Francis Kaplan, *Le paradoxe de la vie*, Paris, La découverte, 1994, p 84-86

<sup>10</sup> Jean-Pierre Changeux, *L'homme neuronal*, Paris, Arthème Fayard, col. Pluriel, 1983, p 49-51

<sup>11</sup> Jean-Pierre Changeux, ouvrage cité, p 333-334

<sup>12</sup> Jean-Pierre Changeux, ouvrage cité, p 334

<sup>13</sup> Jean-Pierre Changeux, ouvrage cité, citation de J.M. Zemb, p 334

<sup>14</sup> Jean-Pierre Changeux, ouvrage cité, p 341

aussi longtemps que c'est possible, dans la pensée scientifique. Le projet biologique de compréhension du fonctionnement humain, parce qu'il est fondé, pour des raisons de méthode, sur le déterminisme biologique, et secondairement, si nécessaire, sur l'analyse probabiliste, est bien un projet qui a pour but d'éliminer tout aspect intentionnel de son analyse du vivant, en général, et de l'homme, en particulier.

On peut arguer que de nombreux biologistes sont plus nuancés, comme par exemple François Jacob : « *Reconnaître l'unité des processus physico-chimiques au niveau moléculaire, c'est dire que le vitalisme a perdu toute fonction. En fait, depuis la naissance de la thermodynamique, la valeur opératoire du concept de vie n'a fait que se diluer et son pouvoir d'abstraction que décliner. On n'interroge plus la vie aujourd'hui dans les laboratoires. On ne cherche plus à en cerner les contours. On s'efforce seulement d'analyser des systèmes vivants, leur structure, leur fonction, leur histoire.[...] c'est à dire qu'on ne peut plus faire de biologie sans se référer constamment au « projet » des organismes, au « sens » que donne leur existence même à leurs structures et leurs fonctions.[...] Aujourd'hui, au contraire, on ne peut plus dissocier la structure de sa signification, non seulement dans l'organisme, mais dans la suite des événements qui ont conduit l'organisme à être ce qu'il est.* »<sup>15</sup>

Cette nuance dans la présentation du travail du biologiste ne prétend pas résoudre la contradiction que pose l'intentionnalité humaine par rapport au déterminisme du fonctionnement biologique. Elle apporte une réponse verbale qui n'engage en rien la méthodologie scientifique, et ressemble plutôt à une concession rhétorique. Elle ne permet pas de comprendre comment l'intentionnalité (le projet, le sens) est possible à partir d'une conception déterministe (même si elle est statistique) qui analyse le fonctionnement des systèmes.

Si le vivant est constitué de fonctionnements déterminés, depuis le niveau moléculaire jusqu'à l'échelle de l'être vivant, la question même de la possibilité d'une action intentionnelle est éliminée. Admettre l'existence d'un projet, de l'intention, et d'une action ayant un but ou un sens, c'est reconnaître la nécessité de l'indétermination. Dans ce contexte, l'être humain ne peut pas être entièrement déterminé selon un fonctionnement matériel, mécanistique, de cause à effet, tel que décrit

---

<sup>15</sup> François Jacob, *La logique du vivant*, Paris, Gallimard, 1970, p 320-321

par le projet scientifique biologique classique (le projet scientifique dit cartésien).



## **Chapitre deux**

### **Contradiction entre déterminisme et intentionnalité**

#### **1 – Il existe deux solutions simples possibles au problème**

Puisqu'il y a contradiction entre deux propositions, la première façon de résoudre le problème est d'affirmer que l'une d'entre elle est fausse. Ceci signifie que soit l'action intentionnelle n'existe pas, elle n'est qu'une illusion, soit c'est le déterminisme biologique complet de l'homme qui est une théorie fausse, ce déterminisme absolu serait une illusion. Examinons l'éventualité de la fausseté d'une des deux propositions.

#### **1 – 1 – L'intention ne joue pas de rôle, c'est à dire qu'il n'y a pas d'action intentionnelle**

Il suffit que l'action intentionnelle n'existe pas pour que le problème soit résolu. L'homme est-il réellement doué de capacité intentionnelle, est-il capable de réaliser des actions intentionnelles, ou cette conception n'est-elle finalement qu'une illusion ? Le problème, ainsi que je l'ai souligné précédemment (chap. 1, 1-1-3), ne concerne pas l'existence d'une intention sans effet, laquelle serait une sorte d'incantation, épiphénomène des mécanismes déterminés cérébraux. Le problème concerne l'existence d'une intention efficace, d'une intention capable de mener à l'action par un effet réel sur les composantes matérielles de notre corps, afin de faire faire à celui-ci ce qui nous permet d'atteindre les buts définis.

S'il n'est nullement possible de prouver l'existence d'au moins une action intentionnelle, la solution au problème est apportée : l'action

intentionnelle n'a aucune réalité.

## **1 – 2 – Il n'y a pas de déterminisme absolu du fonctionnement biologique**

Réciproquement, si l'action intentionnelle est une réalité, la résolution de la contradiction ne peut provenir que de l'impossibilité du déterminisme absolu biologique. Il conviendra d'analyser si le déterminisme absolu biologique est une illusion ou une réalité, et, s'il y a indétermination, où cette dernière peut se situer, en accord avec les modalités d'action de cette intention efficace.

Alors que l'action intentionnelle est ou n'est pas, et il n'existe aucun moyen terme, ce n'est pas vrai du déterminisme. Il peut exister des déterminismes partiels, les scientifiques le savent déjà lorsqu'ils écrivent des équations stochastiques, c'est-à-dire contenant des fonctions aléatoires. En conséquence, la deuxième solution au problème c'est que le déterminisme biologique n'est pas absolu. Selon cette solution, chaque fois qu'une action est intentionnelle, dans ce qui concerne l'intentionnalité de cette action, et non son fonctionnement, il ne peut y avoir d'explication déterministe. Cela ne signifie pas que les mécanismes propres à cette action, une fois engagés par l'intention, ne sont pas déterminés.

Si la réalité de l'action intentionnelle est prouvée, il convient d'étudier comment l'intention peut agir sur des séries déterminées.

## **2 – On ne peut pourtant pas nier l'existence d'une capacité intentionnelle**

On pourrait croire que la dissymétrie des arguments en ce qui concerne l'existence d'une capacité intentionnelle est telle qu'il n'est pas possible de la reconnaître. Il existe des perceptions tenaces qui nous trompent même si nous savons qu'elles nous trompent. L'entêtement des illusions visuelles<sup>16</sup> est une expérience quotidienne, des trompe-l'œil se maintiennent malgré notre analyse prouvant l'illusion de la perception. Ne serait-ce pas le cas pour notre impression d'être intentionnels ? Ne serait-elle qu'un émoi subjectif, qu'il n'est possible ni d'analyser de manière critique ni de prouver par des faits ? Une vague perception de

---

<sup>16</sup> Voir par exemple sur <http://ophtasurf.free.fr/illusions.htm>, *Les illusions d'optique*

réalité qui s'évanouit devant l'expérience méthodique, sans que nous puissions nous séparer de cette illusion ? Le déterminisme en tant qu'exigence de l'esprit a été si fécond depuis quatre siècles que nous avons le droit de douter de la réalité de notre intentionnalité. Par ailleurs, les théories fondées sur l'aléatoire ou la contingence<sup>17</sup> laissent penser que, s'il était certain que le hasard fût une réalité, c'est à dire qu'il n'est pas que « la mesure de notre ignorance », ne serait-il pas concevable que ce que nous croyons être de l'intention ne soit que de la contingence, ou encore du hasard combiné à du déterminisme ?

Je commencerai à exposer les arguments qui conduisent à nier la réalité de l'existence d'une capacité intentionnelle. J'analyserai leurs limites et leurs contradictions et je démontrerai ensuite que nous pouvons valider l'existence de l'intention et montrer qu'elle ne peut pas se réduire à une combinaison de hasard et de nécessité.

## **2 – 1 – Exposé des arguments contre l'existence d'une capacité intentionnelle**

La critique que je qualifie d'objectiviste est fondée sur la reconnaissance de l'efficacité des conceptions déterministes dans le développement de nos connaissances sur les fonctionnements de la nature. Depuis une soixantaine d'année, cette critique s'est enrichie et s'est déplacée en intégrant les théories de l'information, de la cybernétique, la théorie générale des systèmes, et les théories dites de la complexité. Ces théories, qui ont pour but d'expliquer l'organisation du vivant, ont aussi pour ambition de *naturaliser* l'intentionnalité humaine dans cette analyse systémique. Puisque ces conceptions se sont montrés efficaces, qu'elles ont permis un développement spectaculaire de nos connaissances sur le vivant, y compris l'homme, le vivant doit être conçu comme le résultat de mécanismes déterminés, plus ou moins combinés avec des phénomènes aléatoires ou contingents. Comme l'auto-organisation permet de transformer du bruit en ordre, selon des mécanismes combinant déterminisme et aléa, pourquoi les actions, dites intentionnelles, de l'homme ne seraient-elles pas la conséquence des mêmes mécanismes ?

---

<sup>17</sup> En particulier tout le courant de pensée des biologistes évolutionnaires darwiniens et néodarwiniens.

## ***2 – 1 – 1 – On ne conçoit pas comment l'intention peut modifier un processus biologique déterminé***

Si toute action est le résultat des déterminations qui lui permettent d'exister, on ne conçoit pas comment une intention pourrait les modifier. Non seulement l'efficacité de l'intention bouleverserait les mécanismes déterminés, et selon des séquences à ce jour inconnues, mais en outre, on ne voit pas comment ce qui est défini comme projectif pourrait influencer des déterminations objectives et des séries déterminées de cause à effet. L'exemple du conducteur d'une voiture, homologue de l'exemple antique du pilote, montre que le fonctionnement déterminé de la voiture est contrôlé par les organes locomoteurs du conducteur (pieds, mains). Le transfert des mécanismes est déterminé. Il doit en être de même en ce qui concerne le conducteur lui-même, déterminé par ses sens, son fonctionnement, son environnement.

Il y a donc deux arguments qui mènent à refuser l'idée que l'intention ait une efficacité modifiant un processus biologique déterminé. Un fonctionnement déterminé ne peut être influencé par un objectif. Cela reste vrai même si ce déterminisme est extrêmement compliqué et inclut des boucles rétroactives offrant au système constitué de ces boucles déterminées une capacité d'adaptation à un environnement changeant. Après coup, on peut concevoir que tout se passe comme si un objectif avait été réalisé. Dans l'analyse des phénomènes, on ne trouve que des successions de cause à effet. Même en ce qui concerne le cerveau, l'organe le plus complexe de notre fonctionnement corporel, rien ne permet d'affirmer que ce sera impossible en principe. Les scientifiques peuvent affirmer que ce n'est qu'une question de temps et de travail de recherche. Le travail de décryptage neurologique est long et difficile, il demande du temps et beaucoup d'ingéniosité. Mais chaque fois qu'il a été montré une relation directe entre une lésion du cerveau et la perte d'une fonction décrite comme psychique, cela a corroboré une conception déterministe du fonctionnement cérébral. Même si nous avons des arguments pour dire que ce n'est pas une preuve, en tout cas, il n'y a pas eu de contradiction définitive. L'analogie entre l'analyse génétique par l'obtention de mutants déficients en la fonction examinée, et l'analyse du fonctionnement du psychisme par l'étude des lésions cérébrales, est souvent montrée comme preuve du déterminisme psychique, à l'égal des preuves du fonctionnement déterministe génétique. Le psychisme, même

dans sa composante présumée intentionnelle, serait déterminé par le soubassement cérébral, lui-même déterminé.

Selon le deuxième argument, on ne peut imaginer par quel modèle physique l'intention pourrait agir, sans contredire le principe de la conservation d'énergie. L'intention ne pouvant être pensée ni comme objet matériel, ni comme fonction spatialement positionnée, on ne sait pas définir son mode de fonctionnement en rapport avec les objets matériels dont est formé un être vivant. Dans l'impossibilité de concevoir, de manière claire et explicative, une modalité d'action de l'intention sur le fonctionnement neuronal, autant, selon le principe du rasoir d'Ockham, éliminer cette hypothèse. L'hypothèse déterministe est la plus simple, il faut la garder, et éliminer celle qui suppose l'efficacité de l'intention, laquelle pose de nouveaux problèmes à ce jour insolubles et n'offre pas de concepts utiles pour le développement des connaissances scientifiques.

### ***2 – 1 – 2 – La croyance en l'existence de l'intention est accessoire et sans conséquence***

Le fait de pouvoir définir le mot « intention » et de débattre de la réalité de ce qu'il recouvre, signifie que ce mot a un sens pour nous, mais décrit-il un existant ? L'intention peut exister dans le sens de la croyance qu'on en a. Nous ne pouvons douter de l'existence d'une croyance, nous ne pouvons conclure de cette croyance à l'existence de *l'action* intentionnelle. Nous avons tous vécu l'expérience de croyances qui se sont avérées fausses. L'existence d'une croyance, générale chez presque tous les sujets, en l'action intentionnelle, et en particulier en la sienne propre, ne peut être considérée comme une preuve que l'action intentionnelle existe. Cela signifie qu'il peut y avoir des intentions, inactives, ou inefficaces, qui ne donnent pas lieu à des actions intentionnelles. Nous pouvons ainsi considérer la croyance en l'existence de l'action intentionnelle comme une sorte de modèle-type de l'intention inactive : une représentation qui peut être verbalisée, mais qui n'entraîne pas de conséquence en termes d'action.

Comment expliquer cette croyance, demandera-t-on ? Ce que j'appelle « action intentionnelle » n'apparaît pas évident dès la naissance de l'individu, et encore moins durant le développement du fœtus. Peu après la naissance, le réflexe de succion n'est pas une intention, c'est un

mécanisme précis, enraciné phylogénétiquement dans la lignée des vertébrés, homologue du mouvement branchial des têtards. Sa conséquence est la survie du tout petit. De nombreux comportements de petits enfants, avant qu'ils ne parlent, nous laissent croire qu'ils sont intentionnels, ce qui peut être considéré comme une projection de notre propre croyance sur le comportement d'autrui. Ces analogies peuvent être trompeuses. L'âge à partir duquel l'action intentionnelle chez un enfant est identifiable dépend des auteurs. Mais personne n'imagine qu'il le soit lorsqu'il est sous forme embryonnaire, par exemple deux mois après la fécondation. On trouve chez les animaux de très nombreux exemples de comportements analogues qu'on pourrait croire intentionnels et pour lesquels l'analyse démontre un déterminisme fondé sur un système neuronal s'apparentant à des arcs réflexes. Un chien creuse la terre pour y cacher un os, on admire son intelligence. Se met-il à gratter le carrelage de la maison de son maître de la même manière ? On en déduit que c'est un mécanisme sans finalité.

Nous passerions, durant le développement embryonnaire, fœtal, puis postnatal, d'une absence d'action intentionnelle à la capacité à agir intentionnellement. Ce que nous croyons être une capacité à l'action intentionnelle serait une conséquence déterminée de notre développement. De là à supposer que notre intentionnalité est la conséquence d'un développement biologique, et qu'elle n'est qu'une apparence, un épiphénomène, c'est la conclusion la plus simple. Nous croyons à une intentionnalité alors qu'il ne s'agit que d'une croissance de l'adaptabilité de l'individu dans le cadre de son développement, développement indéniable que nous traduisons subjectivement par la possibilité à agir intentionnellement. C'est le développement sociobiologique de l'individu qui le conduit à exprimer ce que nous considérons comme de l'intention, alors que celle-ci n'est que l'apparence illusoire d'un développement organique réagissant aux stimulations de son environnement, et intégrant grâce à ses sens les mécanismes adaptatifs permettant sa survie.

Si nous adhérons à la croyance de notre capacité à agir intentionnellement, nous prendrions pour réel ce qui n'est qu'un épiphénomène, ainsi que l'affirme Arthur Hannequin. « [...] sur notre machine, dont la conscience n'est qu'un reflet ou qu'un retentissement, la conscience ne peut rien. À peine est-il permis de dire qu'elle soit un

*phénomène, puisqu'en effet ni sur l'organisme qui lui échappe, ni sur elle-même, toujours déterminée par le dehors, elle n'exerce aucune influence. Elle n'est plutôt qu'une face subjective, ou que l'envers du phénomène réel ; elle en est l'élément « accessoire ou surajouté », si bien qu'elle n'est en son vrai nom, inventé par Maudsley, qu'un épiphénomène »<sup>18</sup>.*

### **2 – 1 – 3 – L'intention n'agit donc pas, elle est un phénomène secondaire**

De nombreux auteurs ont affirmé que l'intention ne pouvait agir sur le corps, pour des raisons presque toutes fondées sur l'analyse objective déterministe. Il serait fastidieux de les présenter tous. Je ne présenterai pas les débats des philosophes de la logique et du langage (Frige, Russel, Quine, Chisholm,...). Je donnerai ici une synthèse de quelques analyses s'enracinant sur la biologie, en choisissant des auteurs suffisamment récents, à partir de l'époque où la biologie acquiert le statut de science.

L'exposé condensé des dix auteurs cités ci-après montre une évolution dans la pensée des scientifiques les plus récents, par rapport à leurs prédécesseurs. La négation de l'efficacité de l'intention sur le corps devient plus ambiguë, car tout en étant niée, elle est également reconnue, de manière implicite, mais considérée comme provenant directement et mécaniquement du corps, voire produite de manière déterminée ou aléatoire par le corps.

#### *2 – 1 – 3 – 1 – L'homme machine de La Mettrie*

Dans l'homme machine (1747)<sup>19</sup>, Julien Offray de La Mettrie affirme que « *ce n'est pas être philosophe, que de rougir avec Pline, de la misère de notre origine* ». Il vaut mieux une âme de boue, c'est-à-dire produite par la matière, capable de découvrir les rapports et les suites d'une infinité d'idées, qu'une âme sotte et stupide qui serait faite des éléments les plus précieux. Par-là, il identifie l'âme à la matière, ou au moins la considère comme un produit de cette dernière.

La Mettrie constate que les maladies peuvent profondément changer l'âme. Il a constaté qu'un soldat, dont le bras est coupé, le

---

<sup>18</sup> Arthur Hannequin, *Introduction à l'étude de la psychologie*, Paris, Masson, 1890, p 31

<sup>19</sup> Julien Offray de La Mettrie, *L'homme machine*, texte entièrement accessible sur: [http://www.fh-augsburg.de/~harsch/gallica/Chronologie/18°siecle/LaMettrie/met\\_hom3.html](http://www.fh-augsburg.de/~harsch/gallica/Chronologie/18°siecle/LaMettrie/met_hom3.html)

ressent comme s'il était présent. Il en conclut que « *l'imagination se bouche avec les viscères ; et de là naissent tous ces singuliers phénomènes de l'affection hystérique et hypocondriaque* ». Il remarque que l'effet du sommeil ressemble à une parfaite apoplexie ; si une bombe tombe sur un soldat endormi « *il sentira peut-être moins ce coup qu'un insecte qui se trouve sous le pied. [...] L'âme et le corps s'endorment ensemble.* » La Mettrie montre que de nombreux produits absorbés par le corps changent notre perception subjective. « *L'opium change jusqu'à la volonté ; il force l'âme qui voulait veiller à se divertir, d'aller se mettre au lit malgré elle.* »

Il en déduit que notre subjectivité est dépendante de l'état du corps. « *Le corps humain est une machine qui monte elle-même ses ressorts ; vivante image du mouvement perpétuel. Les aliments entretiennent ce que la fièvre excite. Sans eux l'âme languit, entre en fureur, et meurt abattue. C'est une bougie dont la lumière se ranime, au moment de s'éteindre. Mais nourrissez le corps, versez dans ses tuyaux des sucres vigoureux, des liqueurs fortes ; alors l'âme, généreuse comme elles, s'arme d'un fier courage, et le soldat que l'eau eût fait fuir, devenu féroce, court gaiement à la mort au son des tambours. [...] On dirait en certains moments que l'âme habite dans l'estomac, et que Van Helmont en mettant son siège dans le pyllore, ne se serait trompé, qu'en prenant la partie pour le tout.* »

Il constate ce que nous savons maintenant, que les divers états de l'âme sont corrélatifs de ceux du corps et que les structures fines du cerveau sont si fines que « *Un rien, une petite fibre, quelque chose que la plus subtile anatomie ne peut découvrir, eût fait deux sots, d'Erasmus et de Fontenelle, qui le remarque lui-même dans un de ses meilleurs dialogues.* » La Mettrie ne pouvait, en son temps, exprimer une position qui décrirait le corps comme seule réalité d'un être vivant, homme inclus. Il ressort néanmoins de son texte que l'autonomie d'une intention consciente est impossible, puisque déterminée par le corps comme machine. Elle est à la fois déterminée par son fonctionnement, et sensible aux déterminations de son environnement, qu'il s'agisse d'aliment ou de climat.

## *2 – 1 – 3 – 2 – La pensée conçue comme sécrétion du cerveau selon Cabanis*

Dans son ouvrage intitulé *Rapports du physique et du moral chez l'homme* (1802), Pierre Cabanis conclut : « *Nous concluons avec la même certitude que le cerveau digère en quelque sorte les impressions : qu'il fait*



*organiquement la sécrétion de la pensée.»<sup>20</sup>*

Cabanis considère que l'influence du moral sur le physique n'est que l'influence du système cérébral sur les autres organes. Soit l'intention consciente n'est pas autre chose qu'un épiphénomène sans action autonome sur le corps, soit elle est un produit du corps lui-même. Cette deuxième position, qui nie le déterminisme biologique, puisque cela revient à déplacer le problème, ne semble pas, tout au moins dans cet écrit, être le point de vue de Cabanis. Dans l'analyse de Cabanis apparaît déjà une contradiction propre au point de vue qui affirme le déterminisme de la pensée comme produite par le cerveau. Si la pensée est un produit, comme le serait la sécrétion de n'importe quelle glande, elle doit être matérielle, malgré les apparences. Elle peut donc agir sur le corps, démontrant ainsi son autonomie. Cabanis a ainsi plus tard évolué hors du courant de la pensée déterministe.

### *2 – 1 – 3 – 3 – Déterminisme et épiphénoménisme selon Le Dantec*

*Pour Félix Le Dantec « Les déterministes ont pour eux tous les cas où une étude scientifique a été possible ; leurs adversaires sont encore dans l'attente d'une seule observation au cours de laquelle le déterminisme serait pris en défaut ; mais ils ne se considèrent pas pour autant comme escomptant les découvertes futures ; ils s'appuient sur les vieilles croyances, et, comme ces vieilles croyances sont, en vertu de la loi de l'habitude, sympathiques à l'homme, ils ont naturellement presque tout le monde avec eux. Grand bien leur fasse ! Je reconnais volontiers pour mon compte qu'il y a une part d'hypothèse dans la théorie de la conscience épiphénomène, du moins quand elle est exprimée avec des détails précis, car, dans l'ensemble, elle me paraît une conséquence nécessaire de la découverte progressive du déterminisme biologique. De plus, la constatation d'un parallélisme remarquable entre la loi objective de l'habitude résultant de la contrainte d'une part, et, d'autre part, la loi subjective du passage du conscient à l'inconscient, me paraît une démonstration bien forte en faveur de la conscience épiphénomène »<sup>21</sup>.*

Il poursuit plus loin : *« Celui qui croit à la valeur de la biologie positive complète NE PEUT éviter d'accepter la théorie de la conscience épiphénomène ou, si l'on veut, du parallélisme psychophysiologique que j'ai*

---

<sup>20</sup> Pierre-Jean-George Cabanis, *Œuvres philosophiques de Cabanis*, première partie, Paris, PUF, 1956, p 196

<sup>21</sup> Félix Le Dantec, *La mécanique de la vie*, Paris, Flammarion, 1924, p 38

*exposé, il y a quelques années dans un livre de la collection de philosophie scientifique [...]. Cette théorie se résume en ceci : la conscience de l'homme se construit avec des éléments de conscience, comme sa structure matérielle se construit avec des éléments de matière. L'apparence de liberté à l'échelle humaine résulte d'un déterminisme absolu à l'échelle protoplasmique, comme les orages, qu'on ne peut prévoir, résultent de phénomènes physiques. »<sup>22</sup>*

La conscience intentionnelle ne peut donc être conçue, vis à vis de la mécanique du corps, que comme le bruit du moteur, vis à vis du fonctionnement de ce dernier. Il s'y ajoute comme épiphénomène, sachant que le moteur fonctionnerait très bien sans ce sous-produit de son activité. Ce qui fonctionne, ce sont les mécanismes biologiques des hormones, de la circulation, du métabolisme, dans lesquels la conscience n'entre pas en jeu comme cause. Croire à l'action du bruit du moteur sur le fonctionnement du moteur est une illusion. Dans ce sens, la seule réalité est la chaîne des processus mécaniques de la physiologie, processus qui sont déterminés, même s'il pourrait exister de l'aléatoire. Les phénomènes mécaniques se produisant dans le corps sont ainsi accompagnés ou non d'un phénomène conscient, sorte de reflet dénué d'importance, comme le bruit pour le moteur, sans que cela puisse avoir un effet sur le fonctionnement. Le Dantec mène jusqu'au bout la logique déterministe et en tire les conséquences : l'intentionnalité est impossible.

#### *2 – 1 – 3 – 4 – Les théories du conditionnement de Pavlov à Skinner*

Célèbre pour son étude du réflexe conditionné, Ivan Petrovitch Pavlov introduit le concept d'activité nerveuse supérieure, qu'il étudiera selon l'approche biologique expérimentale. Après avoir validé le concept de réflexe conditionné sur des chiens, il l'expérimenta sur des êtres humains<sup>23</sup>. Il apparaît que le réflexe conditionné s'établit, chez un être humain, sans conscience et sans implication de l'intentionnalité. Selon Pavlov, le terme réflexe se rapporte à toutes réponses ou à toutes incitations d'un animal possédant un système nerveux, les plus complexes ou subtiles soient-elles. L'écorce cérébrale est conçue comme « *une mosaïque constituée d'un nombre incalculable de points séparés ayant un rôle physiologique déterminé à un moment donné* »<sup>24</sup>.

---

<sup>22</sup> Félix Le Dantec, ouvrage cité, p 145

<sup>23</sup> Ivan Petrovitch Pavlov, *Les réflexes conditionnés*, Paris, Alcan, 1927,1932, PUF, 1977

<sup>24</sup> Ivan Petrovitch Pavlov, *Leçons sur l'activité du cortex cérébral*, Paris, Legrand, 1929, p 216

Pavlov définit les phénomènes de conscience comme des manifestations, dans une région donnée des hémisphères cérébraux, d'une excitabilité optimale. « *Je ne nie pas la psychologie, en tant que connaissance du monde intérieur de l'homme* »<sup>25</sup> affirme néanmoins Pavlov. Il reste que l'intentionnalité en tant que telle est évacuée de ses programmes de recherche et niée dans ses effets.

Burrhus Frederic Skinner définit son champ de recherche et de réflexion comme la psychologie de l'ensemble des organismes, des protozoaires à l'être humain<sup>26</sup>. Il pose une absence de spécificité de l'espèce humaine. Par le concept de conditionnement opérant et la mise en place de la « boîte de Skinner », il étudie le conditionnement d'actions et non uniquement le conditionnement de réactions passives. Contrairement au réflexe conditionné classique, le réflexe conditionné opérant étudie les réponses dites « volontaires » de l'organisme. Dans le conditionnement classique (Pavlov), la probabilité de réponse est élevée, alors que, dans le conditionnement opérant, la probabilité de réponse est faible au début et augmente progressivement à mesure que le conditionnement s'installe. Tandis que le conditionnement classique est expliqué par la continuité et la simultanéité, le conditionnement opérant fait appel aux concepts de renforcement et implique une intégration dans le comportement des conséquences de l'action entreprise.

Fondé sur l'analyse expérimentale du comportement, le conditionnement opérant n'aurait pas besoin d'explication autre que déterminée ; il n'a, apparemment, pas besoin de faire appel à l'intentionnalité. Skinner reconnaît que faire appel à une capacité intentionnelle pour analyser le comportement humain relève du « miracle », ce miracle de l'action directe de la conscience intentionnelle sur le corps matériel. S'agissant du comportement de ceux qui modifient la société ou apportent quelque chose de nouveau, il remarque : « *Une petite partie de leur comportement peut être exceptionnelle, parfois d'une façon dramatique, et il faudra rechercher des causes exceptionnelles dans leur histoire individuelle. (Ce n'est pas une explication, naturellement, d'attribuer leurs contributions originales au don de l'homme autonome d'accomplir des miracles).* »<sup>27</sup>

---

<sup>25</sup> Ivan Petrovitch Pavlov, *Les réflexes conditionnés*, p 109

<sup>26</sup> Burrhus Frederic Skinner, *The behavior of organisms*, New York, Appleton-century, 1938

<sup>27</sup> Burrhus Frederic Skinner, *Au-delà de la liberté et de la dignité*, Paris, Laffont, 1971, p 152

Le conditionnement opérant n'évacue, ni de principe, ni de fait, l'intentionnalité. Skinner comprend que même si le résultat de l'apprentissage peut être analysé comme un mécanisme entièrement déterminé, fondé sur des séquences répétées, le comportement qu'il étudie ressemble sur de nombreux aspects à une capacité d'action anticipatrice. Il semble que Skinner se soit bien gardé de généraliser ses résultats, obtenus le plus souvent sur des animaux, en niant toute intentionnalité. Il remarque que « *Le contrôle réciproque n'est pas nécessairement intentionnel, ni dans l'une, ni dans l'autre direction ; il le devient quand les conséquences se font sentir.* »<sup>28</sup> Skinner ne nie pas explicitement l'intentionnalité ; plus subtilement, il évite de débattre sur ce sujet.

Il enlève donc tout rôle opérant à l'intentionnalité, c'est-à-dire qu'il nie implicitement qu'elle puisse être efficace et explicative du comportement (ce serait un miracle). Mais, contrairement au réflexe conditionné classique, le réflexe conditionné opérant étudie les réponses dites « volontaires » de l'organisme. C'est-à-dire que le réflexe opérant est construit sur la reconnaissance de fait qu'un animal peut agir selon une fin. Ce serait l'intégration dans le système nerveux d'une fin recherchée par l'animal qui le conduit à agir et à appuyer sur un levier.

Même si l'action pour atteindre une fin chez un rat ou un pigeon ne peut probablement pas être identifiée à l'action intentionnelle, car rien ne prouve qu'elle est l'effet d'une représentation d'un but, il reste que l'approche prétendue déterministe de Skinner est fondée sur la capacité d'un animal à intégrer une expérience pour agir afin de la retrouver. Comment cela est-il possible sans indétermination ? Dans le conditionnement classique (Pavlov), la probabilité de réponse est élevée, alors que, dans le conditionnement opérant, la probabilité de réponse est faible au début et augmente progressivement à mesure que le conditionnement s'installe. Il s'agit d'un apprentissage, lequel n'est possible qu'avec un minimum d'indétermination au départ puisque la probabilité de réponse correcte croît avec le temps.

## 2 – 1 – 3 – 5 – *L'illusion de la volonté consciente selon Wegner*

Pour Daniel M. Wegner<sup>29</sup>, les résultats apportés par les

---

<sup>28</sup> Burrhus Frederic Skinner, ouvrage cité, p 207

<sup>29</sup> Daniel M. Wegner, *The illusion of conscious will*, Cambridge (MA), MIT Press, 2002

neurosciences et les sciences cognitives conduisent à conclure que la conscience n'existe pas et que le libre-arbitre est une illusion. En ce qui concerne notre objet, l'action intentionnelle, pour Wegner, elle est aussi une illusion. L'homme est identifiable à un robot très complexe, et un jour nous serons capables de réaliser un robot, entièrement déterminé, qu'il ne sera pas possible de différencier, en termes d'action intentionnelle, d'un homme.

L'argumentaire de Wegner n'a finalement rien de nouveau par rapport à ceux de tous les déterministes qui l'ont précédé. Son argumentation est identique à celle de Le Dantec. Il suffit d'affirmer que notre activité apparemment intentionnelle n'est que le résultat des déterminismes cérébraux et de ce que l'on nomme « déterminismes cognitifs ». Ces derniers peuvent être décrits comme une projection des mécanismes déterministes matériels sur le plan psychique. Comme Le Dantec, Wegner résout le problème en niant catégoriquement l'existence d'une activité intentionnelle.

### 2 – 1 – 3 – 6 – *L'homme neuronal de Changeux*

On pourrait croire qu'il n'y a rien de nouveau conceptuellement parlant, dans la position de Jean-Pierre Changeux, par rapport à celle des auteurs ci-dessus cités. La nouveauté vient que cette critique se fonde plus précisément sur la description des nouvelles déterminations découvertes dans le fonctionnement du cerveau. Il écrit : « *Les opérations sur les objets mentaux et surtout leurs résultats, seront « perçus » par un système de surveillance composé de neurones très divergents, comme ceux du tronc cérébral, et de leurs réentrées. Ces enchaînements et emboîtements, ces « toiles d'araignée », ce système de régulations fonctionneront comme un tout. Doit-on dire que la conscience émerge de tout cela ? Oui, si l'on prend le mot « émerger » au pied la lettre, comme lorsqu'on dit que l'iceberg émerge de l'eau. Mais il nous suffit de dire que la conscience est ce système de régulations en fonctionnement. L'homme n'a dès lors plus rien à faire de l'« Esprit », il lui suffit d'être un Homme Neuronal. »<sup>30</sup>*

Changeux ne nie donc pas clairement l'intentionnalité (cf ci-dessus, 1-3-4), il semble qu'il la considère comme partie intégrante du fonctionnement neuronal. C'est ce qui apparaît dans certaines de ses

---

<sup>30</sup> Jean-Pierre Changeux, *L'homme neuronal*, Paris, Fayard, col. Pluriel, 1983, p 211

prises de positions. Il cite Edward Tolman qui introduisit, dans le monde de la neurobiologie du système nerveux central, durant les années 30, alors que les théories béhavioristes avaient de nombreux partisans, les notions d'anticipation, de comportement intentionnel : « *Selon lui, il se passe quelque chose dans la « boîte noire ». Des opérations internes s'y développent spontanément, qui ne se manifestent pas immédiatement ni systématiquement par un comportement, mais vont orienter celui-ci. Il s'agit là d'un changement dans la conception de la relation entre cerveau et psychisme. Au lieu de concevoir le cerveau comme fonctionnant suivant le schéma « entrée/sortie » qui est celui de l'ordinateur standard, on considère au contraire notre système nerveux central comme un système projectif, qui projette en permanence ses hypothèses sur le monde extérieur. Il les met à l'épreuve. Il donne du sens, parfois, à ce qui n'en a pas* »<sup>31</sup>

Pour accepter cette conclusion, nous devons ajouter à l'indétermination, nécessaire pour qu'une intention puisse s'exprimer, la capacité à exprimer un objectif et à le réaliser, ce qui est la définition même de l'activité intentionnelle. Dans ce texte, Jean-Pierre Changeux définit l'intention par elle-même, reconnaissant implicitement l'impossibilité à la définir comme une conséquence déterminée. Il la montre présente dans le fonctionnement cérébral, ce qui suppose qu'elle n'est pas ajoutée mais incluse dans le fonctionnement vivant. Nous pouvons en conclure, en suivant le raisonnement de Changeux, que le fonctionnement vivant ne peut pas être entièrement déterminé. Le problème est posé, implicitement, mais n'est pas abordé.

À la différence de Le Dantec, qui nie radicalement l'intentionnalité, Changeux la pose comme produite par les déterminations neuronales. Il rejoint l'analyse de Cabanis. Cela revient soit à nier l'existence de l'intention, soit à reconnaître à la matière biologique, et ici à la matière cérébrale, des qualités qui lui permettent de dépasser le déterminisme. Il est frappant qu'à la lecture de Changeux on n'arrive pas à savoir laquelle des deux solutions a la préférence de ce scientifique. S'il était conforme à sa position qu'il affirme matérialiste, il devrait nier formellement l'existence d'une intention efficace.

Il reste qu'il ne décrit pas l'intention consciente comme active sur le corps, puisqu'il admet que la capacité intentionnelle est d'origine

---

<sup>31</sup> Jean-Pierre Changeux, Paul Ricœur, *La nature et la règle*, Paris, Odile Jacob, 1998, p 56

corporelle et qu'elle émerge, de fait. Il la considère comme une propriété soit de la matière vivante, soit d'une partie de celle-ci. Ceci revient à considérer que l'intentionnalité en tant que telle est un épiphénomène, à moins de changer radicalement de conception sur le vivant. La solution de Changeux, jamais clairement explicitée, est, en réalité, soit une négation de l'intention, soit une négation du déterminisme biologique. Comme Changeux s'exprime toujours comme un chaud partisan du déterminisme biologique, sa position peut être considérée comme une négation implicite de la capacité intentionnelle efficace, malgré ce qu'il en dit.

### *2 – 1 – 3 – 7 – Auto-organisation et interactions avec l'environnement selon Atlan*

Les contours de la pensée de Henri Atlan sont encore plus difficiles à décrire que ceux de la pensée de Changeux, car, en se fondant sur les théories de la physique des systèmes complexes, il laisse croire pouvoir expliquer ce qu'il nomme indifféremment « conscience volontaire » ou « volonté consciente » à partir d'interactions dont une part est reconnue indéterminée. Je me réfère ici au « premier Atlan », en référence à son livre *le cristal et la fumée*, sans tenir compte de son évolution dans les livres suivants, ce qui a pour conséquence de caricaturer sa pensée.

Au nom d'une pensée qui déclare concevoir la complexité et l'auto-organisation, Atlan récuse d'abord le déterminisme. « [ ...] nous ne pouvons plus souscrire à la conception purement déterministe déjà ancienne suivant laquelle ces sensations d'autonomie ne seraient que pure illusion, dans la mesure où tout ne serait que réalisation d'un programme déterminé à l'avance lors de la constitution de notre appareil génétique : l'idée que ce programme contiendrait toutes les réponses prévues à l'avance à telle ou telle stimulation, le tout étant le produit de chaînes de causes et d'effets, dont la cause première pourrait être trouvée, théoriquement dans les mouvements des particules élémentaires, est une séquelle du déterminisme mécaniste de Laplace. Cette conception est encore vivace chez nombre de biologistes alors qu'elle a déjà disparue de la physique des systèmes complexes, où le rôle des fluctuations aléatoires doit toujours être pris en considération. »<sup>32</sup>

Mais, plus loin, au nom de la contingence et de l'auto-organisation, il nie l'efficacité de l'intention : « En effet, les choses qui arrivent sont

---

<sup>32</sup> Henri Atlan, *Entre le cristal et la fumée*, Seuil, col. Point, Paris, 1979, p 136-137

*rarement celles que nous avons voulues. Il semble que ce ne soit pas nous qui les fassions, alors même que nous savons que c'est nous qui les avons faites. Et cela ne devrait pas nous étonner puisque nous ne nous sentons vouloir qu'avec une partie de nous-mêmes – la conscience volontaire – alors que nous faisons avec le tout de nous-mêmes. Or ce tout de nous-mêmes semble nous échapper, et s'enfonce de plus en plus dans l'abîme de l'inconnu au fur et à mesure que l'inconscient se dévoile – quand il se dévoile. C'est que ce tout, en fait, ne peut pas être connu – rendu conscient – en tant que force agissante orientée vers le futur pour la bonne raison qu'il se constitue au fur et à mesure qu'il agit, de façon imprévisible, déterminée entre autres par les agressions contingentes – mais indispensables – de l'environnement. Autrement dit, le véritable vouloir, celui qui est efficace parce que celui qui se réalise – le pseudo « programme » tel qu'il apparaît a posteriori –, le véritable vouloir est inconscient. Les choses se font à travers nous. Le vouloir se situe dans toutes nos cellules, au niveau très précisément de leurs interactions avec tous les facteurs aléatoires de l'environnement. »<sup>33</sup>*

Atlan à la fois nie la réalité de l'intention, mais en même temps la reconnaît de manière ambiguë, implicite, tout en la positionnant dans le corps et en la déclarant inconsciente, ce qui est conforme à ce positionnement corporel. Cette « intention » que le sujet ne se représente pas, qu'Atlan positionne ici au niveau cellulaire voire moléculaire, est bien différente d'une intentionnalité telle que nous l'avons définie ici. La question est : pourquoi emploie-t-il le même mot pour dire au moins deux concepts différents selon les moments ? Une « intention inconsciente » est un oxymore, sauf, peut-être, si elle est, après coup, devenue inconsciente parce que automatisée. Mais est-ce encore, alors, une intention ? Les références aux théories des systèmes lui permettent d'introduire l'aléatoire, mais sans que cela modifie, finalement, le point de vue qui consiste à dire que les possibilités d'utilisation de l'aléatoire sont déterminées par la structure du système, et nullement liées à une intentionnalité. Il existe certes de l'indétermination, mais ce n'est pas pour autant de l'intention. Laisser supposer que l'intention pourrait se déduire de l'auto-organisation pose un réel problème de concevabilité.

La difficulté propre à l'appréhension des concepts présentés par Atlan se retrouve avec les tenants de la pensée dite « complexe » ou

---

<sup>33</sup> Henri Atlan, ouvrage cité, p 140



« systémique ». Ainsi en est-il de la synthèse saisissante présentée par Miora Mugu-Schächter : « *Dès qu'il s'agit du vivant, l'artificiel dans la distinction entre cause et but devient frappant. La pensée « systémique » met en évidence l'importance décisive, pour tout être ainsi que pour ces méta-êtres que sont les organisations sociales, des modélisations pragmatiques, des « conceptions » induites par des buts subjectifs, qu'on place dans le futur mais qui façonnent les actions présentes. Ces buts, liés à des croyances et à des anticipations, rétroagissent sur l'action au fur et à mesure que celle-ci en rapproche ou en éloigne, cependant que l'action, en se développant, modifie les buts. Il en résulte une dynamique complexe dépendante de sa propre histoire et du contexte et qui requiert une approche cognitiviste et évolutionniste.* »<sup>34</sup> Dans cette exposition représentative des tenants de la « pensée complexe », la possibilité que la représentation d'un but puisse être cause – c'est à dire cause efficiente, nécessaire et suffisante – est considérée comme allant de soi, alors que c'est bien le problème. De plus, que l'action, en se développant, puisse être cause – dans le même sens – de la modification du but, est également considéré comme allant de soi, alors que c'est aussi un problème. À ces deux problèmes non considérés, mais admis comme des faits, élevés au rang d'évidence quasi « principielle », s'ajoute une indifférenciation, considérant ces deux causes comme étant de même nature, cause efficiente nécessaire et suffisante, ce qui est une hypothèse gratuite. L'existence d'une capacité représentative et intentionnelle est aussi prise comme allant de soi, produite on ne sait comment par les résultats des actions, alors que son intégration reste un problème, dans un système déterminé à son échelle – et ce même si ces déterminations résultent de comportements aléatoires des grands nombres de molécules – et soumis à des pressions aléatoires de l'environnement.

Dans cette approche « systémique », on résout les problèmes conceptuels en constatant que « ça marche », on s'affirme non déterministe, mais l'exposition des problèmes revient à dire l'inverse, car l'aléatoire reconnu est juste une reconnaissance de fait de l'autonomie des éléments, des molécules, des individus, etc... La reconnaissance du fait observé est considérée comme une explication et les contradictions de fait, ramenées au rang de principe de fonctionnement, sont

---

<sup>34</sup> Miora Mugu-Schächter, *Les leçons de la mécanique quantique : vers une épistémologie formalisée*, Le débat, n°94, mars-avril 1997

transformées en « preuve » de la complexité. Il s'agit, en réalité, de la preuve d'une inconcevabilité sur laquelle on ne veut pas se pencher ou que l'on ne veut pas reconnaître. La théorie de la complexité devient le cache-misère de l'incapacité à avouer les contradictions que l'on ne veut pas affronter.

Il ne s'agit pas de caricaturer une pensée très élaborée, impossible de résumer en un paragraphe, mais de montrer que, dans l'opposition entre déterminisme et intentionnalité, malgré les subtilités de l'expression, non seulement l'opposition entre déterminisme (même combiné avec l'aléatoire) et intentionnalité n'est pas clairement posée, mais que, s'il fallait choisir, je présume que c'est le déterminisme qui serait choisi.

### *2 – 1 – 3 – 8 – L'interprétation évolutionniste de l'activité intentionnelle selon Dennett*

C'est sans doute avec une pensée comme celle de Daniel C. Dennett<sup>35</sup> que les négations de la contradiction entre déterminisme et action intentionnelle atteignent leurs plus grandes subtilités, ce qui demande une adresse verbale particulière pour réaliser l'élaboration de véritables « tours de passe-passe ». Dennett refuse d'entrée l'hypothèse selon laquelle l'action intentionnelle serait une simple illusion. En darwinien convaincu, il a cherché à démontrer que des complexités imprévisibles pouvaient résulter de l'algorithme darwinien désormais classique associant hasard et sélection. Il constate l'évolution, et, puisqu'elle a eu lieu, il affirme que la raison de la complexité du vivant vient de sa valeur sélective. Il va de soi que ce n'est pas parce qu'une caractéristique a une valeur sélective que la sélection est la cause de son apparition, ce que savent bien les théoriciens de l'évolution, et Dennett avec eux. Tous les sélectionnistes en conviennent mais n'en tirent pas toujours les conséquences en ce qui concerne la capacité à l'action intentionnelle. Dennett alterne les deux types de propositions qui, pour les premières, sont des présentations du déterminisme scientifique, et pour les secondes, sont des reconnaissances de la capacité intentionnelle à partir de laquelle un principe de responsabilité peut être élaboré.

Il semble que l'objectif de Dennett, dans *Freedom Evolves*, consiste à chercher à convaincre que ce qu'il nomme libre-arbitre et

---

<sup>35</sup> Daniel C. Dennett, *Freedom Evolves*, New York, Viking Press, 2003

conscience sont parfaitement compatibles avec une conception évolutionniste forte, laquelle inclut autant la nature que la société. Reconnaissant que la question du non-déterminisme opposé au déterminisme reste cruciale, il estime qu'elle peut se résoudre par une perspective évolutionniste. Il pose ainsi que, dans le cours de l'évolution, l'homme aurait acquis des possibilités de liberté qui lui permettent de s'affranchir dans certaines limites des déterminations propres à la matière et aux formes les plus simples des êtres vivants. Il s'agirait d'un aspect particulier de l'émergence, ou apparition du complexe (ici identifié avec la conscience et le libre-arbitre) à partir du simple, telle que postulée par la théorie darwinienne. Le mot « émergence » devient le tour de passe-passe – qui conduit à confondre la reconnaissance d'un fait avec une explication – permettant d'ignorer que cela n'a nullement résolu la contradiction. Car, afin de préciser sa pensée, Dennett insiste sur le concept d'adaptation darwinienne, génétique ou culturelle, qui se construit à partir de la capacité des êtres vivants à éviter les risques du monde et à profiter de ses opportunités. Cela signifie qu'au terme d'« émergence », Dennett rajoute une propriété générale qu'il reconnaît au vivant, laquelle ne peut être décrite en termes de déterminisme. Il déplace ainsi la contradiction propre à l'action intentionnelle de l'homme au vivant en général, ce qui ne peut, logiquement, la faire s'évanouir, et ce faisant, il rejoint les positions de Henri Atlan et Jean-Pierre Changeux. Comme ces deux derniers auteurs, il reconnaît donc que l'existence de l'intention chez l'homme n'est pas qu'un problème humain, mais concerne le vivant, plus généralement parlant. Ceci est une conséquence, non pas des théories évolutionnistes actuelles, mais de la reconnaissance du fait « évolution ».

Dennett décrit l'hominisation comme une aptitude à aller chercher de l'information dans l'environnement et à l'utiliser pour construire des modèles du futur. Cette reformulation ne résout pas le problème. Car la description précédente de l'hominisation consiste à ne rien dire de plus que : « l'homme possède la capacité à agir intentionnellement ». Mais comme la contradiction n'est pas affrontée, cela revient aussi à dire : « tout se passe *comme si* l'homme avait une capacité intentionnelle... ». Le *comme si* est la façon la plus courante chez les penseurs de la biologie de nier ce à quoi il est appliqué. C'est une non-pensée. Il ne s'agit pas, ici non plus, de caricaturer une pensée très riche,

mais de montrer que l'un des derniers avatars de la négation de l'intention consiste à renommer et déplacer le problème au point qu'il devient très difficile de saisir comment l'auteur a « résolu » le problème. Dans la mesure où le problème n'est pas clairement posé, et les solutions possibles également insaisissables, on peut être en droit de croire que l'auteur défend en réalité ce qui est le plus simple - l'intention est une production déterminée -, mais sans le dire clairement pour éviter les objections.

### 2 – 1 – 3 – 9 – *L'expérience de Libet et son interprétation déterministe*

En 1983, le neurologue Benjamin Libet réalisa pour la première fois l'expérimentation qui permit de décomposer les mécanismes mis en œuvre au niveau cérébral dans la succession qui commence par l'anticipation, se poursuit par la prise de décision, l'action proprement dite, la conscience de l'action, puis éventuellement l'arrêt de l'action<sup>36</sup>. Cette expérimentation a permis d'étudier les déterminismes cérébraux propres à l'action intentionnelle, et le processus qui va de l'intention à l'action. Les résultats de son expérimentation ont entraîné de nombreuses réactions et prises de position contradictoires considérant qu'il s'agissait d'une preuve de l'absence du « libre-arbitre », ou au contraire de l'indication de la possibilité de la conscience de remonter dans le temps. Vingt-et-un ans après la publication de l'article, sa reproduction par de nombreuses équipes scientifiques, et des milliers de considérations diverses sur ces travaux, des scientifiques écrivent encore : « *L'examen de toutes ces questions aboutit à une conclusion dérangeante : nous n'avons pas le choix de nos intentions, car elles émergent à l'insu de notre conscience. Toutefois nous avons la possibilité de les réfréner, durant un très court laps de temps (deux dixièmes de seconde), juste avant le passage à l'acte.* »<sup>37</sup>

Les résultats de l'expérimentation de Libet, confirmés depuis par de nombreuses autres expérimentations, sont le plus souvent utilisés comme des arguments pour dire que nous n'avons aucunement le choix de nos intentions, et que notre seule possibilité serait d'arrêter, quand nous le pouvons, les impulsions cérébrales qui ont lieu à notre insu. Ces

---

<sup>36</sup> Benjamin Libet et al. (1983): *Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness potential): the unconscious initiation of a freely voluntary act.*, Brain 106, 623–642

<sup>37</sup> Gilles Lafargue et Angela Sirigu, *La volonté d'agir est-elle libre ?* Cerveau & Psycho, n°6, juin-août 2004, p 78-83

résultats sont considérés, par les tenants du déterminisme biologique complet, comme la preuve ultime de l'absence d'action réellement intentionnelle, ce qui est contradictoire, car même cette approche restrictive conduit à la conclusion que si nous ne pouvons émettre nos intentions, nous pouvons au moins arrêter leur action. Et comment donc ? Je montrerai plus loin (cf 2-3) que les résultats de l'expérimentation de Libet conduisent à une conclusion différente. Que les résultats de l'expérimentation de Libet, confirmés depuis par de nombreuses autres expérimentations, soient le plus souvent utilisés comme des arguments contre l'existence de l'intention, est un indicateur précis de la « résistance » quasi idéologique de nombreux scientifiques contre la possibilité d'une forme d'indétermination associée à l'activité intentionnelle, au niveau du fonctionnement mental.

## **2 – 2 – Pourtant nous avons de nombreux arguments en faveur de l'existence d'une capacité intentionnelle**

Les prises de position qui affirment la non intentionnalité de l'homme, portent des contradictions intrinsèques à leur propre affirmation, ce que j'analyserai ci-après. Les trois positions que sont celles de Changeux, Atlan, et Dennett, ajoutent à cette contradiction celle d'une reconnaissance ambiguë et souvent paradoxale de l'intention. Ils reconnaissent l'intention sans en tirer les conséquences. Ils finissent par attribuer à la matière vivante des caractéristiques qui n'ont plus rien de matérielles, sans pour autant s'en étonner ni même le reconnaître. On prend la reconnaissance d'un fait pour un principe nouveau. On croit résoudre par une simple reformulation. Ces positions, plus que celles des déterministes précédents, « noient le poisson ». On peut se demander si leur but n'est pas de refuser la reconnaissance nette de cette contradiction. Ils acceptent l'intention dans le contexte où elle est mise en jeu, puis ils la nient quand c'est le déterminisme qui est mis en jeu. Ils ont certes raison de le faire, dans la mesure où ils se penchent sur des « objets » différents. Mais ils ne se posent pas la question précise de la contradiction qui résulte de leur juxtaposition nécessaire.

Je montre ci-après pourquoi, et ce malgré les arguments présentés précédemment, il est certain que l'action intentionnelle existe et qu'elle ne peut pas être une illusion. Il existe de nombreux arguments positifs en faveur de l'existence d'une capacité intentionnelle. Ces arguments

considèrent des niveaux d'analyse différents, et, à chaque niveau, la conclusion est que l'intentionnalité existe. Le dernier niveau est fondé sur une approche de type expérimental.

### ***2 – 2 – 1 – Arguments critiques contre la négation de l'action intentionnelle***

Les arguments critiques contre les points de vue développés ci-dessus (cf 2-1-3) ont pour fondement l'impossibilité logique de ces points de vue, car ils sont auto-contradictoires. Je vais examiner en détail pourquoi ils ne sont pas tenables.

#### ***2 – 2 – 1 – 1 – Si l'intention n'est pas efficace, comment peut-elle exister ?***

Si l'intention n'agit pas, on est en droit de se demander pourquoi elle existe, non pas comme fonction active, mais comme fonction illusoire. Selon l'approche des biologistes, un organe sert à quelque chose. Si l'intention telle que la ressent le sujet qui la porte n'est pas réelle, c'est qu'elle n'est qu'une impression, qu'elle ne sert à rien. La représentation anticipatrice n'est donc qu'un phénomène qui apparaît comme un « bruit » ou comme un reflet de certains mécanismes physiologiques. Elle ne serait le reflet que de certains mécanismes cérébraux, pas de tous. Elle serait pour ces mécanismes cérébraux à peu près ce qu'est le pouls au cœur : un bruit résultant, sans effet en tant que tel.

Ces mécanismes cérébraux sont directement associées aux conduites humaines, à la définition de plans d'action, de projets, à la conception du monde, et, entre autres, aux conceptions concernant les rapports entre le déterminisme et l'intentionnalité elle-même. Ce qui signifie que la capacité à l'action intentionnelle est déterminée, ce qui est contradictoire, car comment ce qui est déterminé peut-il produire de l'indétermination ? La seule solution consiste à dire que les plans d'action, les projets, la conception du monde, sont de l'ordre de l'intention sans effet, du « bruit » épiphénoménal, et que la seule réalité relève des mécanismes cérébraux permettant l'adaptation et faisant croire à une intentionnalité.

Comment ce « bruit » épiphénoménal peut-il exister, s'il n'existe aucun moyen matériel de le détecter ? Quel est le moteur dont elle serait l'épiphénomène, puisque, si ce n'est pas réel, cela concerne pourtant ce

que le moteur fera, et non ce qu'il fait à l'instant ? Quelle est la raison de cette production cérébrale qui fabrique une production psychique qui se leurre sur sa propre capacité ? Production psychique dont le résultat permet d'en parler, d'en débattre ? Il y a là un étonnant gaspillage d'énergie, qu'on ne peut comparer au gaspillage général du fonctionnement du vivant, puisqu'il n'est soumis à aucune sélection. Car qui dit sélection dit efficacité de ce qui est sélectionné. On pourrait répondre que c'est une caractéristique du vivant de gaspiller de l'énergie pour « arriver à ses fins » (par exemple l'extraordinaire capacité de reproduction du vivant par rapport au succès réel des descendants). La différence, c'est qu'ici l'intérêt de « l'illusion intentionnelle », qu'elle soit téléologique ou téléonomique (selon le terme de Jacques Monod), n'est pas identifiable. Si cette production n'est que l'épiphénomène d'un fonctionnement cérébral, à quoi est nécessaire cette activité ? À quelle sélection, ce gaspillage correspond-il ? À aucun, s'il s'agit d'un épiphénomène.

Si l'aspect psychique intentionnel est illusoire, le fonctionnement cérébral qui le permet est manifestement matériel, neuronal, et, selon l'approche déterministe, nécessaire. À quoi sert cette activité qui apporte en surplus l'illusion d'une capacité à se projeter dans l'avenir ? Que l'activité neuronale puisse être directement active correspond à une fonction utilitaire ; mais que cette activité génère conscience intentionnelle, exposé des intentions, construction de plans, comme épiphénomènes du fonctionnement neuronal, paraît à la fois le comble du gaspillage, mais en outre un gaspillage qui ne correspond en rien à celui que l'on trouve classiquement dans la nature puisqu'il n'apporte rien.

Si l'intentionnalité n'est pas réelle, elle ne peut être non plus conçue comme une production de régions cérébrales. Que produisent ces régions cérébrales qui soit nécessaire, et par rapport auquel l'intention sans effet n'est que l'épiphénomène ? Si nous trouvons des régions cérébrales spécifiquement actives lorsque le sujet conçoit un projet, nous serions en droit de nous poser la question du sens de cette activité cérébrale, activée lorsque l'illusion de l'intention est présente. Ces activités cérébrales seraient-elles inutiles ? Or nous savons bien que, lorsqu'elles sont lésées, l'individu ne peut généralement plus diriger sa vie (sachant que le concept de « direction de sa vie » est l'affirmation de l'intentionnalité).

2 – 2 – 1 – 1 – 1 – La seule réponse apportée provient des théories de la sélection naturelle

Pour justifier l'existence de l'intention consciente, il suffit de reconnaître qu'elle est efficace et a été sélectionnée pour ce qu'elle apporte : la capacité à anticiper. C'est le point de vue de Dennett. Cette réponse évidente a pour corollaire que l'intention est efficace, et cela pose la question de savoir d'où elle vient, dans la mesure où le fonctionnement déterminé est en contradiction avec la capacité intentionnelle.

En accord avec les théories de la sélection naturelle, on peut considérer que l'impression d'être intentionnel apporte à celui qui la porte un sentiment de force et de plénitude supérieur. Se croire intentionnel dynamise et conduit à une action plus efficace. Par ce raisonnement on affirme que l'intention n'est pas efficace, mais que le sentiment (illusoire) d'être intentionnel apporte quelque chose qui rend « plus apte » celui qui y croit le plus. Se croire intentionnel apporterait une estime de soi qui permet d'augmenter ses capacités. Les mécanismes cérébraux qui permettent cette illusion ont été sélectionnés grâce à cet avantage.

Ce raisonnement justifie l'existence d'un fonctionnement qui aurait un effet positif sur les capacités de l'individu. Il aurait ainsi été sélectionné pour ses avantages concurrentiels. C'est ce raisonnement qu'expose Barbara Fredrickson, directrice de laboratoire de l'université du Michigan : *« Dans une autre expérience, nous avons demandé à des étudiants de troisième cycle de réfléchir, chaque jour et pendant un mois, à la façon dont ils pourraient tirer un sens positif des expériences les pires, les meilleures, ou les plus insignifiantes de leur journée. Cet entraînement porta des fruits inattendus : en un mois, leur « résistance psychique » s'est hissée nettement au-dessus de la moyenne. Ainsi, quiconque se sent bien dans sa peau peut contempler l'avenir avec plus d'espoir, mieux résister aux coups durs et vraisemblablement renforcer ses liens sociaux. C'est peut-être le sens évolutionniste de ces émotions positives, qui nous échappait, mais qui se dessine à présent : les émotions positives auraient augmenté, chez nos ancêtres préhistoriques, les capacités d'imagination et de résistance face à des événements traumatisants (disette, mort, froid, maladies, etc.), de sorte*



*qu'ils auraient été sélectionnés pour leur aptitude au bonheur. »<sup>38</sup>*

2 – 2 – 1 – 1 – 2 – Mais, si l'action intentionnelle n'est pas réelle, elle ne peut être sélectionnée

Ce raisonnement de Barbara Fredrickson serait spécieux, si elle niait l'activité intentionnelle. Si croire à l'illusion d'être intentionnel apporte un avantage sélectif, c'est que cette croyance agit. Qu'elle n'agisse pas sur le plan de l'intention, mais sur un autre plan, est pour le moins paradoxal. Car justifier son existence par un effet, quel qu'il soit, conduit à demander pourquoi l'effet n'est pas celui de l'intention en tant que telle, puisque, de toute façon, effet il y a. Cela revient à reconnaître l'efficacité de l'intention, aussi indirecte soit-elle. Si, lorsque nous agissons intentionnellement, l'intention n'agit pas directement, mais que le fait de nous croire intentionnels donne une force supplémentaire à nos actions déterminées, qu'est-ce d'autre que d'affirmer que l'intention agit ? Pourquoi définir cette dernière comme agissante en dehors de son effet le plus évident ? Que nous puissions donner un éclairage positif à ce que nous éprouvons et devenir plus forts, ou que nous puissions agir intentionnellement ne sont en rien des effets de nature différente. Il s'agit du même effet, celui qui nous permet de modifier notre comportement en fonction de représentations d'un possible qui n'existe pas.

On peut prétendre que le fonctionnement neuronal corrélatif d'une activité intentionnelle a des avantages sélectifs, indépendamment du « bruit » que serait l'intention. Il suffirait de pouvoir définir quelle est sa fonction, or nous voyons que cette fonction elle-même ne peut être définie que par l'intention qu'elle porte. Car si cela consiste à dire que l'intention est dans les cellules (plus précisément les neurones, et même certains neurones), cela revient à admettre dans les cellules une activité non déterministe et intentionnelle, soit, de nouveau, à déplacer le problème sans pour autant le résoudre.

2 – 2 – 1 – 1 – 3 – En revanche si l'action intentionnelle est sélectionnable, elle est agissante

Si la sélection a favorisé ceux qui croient agir intentionnellement, et en tirent un sentiment positif, c'est que cette croyance n'est pas qu'un bruit de moteur, le sifflet du train, ou le pouls du cœur. Pour qu'il y ait

---

<sup>38</sup> Barbara Fredrickson, *L'importance du bonheur*, Cerveau et Psycho, n°6, 2004, p 42-45

sélection, il faut un avantage ; et s'il y a un avantage, direct ou indirect, c'est qu'il y a un effet. Dans le monde biologique, la réussite extraordinaire de l'espèce humaine, seule espèce à être présente dans tous les milieux terrestres, au niveau de son échelle propre, a conduit de nombreux biologistes à penser que la capacité intentionnelle de l'espèce humaine lui donne un avantage sélectif. Que certains prétendent que ce n'est pas l'intentionnalité en tant que telle qui est sélectionnée ne change rien, nous venons de le montrer, et, au contraire, renvoie l'explication au problème lui-même, déplacé sans le résoudre. S'il y a avantage, il y a effet, quel qu'il soit. Cet effet doit être affecté à l'activité intentionnelle, à ce qui modifie notre comportement en fonction de représentations d'un possible qui n'existe pas.

2 – 2 – 1 – 1 – 4 – Ainsi, toute théorie de l'émergence de l'action intentionnelle par sélection naturelle reconnaît implicitement que l'intention est efficace

Ceci conduit à une véritable contradiction. Car c'est sur la base de la théorie de l'évolution que certains penseurs défenseurs du déterminisme biologique, auquel ils ajoutent une contingence reconnue, ont tenté de montrer que l'intentionnalité était sélectionnable. Pour cela, ils font intervenir les variations contingentes sélectionnées au fil des générations, conformément à l'approche darwinienne. C'est bien la position de Daniel C. Dennett : *« L'apprentissage, au niveau individuel est en soi un processus évolutif, d'ordre neurobiologique. Pour que le processus en question soit autre chose que le résultat d'un miracle, il doit s'expliquer par une amélioration objective de nos structures cérébrales. Et une telle amélioration, à son tour, ne peut s'accomplir que graduellement, non pas sous l'effet du hasard, mais sous celui de « tests » délibérément provoqués par le cerveau. C'est ainsi, au fil de myriades et myriades de tests provoqués, que l'esprit développe peu à peu ses pouvoirs d'apprentissage, d'invention, de création.[...] Une chose remarquable, de ce point de vue, c'est que le développement biologique de notre cerveau résulte lui-même de tests provoqués : l'embryon produit ainsi beaucoup plus de neurones qu'il n'en utilisera finalement, les neurones qui se révèlent inexploitable, parce qu'ils ne fournissent pas de bonnes connexions, étant irrémédiablement condamnés à mourir.[...] De telle sorte qu'on est parfaitement fondé à dire que le processus par lequel le cerveau se développe repose exactement sur le même*

*mécanisme – la sélection naturelle – que l'évolution en général. »<sup>39</sup>*

Selon Dennett, le cerveau est capable de réaliser des « tests » qu'il provoque **délibérément**. Dennett voudrait résoudre, par un tour de passe-passe verbal équivalent à celui de Jean-Pierre Changeux, le problème de l'apparition de la capacité intentionnelle. Mais la valeur sélective est connaissable par une mesure, quand elle est possible, issue d'observations factuelles ; ce n'est pas une explication de l'apparition de ce qui est sélectionné. Dennett ne reconnaît pas le problème, de fait et de principe, de son existence dans un individu dont le fonctionnement est déterminé. Car celui qui réalise des « tests » – et le fait d'utiliser les guillemets montre que le terme employé ne doit pas être pris dans son sens réel, tout en ayant quand même ce sens-là... – peut-il les réaliser sans intention, surtout si ces « tests » sont provoqués « délibérément » ? Si ces « tests » sont des productions et non des intentions, en quoi cela explique-t-il autre chose que des mécanismes adaptatifs ? En quoi cela décrit-il des pouvoirs d'invention, de création, d'anticipation ? Dennett décrit précisément les mécanismes de gaspillage classique du monde vivant. Ce gaspillage permet une sélection. On peut supposer qu'il est favorisé par le tri lui-même qui sélectionne la meilleure combinaison parmi un grand nombre.

Toute théorie affirmant que l'intentionnalité est apparue grâce à un processus néodarwinien de variation-sélection reconnaît, sans le dire, l'efficacité de l'intention. Ces théories n'incluent pas un questionnement : « comment est-ce possible ? ». Pourtant, dans leur insuffisance explicative, ces théories sont la reconnaissance, de fait, de l'existence de l'action intentionnelle. La seule *explication* possible de l'apparition de l'intention comme fonction est une reconnaissance explicite de son efficacité, qu'on la définisse comme provenant du cerveau – ce qui revient à reposer le problème initial sans le résoudre – ou d'ailleurs.

*2 – 2 – 1 – 2 – Pouvons-nous affirmer, ou croire en, le déterminisme, sans contradiction ?*

Des théories dont le but est de prouver que l'intention n'existe pas, ou qui proposent une émergence de l'intention par sélection sont auto-contradictoires. Les auteurs de ces théories ont le but de convaincre, ils

---

<sup>39</sup> Daniel C. Dennett, *L'âme et le corps ? No problem !*, La Recherche, Sept 1999, n°323, p 102-104

sont donc intentionnels. Cela ne provient-il pas d'une contradiction inhérente à l'affirmation que l'intention est une illusion, dans le sens qu'elle n'existe pas comme intention efficace ? Si cette affirmation est une affirmation absurde, il faut reconnaître l'existence de l'intention, par acceptation de l'affirmation opposée qui, elle, n'est pas absurde.

2 – 2 – 1 – 2 – 1 – Si j'affirme une vérité, je ne peux être déterminé

La contradiction entre, d'un côté le déterminisme biologique complet, et de l'autre côté, la possibilité d'affirmer un énoncé vrai, est difficile à saisir intuitivement, car celui qui croit au déterminisme pense que son affirmation est vraie. Or, selon le déterminisme lui-même, la croyance au déterminisme est déterminée. Examinons ce que cela signifie.

2 – 2 – 1 – 2 – 1 – 1 – Quand j'affirme, je pense que c'est vrai

Quand nous affirmons un énoncé ou une assertion, nous pensons qu'ils expriment une vérité. Mettons de côté les affirmations qui ont pour but de provoquer une argumentation selon une logique de poker menteur, telle que théorisée dans la théorie des jeux, par souci de simplification, même si le raisonnement suivant s'y applique aussi bien. Quand j'affirme sans duplicité, c'est que je crois que c'est vrai, que je me trompe ou pas. Celui qui affirme en ayant la volonté de mentir, sait qu'il ment, et, pour l'analyse ci-après, cela ne change rien. Dire ce qu'on croit vrai ou dire ce qu'on pense faux signifie dans les deux cas une référence à la vérité.

La question est de savoir si l'affirmation du déterminisme est vraie ou fausse. Celui qui ne croit pas au déterminisme absolu affirme que le déterminisme est faux, il fait lui aussi référence à une vérité, ce qui ne peut pas être défini par le déterminisme. Il n'est pas en contradiction avec lui-même dans la logique de son affirmation, même si par l'expérimentation on montre que le déterminisme est une réalité. Par contre celui qui croit vrai que le déterminisme est total doit admettre que son affirmation est déterminée. Si j'affirme que mon déterminisme est total, je suis bien obligé d'admettre que mon affirmation est le produit de mes déterminations. Sinon, je suis en contradiction directe avec mon propos.

2 – 2 – 1 – 2 – 1 – 2 – Je l'affirme parce que je pense que c'est vrai et non parce que j'y suis obligé

Pourtant, je reconnais que les motifs qui me conduisent à affirmer cette assertion sont fondés sur sa vérité, ou au moins parce que je crois que c'est le stade le plus proche de la vérité que je puisse atteindre à ce moment-là. Je ne l'affirme ni sous la contrainte, ni par impulsion, ni par hasard. C'est vrai dans le cas où j'affirme que le déterminisme est la meilleure représentation de mon propre fonctionnement. Si je l'affirme, après ceux qui l'ont déjà affirmé, c'est après réflexion, après avoir découvert que la nature paraît entièrement déterminée. Je ne peux y être obligé par nécessité, sinon je n'affirmerai pas sa vérité contre une erreur exprimant une idée opposée. Je n'imagine pas affirmer que je suis totalement déterminé, en niant la vérité. Si j'affirme cette conclusion, c'est parce que je la pense vraie.

2 – 2 – 1 – 2 – 1 – 3 – Si je pense que c'est faux, je change d'avis

Je reconnais que si j'avais la preuve logique que cette pensée est fautive, je serais capable de changer d'avis. En effet, à partir d'une représentation de ce que je conçois comme vrai, je peux changer d'avis, et cela, sans aucune nécessité physico-chimique, uniquement parce que je conclus de l'intégration de nouveaux faits dans ma représentation de ce qui est vrai que c'est faux. Il suffit que j'acquière la conviction que c'est faux, sur la base d'une argumentation, ou encore après avoir pris connaissance de faits nouveaux. Fait nouveau que Le Dantec n'hésitait pas à demander. L'histoire de la recherche scientifique montre de très nombreux exemples de chercheurs qui bâtissent une théorie qu'ils croient vraie pendant des années et à laquelle ils renoncent parce qu'une nouvelle théorie répond mieux aux faits observés. John Eccles voulut démontrer que le fonctionnement des synapses était de nature électrique, car c'était en accord avec ses conceptions dualistes, et dut conclure de ses propres travaux que leur fonctionnement était biochimique, conclusion grâce à laquelle il eut le prix Nobel.

2 – 2 – 1 – 2 – 1 – 4 – Je change d'avis parce que je pense que c'est vrai, non par obligation

Sauf contraintes très particulières, hors de notre propos ici, si je change d'avis, c'est par prise de conscience de la non adéquation de mon affirmation précédente avec la réalité. Ce n'est pas une obligation

matérielle qui s'impose. Un sujet peut changer de croyance. De nombreuses expériences personnelles, , nous conduisent à changer d'avis sur des propositions ou sur des théories explicatives du réel. Les conversions sont décrites par les convertis eux-mêmes comme la découverte d'une vérité, non comme une obligation matérielle. Ils se convertissent parce que ce à quoi ils adhèrent est ce qu'ils considèrent comme vrai. Dans ces cas, je change d'avis parce que je découvre que l'ancienne affirmation était fausse et la nouvelle plus proche de la vérité. Je conclus que ce que je pensais auparavant est faux ; en fonction de ma réflexion sur des données nouvelles ou d'expériences nouvelles qui me conduisent à modifier ma représentation du réel, et non par nécessité.

Le langage utilisé pour exposer ce changement de représentation est trompeur. Nous utilisons le « parce que » alors que nous ne faisons en rien référence à une nécessité. Dire « je le crois parce que c'est vrai », ou même comme Tertullien « je le crois parce que c'est absurde », ne signifie pas que le *parce que* décrit une relation de cause à effet, déterminée. Ce *parce que* est le moyen de faire référence au fondement de notre croyance, laquelle est la vérité. L'identité de la structure syntaxique cache une différence de sens.

2 – 2 – 1 – 2 – 1 – 5 – J'affirme donc que c'est vrai parce que c'est vrai

Syntaxiquement parlant, je considère que la « cause » de mon affirmation est la reconnaissance de ce qui est vrai. Il est pourtant évident que, même si la structure syntaxique est la même, pour exprimer une relation de cause à effet et pour exprimer une motivation, dans le premier cas, *parce que* définit un lien mécanique entre la cause et l'effet, tandis que dans le deuxième cas, *parce que* expose une adéquation avec ma représentation du vrai. Lorsque je me réfère au vrai, je me réfère à ma représentation de ce qu'est *être vrai*, je n'expose pas la dépendance à une nécessité matérielle.

Seule la référence à la vérité est le critère de mon affirmation. Il ne s'agit pas de savoir ici si le vrai auquel je me réfère existe. Il s'agit ici de reconnaître que je ne peux pas affirmer quelque chose sans croire que c'est vrai, que cette croyance soit considérée ou pas comme absurde par les contradicteurs ou même celui qui l'énonce. L'affirmation d'un concept est la reconnaissance par celui qui l'affirme que ce qu'il dit est vrai. S'il découvre, à peine l'a-t-il énoncé, que c'est faux, il changera

d'énoncé. S'il énonce un doute, c'est parce qu'il reconnaît qu'il ne sait pas si c'est vrai ou faux. Mais il reconnaîtra qu'il est vrai qu'il doute. Même l'affirmation d'un doute fait référence au vrai.

2 – 2 – 1 – 2 – 2 – Inversement, si je suis déterminé, je ne peux affirmer une vérité

Si nous sommes déterminés, nous n'avons aucunement besoin de débattre de la vérité de certaines assertions. Un débat ne peut être, si nous sommes déterminés, qu'une succession d'assertions sans effet autre, sur ceux qui les entendent mais ne les exposent pas, que ce que portent les sons tels que réceptionnés par les oreilles et transmis sous forme de modifications de potentiels d'action par les neurones. Qui pourrait croire en une vérité affirmée par un robot déterminé ? Elle n'est que la conséquence d'une production mécanique et non le résultat d'une réflexion. C'est bien ce que pensent ceux qui veulent savoir d'où vient et « d'où parle » celui qui expose un point de vue qu'ils veulent rejeter. On veut savoir s'il est libre ou si sa pensée ne serait pas que le reflet des déterminations supposées qui agissent sur lui. Mais si nous voulons rechercher et affirmer ces déterminations chez autrui, nous considérons que nos affirmations, elles, se réfèrent à notre recherche du vrai.

Si nous sommes tous déterminés totalement, ce que nous disons n'est que le produit de nos déterminations. Il n'y a pas de vérité émise, cette « vérité » est un produit déterminé. Nous devons considérer que toutes les affirmations contradictoires proviennent de déterminations différentes, pouvant être modifiées de manière contingente par l'environnement ou les variations internes biologiques. La détermination complète de celui qui affirme une idée, une opinion, un avis, une croyance, conduit à ce que celles-ci ne peuvent être considérées en termes de vérité.

2 – 2 – 1 – 2 – 2 – 1 – Car si je suis déterminé, ce que j'affirme est déterminé

Je ne pourrais exposer que des assertions déterminées par mon état actuel. Les déterminations physico-chimiques neuronales de mon cerveau détermineront mes affirmations. Le sens de mes assertions sera illusoire, et seules les combinaisons de fréquences de leurs sons doivent être considérées. Si j'affirme que les déterminations passent par la signification de ce que je dis, j'affirme que la signification est

déterminée, ce qui est une impossibilité de principe. S'il y a déterminisme, la signification est aussi illusoire que l'intention.

Si je suis déterminé, la vérité de ce que j'affirme n'a pas ni sens, ni signification. Produite par mes propres déterminations, elle n'a pas plus de valeur, en termes de vérité, que n'importe quelle assertion contraire produite par les déterminations de celui qui les affirme. Toutes les assertions ont la même valeur, et le seul moyen d'expliquer pourquoi certaines s'imposent davantage que d'autres est de faire appel à une approche darwinienne. L'assertion ne peut être évaluée qu'en fonction de son avantage sélectif, et nous avons vu que cela conduit à la reconnaissance de l'activité intentionnelle.

2 – 2 – 1 – 2 – 2 – 2 – Si ce que j'affirme est déterminé, c'est que je suis obligé de l'affirmer

C'est une conséquence directe du déterminisme que seule la nécessité me poussera à affirmer des idées et que je ne pourrai en rien conclure si mes idées sont vraies ou fausses. Elles ne seront qu'une conséquence de l'état physico-chimique de mes neurones. La complexité de cet état physico-chimique ne crée pas une référence au vrai ou au faux. Au mieux elle permettra un processus adaptatif à l'environnement.

La référence au vrai et au faux est donc impossible si je suis déterminé. Mes affirmations sont nécessaires, et je n'ai aucun moyen ni de les modifier, ni de reconnaître leur éventuelle véracité. Mes affirmations sont des produits, comme n'importe quelle sécrétion hormonale interne.

2 – 2 – 1 – 2 – 2 – 3 – Je n'affirme pas une vérité, je produis une conséquence nécessaire

Dans la mesure où mon affirmation est nécessaire, comme l'est le résultat produit par un ordinateur aussi puissant soit-il, en fonction des données qu'il reçoit, je ne peux me référer à une vérité, sauf si les données de départ sont considérées comme vraies. Le résultat que produit un ordinateur est toujours le même, aussitôt que l'algorithme déterminé est défini, pour toute série de données entrées. L'ordinateur n'a pas la possibilité de changer d'avis. Sa construction logique, laquelle lui permet apparemment d'affirmer qu'une proposition est vraie ou fausse, est la même que celle du va-et-vient d'un duo d'interrupteurs de couloir. Pour un état donné, il donne une réponse, et une seule. Cette



réponse n'est pas une affirmation d'une vérité, c'est un état matériel déterminé.

2 – 2 – 1 – 2 – 3 – Il est donc contradictoire d'affirmer la vérité du déterminisme, et en conséquence l'impossibilité de l'intentionnalité

L'expression « vérité du déterminisme » est en elle-même une contradiction. De plus, elle concerne aussi l'auteur de l'expression, puisque le déterminisme ne peut conduire au concept de vrai et de faux. Cette expression est, au contraire, l'affirmation de fait d'un indéterminisme nécessaire constitutif à celui qui parle, qui lui permet de se référer hors du déterminisme pour juger s'il est vrai ou faux. Celui qui défend la vérité du déterminisme apporte par ses affirmations ou ses arguments qui ont pour but de montrer qu'il a raison, c'est-à-dire qu'il est dans le vrai, la preuve logique qu'il est intentionnel et donc indéterminé.

2 – 2 – 1 – 2 – 3 – 1 – Je ne peux l'affirmer comme vraie, mais seulement comme le produit de mes déterminations

Tout ce que je peux affirmer, sur le déterminisme, si je suis déterminé, c'est que ce que j'en dis est déterminé. Cela ne signifie rien en termes de vérité ou d'erreur. Ce que j'en dirai sera le résultat des déterminations de mon organisme, en intégrant tout ce qu'il reçoit par l'intermédiaire des organes des sens. La référence à une vérité ne sera qu'illusion, de la même façon que la croyance en l'intention, si on la suppose déterminée. On ne peut prendre sous l'angle de la vérité aucune forme d'expression qui a pour but de montrer que nous sommes totalement déterminés. Si nous sommes convaincus par celui qui expose notre détermination complète, notre conviction n'est que le résultat de mécanismes déterminés qui ont modifié notre représentation indépendamment de tout jugement sur la vérité de ce qui est dit.

2 – 2 – 1 – 2 – 3 – 2 – Je dois donc admettre qu'une affirmation contraire est le produit d'autres déterminations

Ce ne peut être parce que je crois que ce que j'affirme est vrai, si cette affirmation est déterminée, qu'elle a une supériorité, en termes de vérité, sur l'affirmation opposée. Si tout est déterminé, toute affirmation contraire au déterminisme, ou toute affirmation dont les conséquences sont contraires au déterminisme, est, elle aussi, une conséquence

nécessaire d'un état déterminé. On peut donc concevoir que des individus différents, chacun déterminé, mais dont les déterminations sont différentes, finissent par émettre des propositions différentes, parfois contradictoires, et en particulier en ce qui concerne le déterminisme et l'intentionnalité.

Comme l'expérience montre que des énoncés contradictoires sont souvent produits, il n'y a pas de moyen de choisir, parmi ceux-ci, ceux qui sont vrais s'il n'est pas fait référence à une idée de vérité universelle qui ne peut provenir des différents énoncés contradictoires eux-mêmes. Ainsi, affirmer la vérité du déterminisme, c'est affirmer le relativisme de toute affirmation, et la non possibilité de les discriminer selon une référence à une vérité, et bien sûr cela concerne cette affirmation elle-même.

2 – 2 – 1 – 2 – 3 – 3 – L'idée de vérité ne peut donc être le produit du déterminisme

En conséquence, l'idée de vérité ne peut être produite par une succession de causes et d'effets. Elle est de l'ordre de la représentation. L'idée de vérité est un référent pour l'évaluation d'une affirmation. Juger entre deux affirmations que l'une est fausse et l'autre vraie, signifie que l'une est fausse et doit être rejetée, tandis que l'autre peut être acceptée, jusqu'à preuve du contraire. Le vrai est un but. L'idée de vérité relève de l'ordre de l'intention. Affirmer la vérité du déterminisme revient, parce que c'est affirmer le vrai, à nier le déterminisme et reconnaître l'intention.

2 – 2 – 1 – 2 – 3 – 4 – Le déterminisme ne peut donc pas conduire à des affirmations contradictoires affirmées vraies par ceux qui les exposent

Que par le déterminisme de la production d'énoncés, nous puissions produire des énoncés contradictoires, aussi bien émis par le même sujet que par des sujets différents, pose déjà un problème en ce qui concerne la possibilité de production d'énoncés contradictoires, dont au moins l'un est erroné. Néanmoins ce problème peut être levé, en partie, en admettant que chaque énoncé provient d'un individu dont les déterminations lui permettent de vivre, et, en conséquence, sont régulées de telle sorte qu'il s'adapte à son environnement. Cependant, cela ne permet pas d'expliquer la référence à un concept de vérité qui dépasse la situation de l'individu déterminé par son fonctionnement et celui de son

environnement.

Si le déterminisme ne permet pas d'expliquer l'affirmation « il est vrai que tout est déterminé », cela signifie-t-il que l'affirmation « l'intention existe » est vraie ? Je peux seulement dire que cette dernière affirmation n'est pas contradictoire et qu'elle nous conduit au moins à reconnaître une forme d'indétermination, comme source nécessaire à la formulation d'une telle signification. C'est une preuve par l'absurde que l'intention peut exister, parce que la référence au vrai est la condition d'un débat et parce que le déterminisme est impossible à partir du moment où je pense qu'une conception est vraie, ou que ce que j'affirme est vrai. À partir du moment où je reconnais qu'il est possible de débattre du vrai et du faux, ou même du « plus ou moins vrai », je suis intentionnel.

2 – 2 – 1 – 2 – 4 – Croire au déterminisme et nier l'intentionnalité est aussi auto-contradictoire

Puisqu'on ne peut pas prouver le déterminisme comme réfutation vraie de l'existence d'une capacité intentionnelle, peut-on au moins croire au déterminisme ? On n'est pas certain que ce soit vrai, mais on reconnaît en avoir besoin et que parmi toutes les contradictions apparemment insolubles, c'est celle qu'on accepte.

2 – 2 – 1 – 2 – 4 – 1 – On ne peut croire sans intentionnalité

Croire, c'est tenir pour vrai ou aussi tenir pour réel, ce sur quoi on n'a pas de preuve formelle, ni en termes de vérité, ni souvent en termes d'existence. C'est ainsi que Tertullien a pu s'exclamer à propos de sa foi : « j'y crois parce que c'est absurde ». Cela signifie donner son assentiment ou son adhésion à une conception ou à une représentation, y adhérer personnellement. Nous pouvons aussi ne pas croire en quelque chose que nous savons. Nous savons tous que nous mourrons, nous croyons que ce sera dans très longtemps. Nous nous comportons généralement comme si nous n'y croyions pas. Croire, ce n'est pas « être certain », mais cela peut le devenir par une adhésion personnelle si forte que nous pouvons considérer comme preuves des indications ou des faits qui ne sont que des indices.

Par la croyance, nous sommes capables de nous représenter quelque chose qui peut ne pas exister, et y adhérer avec force, nous la faisons exister en nous en termes de représentation. On peut donc dire

que la croyance est un des fondements de l'intentionnalité, la représentation de ce qui n'est pas, ou, réciproquement, que l'intentionnalité est le support de la croyance. N'est-il pas manifeste que nous avons les intentions conformes à nos croyances ? Mais la croyance n'est pas uniquement cette représentation, car nous sommes capables de nous représenter ce que nous savons ne pas exister et auquel nous ne croyons pas. Dans la croyance, il y a un acte mental d'adhésion, lequel transforme ce qui n'est que représentation imaginaire en représentation à laquelle nous croyons. Cela revient à transformer la représentation initiale estimée imaginaire, en représentation nouvelle considérée comme celle d'une réalité. C'est un acte intentionnel mental. Comme pour tout acte intentionnel, il entraîne des conséquences en termes d'action future. Généralement, on dirige sa vie en conséquence de ses croyances. Mais cela n'est pas possible pour la croyance au déterminisme.

2 – 2 – 1 – 2 – 4 – 2 – Si je crois au déterminisme, je ne peux nier l'existence des croyances

Selon le déterminisme, ou une version moderne associant contingence et nécessité, c'est une erreur de croire que nous avons réellement des croyances, ou des intentions<sup>40</sup>. Cela signifie que la croyance que les croyances n'existent pas est vraie. Et pourtant il s'agit bien d'une croyance. Comme il n'existe aucun moyen de présenter le déterminisme complet comme un fait, ou comme les conséquences déterminées de faits, il ne peut être qu'une croyance. Si ce qu'elle affirme est faux, elle est fausse. Il est donc auto-contradictoire de croire que croyances et intentions n'existent pas.

2 – 2 – 1 – 2 – 4 – 3 – Si je crois au déterminisme, je ne peux diriger ma vie « en conséquence »

Le Dantec a pu affirmer pour conclure ses prises de position sur le déterminisme et la conscience épiphénomène : « *Telles qu'elles sont, ces conclusions me paraissent très solides et je m'y conforme pour la direction de ma vie personnelle, sans avoir aucune pensée de prosélytisme à l'égard de mes semblables.* »<sup>41</sup> Ce n'est pourtant pas possible. Si je crois au déterminisme, je ne dirige pas ma vie, car je crois qu'elle est déterminée, et qu'en conséquence ma capacité de croyance et ses contenus ne

---

<sup>40</sup> Patricia Smith Churchland, *Neurophysiologie*, Paris, PUF, 1999

<sup>41</sup> Félix Le Dantec, ouvrage cité, p 38

peuvent qu'être une illusion, épiphénomènes sans signification qui s'ajoutent à la mécanique déterministe, même si ces croyances sont celle du déterminisme.

Dans ces conditions, je ne peux diriger ma vie. Elle a lieu, j'en suis une sorte de spectateur épiphénoménal, et, puisque tout est déterminé, je ne peux rien diriger. Si, pour celui qui croit en l'intention, cette croyance peut avoir des conséquences sur sa manière de conduire sa vie, il va de soi que la croyance au déterminisme ne peut, de principe, avoir la moindre conséquence sur la manière de conduire sa vie de celui qui y croit. Car si elle modifie sa vie, c'est bien que sa croyance est fautive, sachant d'ailleurs qu'une croyance fautive peut en effet modifier les orientations d'une vie. Qu'une croyance permette de diriger sa vie est déjà en contradiction avec le déterminisme. Ici, il s'agit en plus d'une croyance fautive dans son énonciation ; comment peut-on penser fautive de manière déterminée ? Et comment cette pensée fautive déterminée peut-elle être agissante ?

Si le croyant au déterminisme pense néanmoins qu'il conduit sa vie en conséquence, c'est qu'il ne croit pas en un déterminisme complet, le concernant lui aussi. Croire que « je suis déterminé » est intrinsèquement contradictoire. Cela signifie croire que je suis « presque totalement déterminé », mais pas assez pour m'empêcher de croire à quelque chose, que ce soit d'ailleurs le déterminisme ou la contingence n'a pas grande importance sous cet aspect. Le Dantec le reconnaît, puisqu'il refuse le prosélytisme, lequel serait un aveu de non détermination.

### *2 – 2 – 1 – 3 – Pouvons-nous chercher une preuve sans intention ?*

Le concept de preuve ne peut pas non plus être une conséquence du déterminisme. Nous venons de voir que le concept de vérité ne peut être conçu comme une conséquence de déterminations. Or la vérité est toujours conçue comme validée par des preuves. Une preuve n'est pas cause déterminante de la véracité d'une affirmation, elle confirme l'affirmation. Dire « j'y crois parce que j'ai des preuves », n'est pas utiliser le *parce que* dans le sens déterministe de la relation de cause à effet. C'est encore une fois utiliser ce terme dans l'ordre intentionnel, porteur de signification. Le concept de preuve est donc directement dépendant de celui d'intention. On ne peut concevoir la preuve à rechercher sans avoir l'idée de la vérité à prouver. La vérité joue le rôle

de but, et la preuve celui de moyen pour atteindre ce but.

2 – 2 – 1 – 3 – 1 – Pour construire une preuve, il faut un but

Pour nier l'existence d'une capacité intentionnelle, il faut disposer d'arguments. Il faut anticiper les réponses de ceux qui affirment son existence. Il n'y a donc aucune différence, au niveau intentionnel, entre avoir l'intention de prouver que l'intention existe, et avoir l'intention de prouver qu'elle n'existe pas. Que le but soit de prouver que l'intention existe, ou qu'elle n'existe pas, ne change rien à la posture de celui qui veut prouver : il est intentionnel.

Dans l'activité scientifique elle-même, et généralement pour obtenir une preuve, il faut réaliser une construction expérimentale dans un but précis, lequel est de valider ou réfuter une hypothèse. Il va de soi que cette construction a pour but de tout organiser pour l'analyse des déterminations, et uniquement d'elles. C'est la qualité du but, sa justesse, qui permet de trouver l'expérimentation décisive permettant de fournir la preuve, ou la contre-preuve, validant ou réfutant l'hypothèse. La preuve n'arrive pas comme une nécessité, elle est toujours recherchée pour valider, ou infirmer, une affirmation déclarée vraie ou fausse. La genèse de la preuve est indépendante de l'affirmation qu'elle prouve, sinon, ce n'est pas une preuve.

2 – 2 – 1 – 3 – 2 – Donc, la preuve demande une intention préalable

Quel que soit l'objectif, quel que soit l'objet de la recherche de preuve, à partir du moment où une preuve est fournie, pour une théorie quelconque, il y a eu intentionnalité, car il a bien fallu avoir l'intention de fournir une preuve, et par là même avoir l'intention de réaliser l'expérimentation, de la concevoir préalablement. C'est une des raisons pour lesquelles il n'est pas concevable que le déterminisme neuronal, si déterminisme il y a, puisse être producteur de la conception d'expérimentations à même de fournir des preuves justifiant une théorie quelle qu'elle soit. Cette intentionnalité de la recherche est tellement forte qu'il existe même des fraudes scientifiques, dont l'origine intentionnelle est évidente : fournir des éléments, même falsifiés pour corroborer l'hypothèse défendue. Face à une telle fraude, les comités scientifiques ne se trompent pas et la sanction appliquée est une preuve que la communauté scientifique croit en l'action intentionnelle, et non à

l'erreur aléatoire. Elle y croit **parce qu'elle est nécessaire à l'activité scientifique.**

Cette intentionnalité de la recherche est aussi forte en ce qui concerne la recherche en sciences humaines et en philosophie. Un argument, même spécieux, sera utilisé s'il permet de convaincre. Le goût des « tours de passe-passe » montre que la recherche d'arguments pour défendre une idée met cette recherche au service même de la fin qui est visée. Si le chercheur en science recherche des preuves, le chercheur en philosophie recherche des arguments, et ses arguments sont des moyens pour valider ses fins. Les arguments fondés sur des images ou des analogies, toujours signifiantes, ont un but : convaincre.

2 – 2 – 1 – 3 – 3 – Vouloir prouver que l'intention n'existe pas est donc intentionnel

Tout raisonnement qui voudra prouver que l'intention n'existe pas, ou ne peut pas exister, tombe dans l'absurdité, car son existence suppose implicitement l'intention par le fait même. Il prouve ainsi l'existence de l'intention. Dans un débat entre tenants du déterminisme et tenants de l'intentionnalité, existe un déséquilibre fondamental. Les deux parties ont l'intention de fournir des preuves de leur point de vue. Mais l'échange d'idées ne peut être équitable. Le seul fait de reconnaître la possibilité de l'échange, l'existence d'arguments ou de preuves, détruit toute argumentation des partisans du déterminisme. La possibilité même de débattre de la capacité intentionnelle est une affirmation, à la fois de fait et de principe, de l'existence de l'intention. L'ultime paradoxe, c'est que si le tenant du déterminisme apportait un argument « définitif » prouvant la vérité de son point de vue, sa position serait, tout compte fait, ruinée.

2 – 2 – 1 – 4 – *Déclarer l'intention être une illusion est contradictoire*

Il est certain que nous sommes sujets à de nombreuses illusions<sup>42</sup>. Nous pouvons aussi avoir de faux souvenirs<sup>43</sup>, nous pouvons transformer complètement, dans notre souvenir, un événement vécu, nous sommes soumis à des illusions perceptives tenaces. On sait que, par temps de brouillard, le conducteur perçoit sa vitesse comme inférieure à celle

---

<sup>42</sup> Dossier Pour La Science n° 39, Avril/Juin 2003

<sup>43</sup> Jean Piaget en donne un exemple précis dans: *La formation du symbole chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1968, p 199

qu'elle est réellement. De très nombreuses illusions d'optique ont été mises en évidence (longueur de lignes, parallélisme de lignes, couleurs de surfaces, contrastes, etc...), ainsi que des illusions auditives, tactiles, gustatives, olfactives, et l'illusion fait partie intégrante de l'art. Toute peinture descriptive crée l'illusion de l'espace, et l'art culinaire cherche à « tromper » les sens.

Est-ce pour autant que cela permet de conclure que tout souvenir est une illusion, que notre perception de la vitesse, au volant, est toujours illusoire, que nous ne pouvons percevoir le parallélisme de deux lignes, ou l'égalité de leur longueur, que la perception de l'espace en trois dimensions est une illusion ? Une illusion n'est possible qu'en référence à une perception authentique. Je me trompe sur mon souvenir, parce que je suis capable de me souvenir. Je perçois une vitesse trop faible parce que, dans des conditions de visibilité normales, j'évalue mieux ma vitesse. Je perçois inégaux deux segments de lignes de longueur identique, parce que je suis capable dans la plupart des conditions, d'évaluer l'égalité de la longueur de deux segments. La réalisation d'effets qui créent une perception en trois dimensions sur un plan n'est possible que parce que j'ai l'expérience authentique de la troisième dimension.

Si la croyance en l'intention est une illusion, c'est donc que je prends pour intentionnel quelque chose qui ne l'est pas. Cela est souvent le cas. Nous confondons très souvent événement aléatoire et événement intentionnel. Mais cela est possible parce que l'événement aléatoire a des ressemblances avec l'événement intentionnel. M'illusionner sur un événement aléatoire et le prendre pour intentionnel, qu'il s'agisse d'un événement que je subis ou dont je suis l'auteur, c'est bien me référer à un événement authentiquement intentionnel. Prétendre que l'intention est une illusion est donc reconnaître la possibilité d'une intention qui soit référente et puisse servir à bâtir une illusion à partir d'événements structurellement semblables, mais non intentionnels. Mais répondra-t-on, j'entends le bruit du moteur, et je peux m'illusionner qu'il s'agit de ce qui le fait fonctionner. J'ai bien pris le bruit pour ce qu'il n'est pas. De même aurais-je pris l'intention pour le fonctionnement biologique. Mais cette analogie, apparemment si claire, est elle-même un trompe-l'œil. Elle veut nous faire croire qu'une image qui tente de prétendre que l'intention n'est rien est représentative d'une illusion. Ce n'est pas une illusion de croire que le bruit du moteur est cause de son fonctionnement, c'est une erreur,



tout simplement. Car l'analyse du fonctionnement du moteur et de la raison de son bruit nous conduit rapidement à changer d'avis. Et il n'en est rien de l'analyse de ce qu'est l'intention.

Mais la contradiction, en ce qui concerne l'affirmation de l'illusion de l'intention, est double. En effet, il n'est pas possible d'affirmer ou de croire que l'intention est une illusion, sans intention (cf ci-dessus 2-2-1-2-4). Si cette dernière intention est illusoire, c'est à dire conforme à l'affirmation, l'affirmation en tant que telle est fausse. Dire qu'il existe au moins une intention affirmée qui n'est pas illusoire est la seule expression logiquement acceptable. Mais s'il en existe au moins une, pourquoi ne peut-il en exister plusieurs ? En réalité, s'il existe des illusions d'action intentionnelle, c'est parce que l'action intentionnelle est suffisamment commune. Comme pour toutes les illusions, celles qui sont les plus fortes sont celles qui se réfèrent à des expériences authentiques courantes et fortes. Il est d'autant plus facile d'être l'objet d'une illusion que cette dernière se réfère à une expérience commune. Le fait d'être intentionnel conduit parfois à croire intentionnel ce qui ne l'est pas ou peut de l'être pas.

### ***2 – 2 – 2 – Arguments positifs concluant à l'existence d'une capacité intentionnelle***

L'intention étant ce que le sujet affirme en premier lieu, puisque c'est le sujet intentionnel qui se propose une action ou un ensemble complexe d'actions en fonction d'un objectif, il convient d'analyser ce qu'il dit, ce qu'il croit ou ce qu'il fait, qui confirmerait son activité intentionnelle et l'efficacité de l'intention.

### ***2 – 2 – 2 – 1 – Nous pensons généralement que nous sommes intentionnels***

Non seulement nous croyons être intentionnels, pour la grande majorité d'entre nous, mais toute organisation sociale est construite sur cette croyance. Qu'est-ce que cela signifie en termes de réalité de l'efficacité de l'intention ?

### ***2 – 2 – 2 – 1 – 1 – Nous distinguons « faire par hasard » et « faire exprès »***

Lorsqu'un enfant casse un objet, la question que se posent ses parents ou les adultes en charge de son éducation est : l'a-t-il fait exprès

ou pas ? S'il ne l'a pas fait exprès, ils en déduisent que c'est de la maladresse. Cela peut être corrigé par un processus d'apprentissage qui s'apparente au dressage, ou encore à la mise en place de processus adaptatifs déterminés selon la logique du réflexe conditionné ou du réflexe opérant, ou devient un véritable apprentissage par un travail intentionnel de correction et de maîtrise. S'il l'a fait exprès, la question se pose de son intention : jalousie ? Besoin de se faire remarquer ? Colère ? Cela peut être corrigé en aidant l'enfant, en discutant avec lui sur les motifs de son action.

Il en est de même pour un événement qui entraîne blessure ou mort d'homme. Était-ce un accident ou un crime ? Selon le cas, le jugement social ou légal diffère. L'action accidentelle ou aléatoire ne peut être jugée selon un critère moral, mais selon une inaptitude, une incapacité, une maladresse, ou la malchance, ce qui relève du déterminisme ou de l'aléa. Le fait de vérifier l'alcoolémie d'un conducteur ayant été la cause d'un accident montre que nous savons distinguer l'action maladroite sous l'effet de produits altérant notre maîtrise, et l'action maladroite en maîtrise de nos moyens. Comme nous posons que la boisson de produits contenant de l'alcool est intentionnelle, qu'elle a été interdite au volant, conduire en condition d'alcoolémie est un acte intentionnel, lui aussi passible de jugement. Même si l'accident n'est pas intentionnel, la conduite en état d'ivresse l'est, puisqu'il est indiqué qu'entre l'alcool et la conduite, il faut choisir. Reconnaître un choix signifie reconnaître l'intentionnalité.

2 – 2 – 2 – 1 – 2 – Nous distinguons « faire sous l'impulsion » et « faire pour un but »

Nous savons reconnaître un acte commis sous l'effet d'une impulsion non maîtrisée et un acte réalisé de manière intentionnelle. Nous pardonnons l'acte impulsif malveillant, même si nous reprochons à son auteur d'être sous l'emprise de nécessités qui le dépassent. Un acte malveillant intentionnel est jugé sévèrement. Lors du jugement d'un criminel, les crimes passionnels sont reconnus comme dotés de circonstances atténuantes, « parce que » nous savons les reconnaître comme des conséquences de passions. Cela signifie que dans un crime passionnel, nous reconnaissons le fonctionnement nécessaire de celui qui a agi. Ce sont des forces déterminées qui l'ont conduit à l'action, et non

l'intention. Étymologiquement, dans la passion, nous sommes soumis à des forces que nous ne maîtrisons pas, nous sommes passifs. La réprobation concernant un acte impulsif vient de l'absence d'intentionnalité, indépendamment du résultat de l'action. C'est pourquoi, en termes d'éducation, nous apprenons aux enfants à ne pas agir sous l'impulsion et à réfléchir avant d'agir, afin d'identifier clairement le but de l'action. Nous reconnaissons que l'intention peut agir en amont des processus déterminés.

2 – 2 – 2 – 1 – 3 – Nous distinguons « faire sous la contrainte » et « faire volontairement »

Tout acte fait sous la contrainte n'est pas imputé au sujet de l'acte, mais à l'acteur qui applique cette contrainte sur celui qui agit, à la différence de l'acte fait volontairement, pour lequel l'acteur est reconnu responsable de ce qu'il fait. Dans le film *Le Pont de la rivière Kwai*, le comportement du colonel, à qui les Japonais veulent imposer la construction du pont, est d'abord présenté comme héroïque. Il refuse. Puis nous observons le passage progressif d'une action d'abord réalisée sous la contrainte, à une action reprise par le colonel dans le but de réaliser une œuvre. Le colonel refuse d'abord d'agir, puis finit par accepter, non par obligation, mais intentionnellement, dans un but différent de celui des Japonais. Par la question que se pose le colonel à la fin de l'histoire (Qu'ai-je fait ?), il reconnaît qu'il n'a plus agi sous la contrainte mais dans un but, but dont les motifs sont décrits dans cette fiction.

Lorsque l'action est obligée, nous n'imputons pas cette action à son auteur. Nous reconnaissons qu'il n'est pas responsable. Durant le procès de Nuremberg, les accusés avaient pour principale défense de n'être pas responsables, ce qui signifie soit qu'ils ont agi sous la contrainte, soit qu'ils n'ont fait qu'obéir à des ordres. Dans le premier cas, il ne pouvait pas leur être reproché leur action, puisqu'ils n'avaient pas les moyens de lutter contre. Dans le deuxième cas, il pouvait leur être reproché d'avoir refusé, intentionnellement, de ne pas vouloir comprendre l'intentionnalité portée par leurs actions, ou encore d'avoir refusé d'être des acteurs intentionnels. L'obéissance est symétrique du refus. Obéir, comme refuser, ne peut être conçu que comme un acte intentionnel. Sinon, ce n'est plus de l'obéissance, mais de l'action sous contrainte,

c'est-à-dire de l'action déterminée. Si nous pouvons obéir ou refuser, c'est que nous avons le choix. Le concept d'obéissance signifie qu'il y a possibilité de désobéir. Lorsque nous obéissons, nous faisons passer l'intention propre au devoir que nous associons à l'obéissance avant l'intention réelle directe de l'action engagée par ceux à qui nous offrons notre obéissance. Ceci nous amène à considérer la moralité de l'action.

2 – 2 – 2 – 1 – 4 – Nous distinguons les actes mauvais des actes bons parce qu'ils sont intentionnels

L'intentionnalité de l'acte permet la possibilité d'un jugement moral. Nous ne pouvons pas porter un jugement moral sur un acte nécessaire. C'est ainsi que nous n'aurions jamais l'idée de porter un jugement moral sur la guêpe qui tue une chenille pour permettre la perpétuation de son espèce, de même que nous ne portons pas de jugement moral sur le carnassier qui tue pour se nourrir. La nécessité élimine de fait et de principe toute possibilité de jugement moral. C'est seulement lorsque l'acte est intentionnel que nous pouvons juger s'il est bienveillant ou malveillant. Au jugement de l'acte mauvais, l'invocation de l'obéissance est souvent non recevable. Puisque obéir est intentionnel, sinon ce n'est pas de l'obéissance mais de l'action obligée, le but de l'acte passe avant le fait d'avoir choisi d'obéir. L'acteur intentionnel qui choisit d'obéir bien qu'il sache que l'action est répréhensible est jugé sur son intentionnalité, celle qui est propre à l'acte en question.

Une part des actes intentionnels peut être l'objet de jugements moraux. Il n'y a pas de moralité dans l'intention de prendre un verre. Si tout acte, objet d'un jugement moral, est intentionnel, de nombreux actes intentionnels échappent au champ de la morale. En termes mathématiques, je dirai que l'ensemble des actes à valeur morale est inclus dans l'ensemble des actes intentionnels. Porter un jugement moral sur un acte, c'est reconnaître, de principe, son intentionnalité. Nous ne pouvons pas porter un jugement moral et affirmer que l'intentionnalité n'existe pas. Le fait que la communauté internationale refuse désormais que des ordres donnés justifient des crimes, depuis le tribunal de Nuremberg jusqu'à la création du TPI, signifie que les accusations de crimes contre l'humanité sont fondées sur la conviction que tout homme peut et doit faire prévaloir la clause de conscience face à un ordre injuste. Il peut et doit désobéir, même si les conséquences peuvent lui être

fatales ; sa propre intentionnalité dans les actions qu'il commet, même par obéissance, est affirmée.

Toute reconnaissance d'une moralité possible de l'action est donc, de principe, une affirmation de l'existence de l'intention. Croire au déterminisme absolu de toute action, ou même au fonctionnement aléatoire et non intentionnel des actions non déterminées, conduit à l'impossibilité du jugement moral, et à l'inutilité de toute action sociale corrective vis à vis de ceux qui n'agissent pas conformément au bien, et ce, indépendamment de la définition précise de ce qu'est le bien. Il suffit d'être d'accord qu'il existe une différence entre bien et mal, sans accord sur la définition précise des contours de ce que sont le bien et le mal, pour que cela conduise à la reconnaissance de l'existence de l'intention. La possibilité de différencier le bien et du mal, comme la possibilité de différencier le vrai du faux, conduit à reconnaître l'existence de l'intention. Construire un « principe responsabilité » ou un principe de précaution suppose l'intentionnalité.

Ce n'est pas parce que des philosophes parlent de « loi morale », que le concept de loi est le même que celui des « lois scientifiques ». Les lois scientifiques sont fondées sur le concept de déterminisme, tandis que les lois morales sont fondées sur le concept de devoir qui ne peut en rien être compris hors du champ intentionnel. Le principe catégorique de Kant, par exemple, demande de considérer l'homme selon une fin. Il est impossible de construire une morale qui élimine de principe la capacité intentionnelle.

#### *2 – 2 – 2 – 2 – Nous le pensons pour nous-mêmes et pour les autres*

Cette reconnaissance de l'intentionnalité de nos actions, nous nous l'imputons à nous-mêmes, et nous la reconnaissons à autrui. En tant qu'êtres humains, nous nous reconnaissons le plus souvent une activité intentionnelle. Lorsque nous la déniions à une personne, c'est que nous reconnaissons qu'elle est malade ou handicapée et que cette maladie, ou ce handicap, affecte sa capacité intentionnelle. Nous pouvons constater ci-après quelques situations sociales, parmi un grand nombre, dans lesquelles la capacité intentionnelle est reconnue de manière explicite et indispensable pour le fonctionnement social.

*2 – 2 – 2 – 2 – 1 – En tant que scientifiques, nous organisons la recherche en reconnaissant explicitement notre capacité intentionnelle et son*

efficacité

Une théorie scientifique permet de concevoir une expérimentation ou une observation possible, avec l'anticipation des résultats de l'expérimentation ou de l'observation. Même si les conclusions de la recherche scientifique pourraient laisser supposer que nous sommes biologiquement entièrement déterminés, l'activité de recherche scientifique suppose, de la part du scientifique, une activité intentionnelle incessante. Le concept de « recherche » nécessite celui d'intentionnalité. C'est ce qu'écrit Claude Bernard à propos de la méthode expérimentale : « [...] l'observation se fait tantôt sans idée préconçue et par hasard, et tantôt avec idée préconçue, c'est-à-dire avec intention de vérifier l'exactitude d'une vue de l'esprit. »<sup>44</sup>. Il poursuit : « L'expérience, au contraire, implique, d'après les mêmes physiologistes, l'idée d'une variation ou d'un trouble intentionnellement apportés par l'investigateur dans les conditions des phénomènes naturels »<sup>45</sup>. Et encore : « On pourrait donc encore distinguer ici, comme dans la première définition, des troubles survenus intentionnellement et des troubles survenus spontanément et non intentionnellement. »<sup>46</sup>. Il en conclut : « On peut donc dire alors que l'expérience est une observation provoquée dans le but de faire naître une idée<sup>47</sup>. [...] Il y a donc deux opérations à considérer dans une expérience. La première consiste à préméditer et à réaliser les conditions de l'expérience ; la deuxième consiste à constater les résultats de l'expérience. Il n'est pas possible d'instituer une expérience sans une idée préconçue ; instituer une expérience, avons-nous dit, c'est poser une question ; on ne conçoit jamais sans l'idée qui sollicite la réponse. Je considère donc, en principe absolu, que l'expérience doit toujours être instituée en vue d'une idée préconçue, peu importe que cette idée soit plus ou moins vague, plus ou moins bien définie. ».

Claude Bernard n'est pas le seul scientifique à penser ainsi. Émile Meyerson cite trois autres scientifiques bien connus : « On peut notamment citer à ce sujet les opinions de trois hommes illustres qui comptent parmi les créateurs de cette science éminemment expérimentale qu'était la chimie de la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle. « Pour tenter une expérience, dit Berthollet, il faut avoir un but, être guidé par une hypothèse. » Humphry Davy

---

<sup>44</sup> Claude Bernard, *Introduction à la médecine expérimentale*, Réédition, 1984, Flammarion, col. Champs, Paris, p 35

<sup>45</sup> Claude Bernard, ouvrage cité, p 37

<sup>46</sup> Claude Bernard, ouvrage cité, p 38

<sup>47</sup> Claude Bernard, ouvrage cité, p 51

affirme que « ce n'est qu'en formulant des théories et en les comparant aux faits que nous pouvons espérer découvrir le vrai système de la nature. » Et Liebig, après avoir déclaré qu'entre des expériences dans le sens de Bacon et de véritables recherches scientifiques il y a « le même rapport qu'entre le bruit qu'un enfant produit en frappant des timbales et la musique », fait ressortir que c'est, au contraire, l'imagination scientifique qui joue dans les découvertes le rôle le plus considérable et que l'expérience, tout comme le calcul, ne sert qu'à aider le processus de la pensée. »<sup>48</sup> La théorie de la falsification, telle qu'exposée par Karl Popper<sup>49</sup>, est une réaffirmation de l'intentionnalité nécessaire du chercheur. L'écho considérable que sa théorie a eu auprès des chercheurs en science de la nature confirme que les scientifiques sont persuadés que leur activité est intentionnelle. Cette conviction est à la base même de l'évaluation de l'activité de recherche. Qu'il s'agisse de l'évaluation d'un débutant qui passe sa thèse ou de celle d'un directeur de recherche, qu'il s'agisse de demande de financement d'un laboratoire, l'évaluation porte autant sur la qualité du projet que sur la manière de le traiter. C'est-à-dire, sur la représentation du but et sur les moyens décrits pour l'obtenir.

Si les scientifiques ne croyaient pas à l'intentionnalité, ils tireraient aux dés les programmes de recherche à sélectionner, et, dans le cadre d'un programme, ils tireraient aux dés les choix d'expérimentations à réaliser. Ils pourraient aussi tirer aux dés la personne responsable du laboratoire, les techniciens, le matériel, ... Au contraire, tout scientifique sait que le temps passé à définir l'organisation de l'expérimentation pour fournir le maximum de réponses possibles à la question posée est un gain de temps dans le travail de recherche scientifique. C'est ce que constate aussi Roland Omnès sur le comportement des physiciens : « *Les hommes de sciences [...], n'ont-ils que la préoccupation de faire une découverte de plus ou d'accomplir un travail dont l'élégance puisse impressionner leurs pairs ? Ou n'est-ce pas plutôt l'habitude de voir un problème aboutir à sa solution, une expérience fournir un résultat qui les conduit à une sorte de certitude inquestionnée, à une foi totale de charbonnier ? Il y a en effet chez eux une foi inébranlable et d'autant plus forte peut-être qu'elle n'est jamais formulée.* »<sup>50</sup>

---

<sup>48</sup> Emile Meyerson, *De l'explication dans les sciences*, Paris, Fayard, réédition 1995, p 734-735

<sup>49</sup> Karl Popper, *La logique de la découverte scientifique*, Paris, Payot, 1973

<sup>50</sup> Roland Omnès, *Philosophie de la science contemporaine*, Paris, Gallimard, col. Folio, 1994, p

2 – 2 – 2 – 2 – 2 – Nous élisons les politiques en fonction de leur programme

Si nous ne reconnaissons pas la capacité des politiques à définir un programme et à le mettre en œuvre, nous voterions pour nos représentants en tirant aux dés le bulletin que nous mettons dans l'urne. Non seulement nous croyons que les politiques expriment une intention d'action, mais nous croyons que nous pouvons par notre choix influencer les choix politiques. La reconnaissance de l'action intentionnelle est un fondement majeur de la démocratie. Nier la réalité de l'action intentionnelle conduit à nier l'intérêt et le sens de toute organisation démocratique. Si tout est déterminé (ou aléatoire), ni le concept de programme politique ni le concept de vote n'ont le moindre sens. Un gouvernement totalitaire devrait être la conséquence déterminée d'un fonctionnement globalement déterministe. On peut nier l'intentionnalité et la remplacer par une vision darwinienne ; la prise de position démocratique résulte de l'affirmation que le système qui survit est le meilleur. Mais, quelle raison de se battre pour la démocratie si l'intention n'existe pas ?

Nous pouvons aller encore plus loin dans l'analyse des choix démocratiques. Car la démocratie ne s'est pas installée sans luttes. À ceux qui se sont battus jusqu'au risque de leur vie pour que les droits de leurs concitoyens soient respectés, pouvons-nous nier l'intentionnalité de leurs actions ? Si je nie l'intention, je nierai aussi la possibilité de « me battre pour ». Reconnaître que certains ont lutté pour obtenir des résultats, qu'ils ont souffert pour libérer leurs concitoyens, qu'ils sont allés jusqu'à mourir pour que d'autres puissent vivre une vie sans oppression, c'est reconnaître la réalité de la capacité intentionnelle.

2 – 2 – 2 – 2 – 3 – La société reconnaît la responsabilité des actions intentionnelles

La reconnaissance de la capacité intentionnelle par la société s'observe à deux niveaux. D'abord, de principe, par le droit, lequel reconnaît le principe de responsabilité. Si nous sommes responsables, c'est que nous sommes intentionnels. Si l'action intentionnelle était une illusion, résultat de déterminations, phénomène aléatoire, association



d'aléas et de déterminations, nous ne serions jamais responsables de nos actions. Nous invoquerions la nécessité ou le hasard. Que toute société ait bâti un code juridique, écrit ou oral, définissant les droits et devoirs de chacun, est une affirmation de notre capacité intentionnelle. Les concepts de droit et de devoir sont fondés sur la capacité intentionnelle des sujets porteurs de ces droits et devoirs. Sans elle, le droit ne vaut rien, ou, au mieux, s'il est coercitif, devient un système darwinien de suppression des éléments dont le fonctionnement est inadapté.

Ensuite, dans les faits, lors de l'application du droit. Lors d'un procès, ce qui est recherché c'est de savoir si l'action condamnable a été réalisée intentionnellement ou pas. On sépare ce qui relève de l'aléa (accident, action involontaire), de ce qui relève du déterminisme (passion, aliénation, contrainte), deux situations dans lesquelles est reconnue l'absence, ou la limitation, de l'intentionnalité de l'action. Ces deux situations sont séparées de celle de l'action intentionnelle. Cette différenciation reconnaît que l'application du droit n'est pas de l'ordre de la sélection darwinienne, c'est une reconnaissance de la possibilité d'action intentionnelle.

2 – 2 – 2 – 2 – 4 – Lorsque nous échangeons avec un autre, nous le considérons intentionnel

Ce que nous transmettons par le langage, ce n'est pas une suite de sonorités. C'est un sens. Énoncer la simple suite des deux phonèmes « il pleut », ne veut rien dire dans la plupart des langues. En français, celui qui l'entend comprend ce que comprendra un anglophone en entendant « it rains ». Par un processus imaginatif, il relie ces deux phonèmes à la représentation intérieure des gouttes d'eau tombant du ciel. On peut imaginer que le langage soit une production nécessaire, déterminée : la réception des successions de sonorités conduit à une stimulation neuronale provoquant une réponse neuronale, laquelle entraîne l'activation des muscles impliqués dans la parole, soit une succession de sons. La représentation que nous produisons intérieurement pourrait n'être qu'un phénomène parallèle, sans effet, associé à la configuration neuronale de la succession de vocables entendus. Cependant, si nous parlons, c'est pour exprimer quelque chose. Nous voulons transmettre un sens. Nous supposons que celui qui reçoit le message le comprend.

Les seules communications verbales qui pourraient être

considérées comme non intentionnelles sont celles qui sont descriptives d'un état de fait. Énoncer « il pleut » devant la pluie, est-ce une formule décrivant la situation d'un fait, un mécanisme verbal produit par la situation de l'environnement ? Voir la pluie tomber peut provoquer la phrase « il pleut », par un mécanisme nécessaire, depuis la vue, l'audition, ou la perception des gouttes d'eau, jusqu'à la production des phonèmes par les organes de phonation. Une phrase sans pensée, sans objet, sans projet, sans référence, purement mécanique, une phrase qui serait le résultat de l'action de l'environnement sur l'organisme. Pourtant, si je dis les deux mêmes mots, quelque temps après une conversation conduisant à décider d'aller chercher des escargots s'il se mettait à pleuvoir, l'autre, entendant « il pleut » comprend « nous allons pouvoir chercher des escargots ». Un contexte signifiant transforme la même phrase ; il en modifie le sens et peut indiquer la référence à une intention.

Nous ne disons jamais « il pleut » comme le résultat déterminé d'une perception. Si, en principe, il serait possible que l'expression verbale ne fût qu'une description mécanique de ce qui est, en pratique, nous parlons à autrui avec une intention, en reconnaissant qu'il comprend ce qu'est une intention. Cette reconnaissance peut être telle que nous sommes capables de ne dire qu'une sentence factuelle ; nous savons que l'autre en déduira l'intention. Si nous pouvons émettre des propositions factuelles dont nous savons qu'elles seront comprises en fonction d'une intention, c'est que nous admettons que l'autre est capable, comme nous, de traduire en intention ce qui ne semblait que factuel, parce que la phrase en question se réfère à une intention préalablement échangée. C'est ce qu'on entend par les termes « connivence » ou « complicité », lesquels décrivent une relation de compréhension réciproque d'intentions. Je peux dire « il pleut » pour exprimer ma déception car j'espérais aller à la plage, ou pour exprimer ma satisfaction car le jardin commençait à dépérir, etc...

La question devient : pouvons-nous trouver un exemple de communication verbale concrète, pour laquelle nous pouvons affirmer que nous ne supposons pas que l'autre soit intentionnel ? Cela semble très difficile. Tout ordre n'a de sens que si nous supposons l'autre intentionnel et capable d'agir en conséquence, sinon, l'ordre n'est qu'un dressage par intimidation. Un ordre suppose une possibilité de

désobéissance. Toute explication, ou description, qui a pour but de faire comprendre à un autre ce que nous comprenons suppose que l'autre est intentionnel. Nous parlons très rarement pour exposer du factuel, sans, implicitement ou explicitement, désirer conduire l'autre à percevoir ce que nous percevons, ou à en déduire des conséquences. S'il nous arrive d'exposer du factuel, c'est parce que nous souhaitons transmettre une représentation à laquelle nous souhaitons que l'autre adhère ; en cela nous le supposons intentionnel et capable d'agir ou de répondre en conséquence.

2 – 2 – 2 – 2 – 5 – Nous pouvons donc transmettre notre intention à une autre personne par le langage

Nous pensons pouvoir transmettre notre intention, en l'exposant par le langage, à un autre, sinon, nous ne chercherions pas à exposer nos convictions, nos croyances, nos conceptions, nos sentiments, nos perceptions. Débattre de l'existence ou de l'illusion de l'intentionnalité, c'est reconnaître que nous pouvons, par la référence à la vérité d'une assertion, ou par l'usage d'une image signifiante, changer les convictions d'un autre, et transmettre notre intention, nos sentiments, nos convictions, nos raisonnements. Accepter le débat, c'est reconnaître l'intentionnalité des acteurs du débat, c'est reconnaître que ce qu'ils disent n'est pas que le résultat de déterminations, mais aussi la conséquence d'un but poursuivi. Critiquer les conceptions d'une personne en niant son impartialité dans le débat parce qu'elle ferait partie d'une groupe d'intérêt, ou parce qu'elle est en conflit d'intérêt, c'est reconnaître son intentionnalité. Être partial, c'est être intentionnel. La seule impartialité serait soit le pur aléatoire (le non-sens), soit une déduction (l'équivalent logique de la détermination, vide de sens également).

Obtenir l'adhésion d'un autre à un projet, c'est obtenir qu'il définisse un objectif, à partir de l'échange d'informations concernant cet objectif ou en relation avec d'autres objectifs. Nous transmettons un sens. Nous admettons qu'indépendamment des mécanismes déterminés de production des sons de la langue, nous pouvons transmettre une intention, sur la base de ce qu'elle peut signifier, à un autre qui la fait sienne, sur la base de ce qu'elle signifie pour lui. Nous reconnaissons que la transmission d'une information est de l'ordre de l'intentionnalité et non

de l'ordre du déterminisme. Nous reconnaissons que l'information, en tant que telle, exige de l'intentionnalité et la possibilité d'agir en conséquence.

2 – 2 – 2 – 2 – 6 – Comment comprendre toutes ces distinctions et tous ces effets s'ils ne sont pas réels ?

Pouvons-nous affirmer que notre organisation sociale et politique, notre droit, notre justice, nos activités de recherche et développement, notre conception de l'éducation, sont fondés sur une illusion ? Tout ceci ne serait qu'une énorme mascarade ? Si l'intention humaine et son efficacité sont irréelles, si nous ne pouvons pas agir intentionnellement, reconnaissons que tous les jugements que nous émettons, toutes les organisations que nous définissons, tous les programmes que nous mettons en place, toutes les formations que nous décidons, ne sont qu'une illusion. Ils ne sont que le produit de nécessités ou d'aléas.

Il paraît inconcevable que nous utilisions des distinctions, lesquelles nous permettent de juger des actions, de définir des fonctionnements entre personnes dans la société, sans qu'elles soient réelles. Si ces distinctions étaient indépendantes de la réalité, il se trouverait sans cesse des cas où des contradictions apparaîtraient entre les décisions prises et la réalité. La correspondance entre nos décisions et la réalité serait au mieux aléatoire (indépendance entre ces distinctions et la réalité), au pire en opposition avec la réalité (distinctions toujours fausses). Or l'expérience nous indique qu'il n'y a ni indépendance ni contradiction. L'organisation de la recherche scientifique le prouve par son efficacité (cf 2-2-2-2-1). Imaginons un instant une société humaine dont les acteurs ne sont que les jouets de processus aléatoires sélectionnés, en quelque sorte une société fonctionnant uniquement selon les principes darwiniens. Ce que nous appelons crime ne pourrait en être, et la justice ne serait que l'affrontement entre l'ordre militarisé collectif, plus ou moins stable, et toutes sortes de mafias et de malfaiteurs, émergeant aléatoirement. Je pourrais imaginer, dans une sorte de roman de science-fiction, le fonctionnement, à chaque niveau, d'une société dont les membres ne seraient agis que par le hasard et la nécessité. Est-ce que cette société serait plus évoluée qu'une fourmilière ? Il est probable qu'elle serait le lieu de beaucoup plus d'affrontements, car l'aptitude à l'action aléatoire est manifestement beaucoup plus élevée chez l'homme

que chez la fourmi. L'efficacité de ces distinctions confirme leur réalité, et en conséquence prouve la réalité de l'activité intentionnelle.

## **2 – 3 – La neurologie (expérimentation de Libet) confirme le concept d'intentionnalité agissante**

Dans son livre *Mind Time*<sup>51</sup>, Benjamin Libet décrit les expérimentations qui lui ont permis de mesurer les durées précises s'écoulant entre des états de conscience et les activations neuronales détectées. Les scientifiques qui en concluent à l'absence d'efficacité intentionnelle « oublient » les conditions de l'expérimentation, conditions dans lesquelles l'intention préalable est un prérequis puisque non seulement les volontaires participants à l'expérimentation sont conscients de ce qui est attendu d'eux, mais en outre il leur est demandé de décider d'eux-mêmes du moment de leur décision, et ce, avant ou sans planification préalable. Ces mêmes scientifiques confondent ce que Jean-Paul Sartre appelle la conscience non théorique, celle qui ne se réfléchit pas, et la conscience réflexive<sup>52</sup>, laquelle conduit à la possibilité de formulation par le sujet de son propre état de conscience ; ce que je nommerai ici *intention* et *conscience réflexive*. De l'existence de mécanismes déterminés inconscients dans le processus qui mène de l'action intentionnelle à la conscience réflexive, il est aussi abusif de conclure à l'absence d'intentionnalité consciente.

### ***2 – 3 – 1 – Présentation et résultat de cette expérimentation neurologique***

Cette expérimentation neurologique de Libet et ses collaborateurs a été vérifiée par de nombreux autres neurologues. On demande à des sujets de participer à l'expérimentation suivante. Dans un contexte précis, ils auront à appuyer avec l'index sur un bouton et indiquer le moment précis où ils décident mentalement de le faire. Les appareils permettent à la fois de mesurer des caractéristiques de fonctionnement des parties impliquées de leur cerveau et de noter le moment où ils appuient sur le bouton. Les participants savent qu'ils appuieront sur le bouton, qu'il leur reste à choisir le moment précis, qu'ils doivent préciser ce moment par observation d'un cadran. Ils sont déjà dans l'anticipation.

---

<sup>51</sup> Benjamin Libet, *Mind Time*, Cambridge (Massachusetts), Londres (Royaume-Uni), Harvard University press, 2004

<sup>52</sup> Jean-Paul Sartre, *L'Être et le Néant*, Paris, Gallimard, 1943

Ils agiront selon cette intention préalable définie, dont l'objet a été décrit par des échanges verbaux signifiants. C'est cette intention qui permet à l'expérimentation de réussir. Car, prétendre que cette expérimentation prouve que l'intention « consciente » n'existe pas revient à occulter la base même de l'expérimentation, laquelle a lieu dans une anticipation préétablie. Par construction, l'expérimentation de Libet, et les autres qui l'ont validée, reconnaissent – et même plus, posent – l'existence de l'intentionnalité. On peut déjà en déduire que, quelle que soit l'analyse qui va suivre, on ne peut nier que l'action en question soit intentionnelle, **puisqu'elle l'est par construction**. Cette intentionnalité est bâtie non pas quelques centaines de millisecondes avant le début de l'intention, mais des minutes auparavant.

Qu'obtient-on au niveau des mesures cérébrales ?

1 – On constate que le cortex frontal, qui a reçu l'instruction (**après que le participant a reçu l'instruction et qu'il est en position**) active le cortex pariétal, lequel prépare le mouvement. C'est le temps zéro.

2 – Au temps +200 millisecondes apparaît un potentiel de préparation motrice avec transfert des informations du cortex pariétal au cortex moteur. On enregistre une activité dans le cortex moteur.

3 – Au temps +550 millisecondes : le cortex moteur est « suffisamment activé », il envoie un message au cortex pariétal ; **le sujet prévient qu'il décide consciemment d'appuyer**.

4 – Au temps + 750 millisecondes, le cortex moteur commande la contraction des muscles.

Le cortex frontal du sujet intentionnel émet des messages d'activation au cortex pariétal, et 200 millisecondes plus tard le cortex moteur est prêt à envoyer le message de mouvoir l'index. L'activité intentionnelle est déjà en place. Au temps 550 millisecondes, le cortex moteur est activé, prêt à agir et envoie un message au cortex pariétal. C'est au même moment que le sujet indique qu'il décide d'appuyer consciemment. 200 millisecondes après cette prise de conscience, le cortex moteur commande la contraction des muscles.

### ***2 – 3 – 2 – Nous pouvons en déduire les trois étapes de l'action intentionnelle***

L'expérimentation de Libet est construite avec des participants qui reçoivent des consignes préalables. Ils savent qu'ils devront appuyer sur

un bouton avec l'index droit. Ils savent qu'ils devront indiquer quand **ils ont conscience de l'intention d'appuyer sur le bouton**. Des capteurs permettent de suivre leurs activités cérébrales.

Ce sur quoi tant de commentateurs ont insisté, c'est que l'expérimentateur, par l'intermédiaire de l'analyse des activités cérébrales, détecte une modification de l'activité cérébrale propre à l'action de l'index, **avant que le participant n'ait conscience qu'il décide d'appuyer sur le bouton**. Cela signifie, en accord avec notre description ci-dessus, et, comme l'avait déjà identifié le philosophe John Searle<sup>53</sup>, que dans l'action intentionnelle, il existe trois moments spécifiques, lesquels sont en réalité trois états du sujet intentionnel :

- 1 – Le moment de l'intention préalable par laquelle nous préparons consciemment les modalités de l'action (anticipation, représentation) ;
- 2 – Le moment de l'intention en action par laquelle nous agissons ;
- 3 – Le moment de la conscience réflexive, par laquelle nous sommes conscients de décider d'agir.

Ces trois moments se succèdent selon des séquences quantifiables en termes de temps.

Il faut au moins 550 millisecondes entre l'intention d'agir et l'action en tant que telle. Le temps de 750 millisecondes est probablement variable, car il pourrait être décalé comme conséquence de la nécessité – telle que demandée par l'expérimentation, et probablement aussi conséquence de cette construction –, d'indiquer la prise de conscience réflexive de l'action, ce qui pourrait ralentir cette action du temps de la prise de conscience, sauf circuits entièrement parallèles, soit environ 350 millisecondes, et de l'indication de cette prise de conscience, soit encore entre 20 et 200 millisecondes.

Nous pouvons calculer le temps nécessaire pour la prise de conscience réflexive. Le temps de 200 millisecondes peut être interprété comme celui qui est nécessaire entre la « prise de décision » telle qu'enregistrée par les activités du cortex frontal, et la mise en place des conditions pour agir. On peut considérer qu'il s'agit du temps zéro de l'acte intentionnel proprement dit. Aussi  $550 - 200 = 350$  millisecondes est-il le temps nécessaire pour que la conscience réflexive, la conscience d'être conscient, puisse avoir lieu. Il semble que ce temps varie selon les

---

<sup>53</sup> John R. Searle, *Intentionality*, New York, Cambridge University press, 1983

expériences entre 100 et 500 millisecondes.

Les deux processus (conscience réflexive et conscience agissante) peuvent-ils avoir lieu sans aucune interférence ? Nous savons par expérience intérieure qu'il est très difficile d'associer intention, ou conscience d'objet, et conscience réflexive. Nous avons tous l'expérience d'être en train de lire, ou d'étudier – nous sommes concentrés – et d'être interrompus par quelqu'un qui pose des questions. Si la question est très pressante, nous sortons de notre étude, répondons aux questions, et lorsque nous revenons à ce que nous faisons, nous ne savons plus où nous en étions. Est-ce que nous n'étions pas conscients ? Nous étions conscients de ce nous faisons, mais, nous n'avons pu prendre le temps d'une conscience réflexive favorisant la mémorisation, même à court terme. Admettons que ces deux processus fonctionnent de manière parallèle et indépendante. Cette prise de conscience a peut-être un effet sur la suite, puisque si les deux processus étaient complètement indépendants, les 200 millisecondes supplémentaires, après la prise de conscience, ne seraient peut-être pas nécessaires. La réponse à cette question ne peut être résolue que expérimentalement, par l'utilisation de témoins adéquats. On déduit des données de l'expérimentation qu'il faut au maximum 200 millisecondes pour la construction de l'intention, 350 millisecondes pour passer de cette construction à l'action intentionnelle. Par ailleurs, il faut environ 350 millisecondes (entre 100 et 500) pour passer de la conscience agissante à la conscience réflexive, c'est-à-dire à la conscience de cette conscience agissante. Prendre conscience de notre état de conscience n'est pas instantané, mais demande du temps.

La remise en cause de l'action intentionnelle à partir de telles expérimentations provient de l'ignorance de la différence entre l'intention directement agissante (que j'appelle ici « conscience d'objet », ou intention) et la conscience réflexive (conscience **de** soi, la conscience de la conscience). La conscience réflexive, utilisant le langage représentationnel, est ce qui nous différencie des animaux qui nous sont les plus proches (les singes supérieurs)<sup>54</sup>, par contre il ne semble pas que les processus intentionnels soient très différents entre eux ou nous. Nous avons besoin de l'ordre de 350 millisecondes pour prendre conscience de nos états de conscience. Parce que nous vivons dans l'espace et le temps,

---

<sup>54</sup> Francis Kaplan, *Des singes et des hommes*, Paris, Fayard, 2001



et ce malgré l'impossibilité de définir la conscience dans ces termes, passer d'un état de conscience à un autre demande un temps qu'il est possible de déceler et de corrélérer à l'activité cérébrale.

***2 – 3 – 3 – Nous ne pouvons avoir conscience des mécanismes déterminés que nous mettons en œuvre en même temps que nous les mettons en œuvre***

Nous savons que nous n'avons pas conscience des mécanismes neurologiques, biochimiques, et physiologiques, qui nous permettent d'atteindre nos buts. Nous n'avons conscience que du but et de l'adéquation de la réponse de notre corps à notre activité intentionnelle. Ceci est général à toute action intentionnelle : il existe de nombreux fonctionnements mécaniques dont nous ne sommes pas conscients, sinon, l'action serait extrêmement lente. La prise de conscience demande des échanges de données, et donc du temps. Il existe entre le moment de notre intention et le moment de son effet un temps incompressible durant lequel nous n'avons aucune prise. Je l'appellerai « temps aveugle ». La question que peut se poser toute personne qui a des activités exigeant des réponses rapides, c'est : d'où vient ce temps supplémentaire qui s'ajoute entre notre action intentionnelle et notre prise de conscience réflexive sur notre action ? Tout se passe comme si, entre notre intention et notre prise de conscience, il fallait du temps. *Être conscient de quelque chose* et *être conscient de soi conscient de quelque chose* sont non seulement différents, mais le passage de l'un à l'autre demande du temps. Ce n'est généralement pas visible, à moins d'une capacité introspective très fine, sauf quand il faut agir très vite. Nous pensons le plus souvent que ce « temps aveugle » provient des mécanismes de transmission qui vont d'abord de notre cerveau à nos muscles, puis de nos muscles à notre cerveau, car nous imaginons que notre prise de conscience vient d'abord de notre conscience des mouvements du corps.

L'expérimentation de Libet dévoile de manière plus fine que ce « temps aveugle » existe aussi dans les mécanismes neurologiques eux-mêmes, dans les mécanismes qui sous-tendent la prise de conscience réflexive. Lorsque nous agissons intentionnellement, il existe un temps incompressible entre l'intention d'agir (laquelle est conscience, contrairement à ce que croient Libet et de nombreux neurologues) et la prise de conscience de cette intention d'agir. Une part de ce temps est aveugle, nous ne sommes pas conscients des mécanismes neurologiques

impliqués. Cela concerne bien sûr les mécanismes physiologiques moteurs, dont j'ai parlé ci-dessus, ce dont nous sommes généralement non conscients, mais l'expérimentation de Libet, et les nombreuses autres qui l'ont confirmée, montre que cela concerne aussi les mécanismes cérébraux eux-mêmes, directement associés à la conscience réflexive, ce qui n'était pas évident *a priori*, sauf capacité d'introspection très fine. Cette capacité d'introspection est d'autant plus difficile que Libet a découvert que nous anti-datons notre prise de conscience du temps qu'il faut pour passer de l'intention à la conscience réflexive. Ceci nous permet de n'être pas en décalage permanent, même si la prise de conscience réflexive est décalée.

L'expérimentation de Libet confirme, en la précisant, l'expérience quotidienne qui nous permet de distinguer la succession de trois moments : l'intention préalable par laquelle nous sommes en posture d'anticipation, l'intention en action, la prise de conscience réflexive de notre propre décision – avant laquelle existe un « temps aveugle » de 350 ms. Durant ce temps, nous sommes dans l'intention, mais nous ne sommes pas dans la conscience réflexive.

Cela est probablement vrai de tout mécanisme qui se positionne entre un état de conscience et un autre état de conscience. La conscience intentionnelle peut être non réflexive, et néanmoins, il existe des « temps aveugles », ceux qui séparent l'action intentionnelle cérébrale de la conscience que cette action a lieu. Si je lève le bras pour prendre un objet, il faut un certain temps pour que je sache, dans le sens de la connaissance réflexive, si mon bras va là où je le souhaite. Le temps moyen entre chaque état de conscience est de l'ordre de la demi-seconde. En une heure, nous devrions pouvoir réaliser de l'ordre de 7 000 mouvements au maximum. Il s'avère qu'il existe aussi un « temps aveugle » entre conscience intentionnelle, et prise de conscience de cet état de conscience. Ce « temps aveugle » de 350 millisecondes est probablement propre au fonctionnement des mécanismes cérébraux humains, entre le démarrage de l'action intentionnelle et la conscience (réflexive) de la décision. Durant ce « temps aveugle » incompressible, nous ne pouvons pas être conscients de ce qui se passe en nous. Nous pourrions généraliser en disant que toute prise de conscience réflexive demande de l'ordre de 350 millisecondes par « pas ». Sauf possibilité de traitements en parallèle, dans la réflexion, l'unité de temps est de 350

millisecondes. En une heure de réflexion intense, nous pouvons réaliser 10 000 de ces « pas », mais guère davantage.

### ***2 – 3 – 4 – Ces résultats sont confirmés par l'expérience quotidienne***

Lorsque nous conduisons dans un parking souterrain où les distances sont très courtes et les risques d'écorner la voiture, très grands, nous conduisons très lentement. Dans chaque cycle « action intentionnelle – conscience réflexive », nous avons besoin d'un « temps aveugle » de 350 millisecondes, propre aux séquences déterminées intracérébrales. Chacun d'entre nous sentait que c'était nettement plus court qu'une seconde, les scientifiques l'ont maintenant mesuré. Quelle que soit la complexité de l'action, si nous voulons la découper en cycles, durant lesquels étape par étape nous sommes conscients de nos propres choix, il nous faut au minimum 350 millisecondes supplémentaires par étape, ce supplément s'ajoutant au temps aveugle propre aux mécanismes déterminés nerveux et musculaires (dont l'unité est de l'ordre de 20 millisecondes).

Nous le savons tous : l'action consciente réflexivement de chaque étape, lors d'un long processus, conduit à une action lente. C'est pourquoi ceux qui réfléchissent leurs actions agissent lentement. Parmi ceux qui lisent lentement il existe des personnes qui veulent être en état de conscience réflexive après chaque unité de lecture. Ils acceptent, et souhaitent, la lenteur de la prise de conscience. Inversement, les sportifs qui doivent réaliser des performances sur un court de tennis ne peuvent être dans un processus de prise de conscience réflexive, ils sont dans un processus d'action intentionnelle. Dira-t-on qu'ils ne sont pas conscients, ni intentionnels ? Cela est faux puisque l'anticipation est globale, c'est l'intention préalable de gagner le match. Il faut des prises de conscience réflexive, à certains moments, et des réactions rapides à d'autres moments. L'observation de matchs de tennis montre que souvent celui dont la conscience est plus présente peut être moins rapide et même avoir des difficultés durant les premiers sets, mais il finit souvent par gagner, à condition que cette concentration consciente ne le pénalise pas trop au début. En revanche dans les arts martiaux ou les sports de combat où l'objectif est de gagner très vite, il faut intégrer des séquences « aveugles » durant lesquelles la conscience réflexive ne peut interrompre l'action.

Dans la pratique, « ce temps aveugle » est le plus souvent de 750 millisecondes, mais nous avons 200 millisecondes – entre le temps + 550 et le temps + 750 –, si nous sommes attentifs, pendant lequel nous pouvons arrêter le processus. La conscience réflexive a l'avantage de permettre de suspendre une action et on comprend que, dans un environnement dangereux, cela puisse être un avantage sélectif<sup>55</sup>. Ce sont les temps minimaux, incompressibles, pour l'action, à condition d'être en posture d'anticipation, et concentré sur l'action. Si je ne suis pas en posture d'anticipation, il faut ajouter les temps de réception des données par les sens, le traitement de ces données, et la prise de décision. Dans ce « temps global aveugle », dans le sens mécanistique, il y a plusieurs sous-séquences de « temps aveugle », en termes de conscience. Ceci est la conséquence du fait que nous vivons dans l'espace et le temps, et que notre cerveau est un espace de fonctionnement. Aussi est-il inconcevable que notre activité intentionnelle, bien que non descriptible en termes d'espace et de temps, d'un côté ne puisse pas être analysable, durant son action spatio-temporelle, et de l'autre ne subisse pas les contraintes proprement spatio-temporelles du cerveau.

Lorsque je marche rapidement, à une vitesse de 1,5 mètres par seconde, je sais que je peux sans problème gérer tout accident, toute modification de l'environnement, à quelques mètres devant moi. Si je rencontre un obstacle que je dois contourner, ou pour lequel je dois lever le pied – une pierre par exemple – il suffit que je le perçoive deux mètres à l'avance. Je sais, par expérience, que j'aurais le temps de l'éviter. 200 millisecondes représentent de l'ordre de 30 centimètres d'avancée. Lorsque je suis à vélo, sur une route plate et que je roule vite, soit environ à la vitesse de 8 mètres par seconde, je sais, d'expérience, que j'ai besoin d'anticiper de plus de 10 mètres si je ne veux pas être dans une situation d'impossibilité de réaction. En voiture, sur une route départementale sinueuse, je perçois que, si je roule à 90 kilomètres par heure, je suis en danger permanent. À cette allure, je roule environ à 25 mètres par seconde. Si la route est vraiment sinueuse, je n'ai souvent pas plus de 40 mètres de visibilité. Si une voiture arrive en sens inverse à la

---

<sup>55</sup> C'est une observation, et non une explication. C'est à dire que nous constatons que la conscience réflexive peut arrêter une action en un temps très court inférieur à 200 ms, mais ce n'est en rien une explication de cette extraordinaire capacité à agir sur le fonctionnement matériel cérébral déjà en cours à partir d'une représentation des conséquences de l'action.

même vitesse, j'ai besoin d'au moins 80 à 100 mètres de visibilité pour être capable de réagir. À cette vitesse, une seule seconde d'inattention « coûte » au moins mètres. Lorsque je suis sur l'autoroute, à 130 kilomètres par heure, d'où vient cet étrange sentiment de sécurité ? J'ai besoin de 50 mètres pour réagir et j'ai souvent plus de 1000 mètres de visibilité, je peux sans risque avoir une seconde d'inattention qui correspond à 50 mètres de conduite aveugle, sur 1000 mètres d'anticipation, soit 20 secondes. Par contre, si, à cette vitesse, les voitures sont très resserrées, par exemple qu'il y a moins de 20 mètres entre mon prédécesseur et moi, je perçois que je suis en danger, sauf illusion d'une maîtrise que je n'ai pas.

Plus nous allons vite, plus le délai de réponse neuronal, entre intention et conscience réflexive, « coûte » en distance parcourue, et plus le temps nécessaire pour aboutir à la configuration correcte est long (temps de freinage, etc...). On peut dire qu'il existe aussi, dans ce cas, une sorte de « temps aveugle », ici traduit en « espace aveugle » entre le moment où nous prenons la décision et le moment où elle est suivie de l'effet final attendu. Durant ce temps, nous ne pouvons rien faire, nous n'avons plus de prise. Des mécanismes se succèdent sans que notre prise sur le réel soit effective. Nous expérimentons tous les jours des mécanismes de cette nature. Je décide d'appeler un ami au téléphone. J'ai d'abord le temps mécanique de taper sur les touches, temps que j'ai l'illusion de pouvoir raccourcir presque autant que je veux (il suffirait de taper plus vite), mais je perçois qu'il existe une vitesse maximale que je ne peux dépasser, pour des raisons physiques et physiologiques. Puis il y a le temps de l'appel, avant d'entendre la sonnerie chez mon correspondant, un « temps aveugle » sur lequel je ne peux rien. Nous vivons ces expériences avec les machines que nous employons. Il existe toujours un « temps aveugle » entre le démarrage du mécanisme mis en œuvre intentionnellement et l'effet de ce mécanisme. Nous ne pouvons avoir une conscience du résultat tant qu'il ne s'est pas effectué, tant que nous n'avons pas reçu d'information à ce propos. Cela vient de ce que nous vivons dans le temps et que toute action, aussi ténue soit-elle, même simplement de mettre en route certains neurones de notre cerveau, demande un certain temps. Si nous ne comprenons pas que la conscience d'objet et la conscience réflexive sont deux états de conscience différents, nous ne pouvons comprendre la succession propre aux « temps de

l'esprit ».

Il y a des situations particulières où ce « temps aveugle » devient démesurément long. C'est le cas de l'envoi d'une sonde autour de Saturne. Il faut plus de deux heures entre l'envoi d'un message et l'effet de ce message, la distance est si grande que les électrons mettent plus de deux heures pour aller de la terre à la sonde et réciproquement. On peut imaginer une conclusion philosophique selon laquelle nous ne sommes plus libres de diriger la sonde, et, dans un certain sens, cette conclusion est vraie, mais elle enfonce des portes ouvertes. Car c'est l'importance de ce « temps aveugle » qui exige de la part des ingénieurs une anticipation supérieure. Les commandants de bateau le savent. Plus un bateau est gros et long, et moins il est manœuvrable. En cas d'erreur de manœuvre, le commandant peut savoir, parfois plus de trente secondes à l'avance, qu'il va heurter un obstacle, sans pouvoir l'éviter. N'est-il plus pour autant intentionnel ? Pourquoi le reproche, qui lui sera fait, sera-t-il l'erreur d'anticipation ? Tout praticien le sait, plus le « temps aveugle » est long et plus il faut anticiper. Ne pas savoir anticiper sur un long laps de temps conduit à ne pas pouvoir commander un paquebot, ou à ne pas pouvoir diriger un programme de haute technologie.

### ***2 – 3 – 5 – Nous devons différencier l'intention de la conscience réflexive***

L'identification de l'intention et de l'état de conscience vient de Brentano et sera relayée et explicitée par Edmund Husserl : « *Chaque état de conscience possède un horizon [...]. C'est un horizon intentionnel, dont le propre est de renvoyer à des potentialités de la conscience qui appartiennent à cet horizon même* »<sup>56</sup>. Pour Brentano, tout état de conscience est orienté, il est conscience de quelque chose. En prenant conscience de mon propre état de conscience, je transforme cet état précédent en objet. Je ne suis plus dans l'état que j'observe, mais dans la situation de l'observateur de cet état. Peut-on affirmer que la conscience de mon propre état de conscience est intention d'agir sur cet état ? Nous expérimentons quotidiennement l'opposé, la conscience d'un état de conscience, le nôtre, que nous n'avons pas le désir de modifier. Je peux regarder une table, prendre conscience que c'est une table, sans pour autant avoir l'intention d'une action. Il y a certes une analogie entre l'intention, laquelle est

---

<sup>56</sup> Edmund Husserl, *Méditations cartésiennes*, trad. fr., Paris, Vrin, 2001

orientation pour agir (et même si finalement il n'y a pas d'action), et conscience d'un objet, dans le sens que les deux sont une visée, mais la différence entre les deux est bel et bien l'intention en tant que telle. La conscience de quelque chose, laquelle est visée vers la chose, n'est pas nécessairement intention, orientation pour agir. Je peux observer aux jumelles une perdrix, ou je peux la viser avec un fusil doté d'un objectif. Dans les deux cas il y a visée, mais ne voit-on pas que la différence est que, dans le deuxième cas, il y a une intention d'agir ? On peut rétorquer que dans les deux cas, il y a action, puisque prendre des jumelles et regarder est une intention active. Il est vrai, mais cela montre davantage les limites d'exemples quotidiens sur lesquels il est facile de déplacer le problème précis étudié (différence entre regarder et viser pour tirer) sur des aspects annexes du problème (il faut prendre un objet avec lunettes et regarder), et prétendre qu'on parle du même problème. Car il reste qu'il est possible d'avoir une représentation qui ne soit pas une représentation d'un but à atteindre, et ce même si la représentation reste d'ordre intentionnel.

Même dans des situations où nous sommes plongés dans l'action, nous pouvons, à la suite d'une prise de conscience, lâcher prise sur l'action et nous retirer. Ce n'est pas facile à vérifier, ce n'est pas une pratique courante, mais nous pouvons l'expérimenter. Nous restons conscients, nous sommes dans la conscience réflexive, et nous ne sommes plus intentionnels, dans le sens précis de ce que nous avons appelé « intention ». Il existe aussi un état de conscience d'être-là, et même, dans certains cas, d'être. Dans la conscience d'être-là nous sommes conscients du lieu spatial de notre présence consciente. Dans la conscience d'être, nous perdons nos référents spatiaux, et peut-être même temporels. Cette expérience de conscience peut être obtenue par les techniques de méditation d'origine orientale (bouddhisme zen, méditation transcendantale), ou encore par la pratique du caisson d'isolation sensorielle. Nous sommes conscients, mais sans image, ni projet.

Peut-on conclure néanmoins avec Sartre que : « *La condition nécessaire et suffisante pour qu'une conscience connaissante soit connaissance de son objet, c'est qu'elle soit conscience d'elle-même comme étant cette connaissance. C'est une condition nécessaire : si ma conscience n'était pas conscience d'être conscience de table, elle serait donc conscience de cette table sans avoir conscience de l'être ou, si l'on veut, une conscience*

qui s'ignorerait soi-même, une conscience inconsciente – ce qui est absurde. C'est une condition suffisante : il suffit que j'aie conscience d'avoir conscience de cette table pour que j'en aie en effet conscience.»<sup>57</sup> ? Y-a-t-il là une contradiction avec l'intention ? Il semble douteux que cette dernière soit définissable comme une conscience nécessairement connaissante. Comment prétendre que l'intention est nécessairement **connaissance** de l'objet de l'intention, dans le sens d'une conscience réflexive ? L'intention de prendre un verre rempli d'eau n'implique en rien une connaissance complète du verre, de son contenu, de la raison de ma soif, ni immédiatement et simultanément la conscience d'être conscient de cette intention. Pour que l'intention soit aussi connaissance de l'objet vers lequel tend l'intention, il faut davantage que l'intention. Il faut une conscience réflexive sur cette intention elle-même, et sur l'objet de l'intention. Sinon nous pourrions exposer toutes nos intentions, et la réflexivité ne ralentirait pas l'action intentionnelle. L'expérience nous montre qu'il nous arrive souvent d'avoir beaucoup de difficulté à exposer des intentions qui nous semblaient claires avant la tentative d'exposition de ces dernières. La psychanalyse nous montre que nous avons des intentions dont les fondements sont « inconscients », et que par l'analyse nous en découvrons les motifs, inconscients. Est-ce à dire que l'intention n'est pas consciente ? En fait, quelle que soit la complexité des motifs d'une intention, nous sommes toujours conscients de l'objet de l'intention, même si la connaissance que nous en avons reste floue. Cette conscience d'objet ne signifie ni conscience des mécanismes qui permettent de réaliser la fin visée par l'intention, ni une conscience de tous les motifs de l'intention. Sartre poursuit d'ailleurs en reconnaissant que « *La conscience de soi n'est pas couple. Il faut, si nous voulons éviter la régression à l'infini qu'elle soit rapport immédiat et non cognitif de soi à soi.* » Cette propriété de la conscience (réflexive ou non réflexive) est également vraie pour l'intention. « *La conscience immédiate que je prends de percevoir ne me permet ni de juger, ni de vouloir, ni d'avoir honte. Elle ne connaît pas ma perception, elle ne la pose pas : tout ce qu'il y a d'intention dans ma conscience actuelle est dirigée vers le dehors, vers le monde.* »<sup>58</sup>.

On pourrait dire que l'intention est nécessairement une conscience d'objet, mais qu'elle n'est nullement une conscience réflexive. Il n'est pas

---

<sup>57</sup> Jean-Paul Sartre, *L'être et le néant*, Paris, Gallimard, 1943, ed. cor., 2003, p 18

<sup>58</sup> Jean-Paul Sartre, ouvrage cité, p 19



nécessaire que la conscience réflexive soit présente lors d'une intention, et la conscience réflexive n'est pas, dans le sens précis que nous avons donné au terme « intention », une intention. Il est possible d'être conscient sans être intentionnel, mais non d'être intentionnel sans aucune conscience. L'intention est consciente dans le sens de la conscience d'objet, mais la conscience réflexive, celle qui permet d'exprimer l'intention, est autre que la conscience propre à l'intention. Ceci ne signifie pas que la conscience réflexive est couple par rapport à la conscience intentionnelle, elle est ultérieure temporellement, même si ce temps est très court.

L'intention est conscience, elle est conscience d'objet et non conscience **de** soi dans le sens de la conscience réflexive. Sartre reconnaît que la syntaxe nous pose un problème d'expression, et il indique que la conscience primaire, la conscience intentionnelle, est conscience (de) soi, la parenthèse indiquant qu'il ne peut s'agir d'une conscience réflexive. « *Cette conscience (de) soi, nous ne devons pas la considérer comme une nouvelle conscience, mais comme le seul mode d'existence qui soit possible pour une conscience de quelque chose. De même qu'un objet étendu est contraint d'exister selon les trois dimensions, de même, une intention, un plaisir, une douleur ne sauraient exister que comme conscience immédiate d'eux-mêmes. L'être de l'intention ne peut être que conscience, sinon l'intention serait chose dans la conscience.* »<sup>59</sup> Il en conclut : « *Nous avons saisi, au contraire, un être qui échappe à la connaissance et qui la fonde, une pensée qui ne se donne point comme représentation ou comme signification des pensées exprimées, mais qui est directement saisie en tant qu'elle est – et ce mode de saisissement n'est pas un phénomène de connaissance, mais c'est la structure de l'être.* »<sup>60</sup>

Dans l'expérience de Libet, le sujet doit indiquer quand il prend une décision. Pour pouvoir le dire, il doit prendre connaissance de sa propre intention, son état de conscience est un état réflexif. Il ne s'agit pas que de la conscience d'un objet, mais de la conscience de soi décidant. Ce que montre Libet, c'est que passer de la conscience d'objet à la conscience de soi connaissant son intention, demande de l'ordre de 350-400 millisecondes. Il est possible de valider en neurologie, et dans le cadre des expériences de Libet, la réalité de ces deux états de conscience

---

<sup>59</sup> Jean-Paul Sartre, ouvrage cité, p 20

<sup>60</sup> Jean-Paul Sartre, ouvrage cité, p 23

différents. Libet reconnaît qu'il existe une différence neurologique entre l'intention reconnue (qu'il prétend être inconsciente) dans le cadre de son protocole, et les mécanismes neurologiques qui conduisent à des actions non intentionnelles. L'activation neurologique antérieure à la prise de conscience de la décision n'apparaît pas dans les actes compulsifs (par exemple ceux qui sont propres au syndrome de La Tourette). Nous sommes l'objet de pulsions qui ne sont pas intentionnelles, et celles-ci n'entrent pas dans le cadre de cette expérimentation. Par contre, les mesures neurologiques d'action réalisées sans intention ne montrent pas ces activations de 350 millisecondes avant l'éventuelle prise de conscience. En conséquence, les activations, précédant de 350-400 millisecondes la prise de conscience, correspondent à l'intention elle-même. Mais conclure qu'il existe des actions intentionnelles ne signifie pas qu'il n'existe pas d'actions déterminées neurologiquement.

Je n'ai pas pour objet, ici, d'étudier les motifs d'une intention, ni de me pencher sur le problème de la conscience réflexive qui semble avoir un lien sur le langage, sans pour autant être exigence absolue du langage. Les études de Libet montrent que, indépendamment des motifs d'une intention, et indépendamment de la conscience réflexive que j'ai de mon intention, les mécanismes issus de l'intention n'apparaissent pas 350 millisecondes après l'intention. Les 350 millisecondes sont celles qui permettent de passer de l'intention à la conscience réflexive de l'intention, car nul ne peut exposer son intention sans être en état de conscience réflexive. Il est donc probable que les signaux cérébraux indiquant le démarrage de l'intention soient au contraire simultanés, ou même postérieurs, à l'intention elle-même. Cette conclusion est de toute façon celle que l'on déduit de la construction même de l'expérimentation.

### ***2 – 3 – 5 – L'expérimentation de Libet confirme donc l'action intentionnelle et précise ses étapes***

Nous pouvons conclure qu'il n'y a rien dans l'expérimentation de Libet qui pourrait amener à déduire que l'activité intentionnelle n'existe pas, ou même, comme le croit Libet, qu'elle est inconsciente dans son démarrage. Le fait de confondre conscience réflexive et conscience d'objet (l'intention) – ou encore intention à contenu propositionnel et intention à visée d'objet – a pour conséquence de biaiser les raisonnements ultérieurs. En particulier, ses considérations sur

l'inconscient sont certainement à réétudier. Dans cette expérimentation l'intention existe, puisque c'est son prérequis. Cette expérimentation permet de valider la différence entre conscience de l'objet (l'intention) et conscience réflexive de son propre état de conscience. Elle montre que nous ne sommes pas conscients des mécanismes déterminés cérébraux qui permettent à l'intention d'être agissante, et que nous ne sommes pas conscients des mécanismes déterminés cérébraux qui permettent à la conscience réflexive d'être consciente de son état de conscience. Cette expérimentation a permis aussi de quantifier les temps nécessaires entre chaque étape. Le seul fait que l'expérience de Libet soit si souvent invoquée, aussi bien par les tenants de l'existence de l'intention que par ceux qui la nient, confirme l'importance de la signification qui sous-tend cette expérience, et donc l'importance de l'intentionnalité.

## **2 – 4 – L'efficacité de l'intention est prouvée aussi par la possibilité d'invention**

J'ai montré qu'il n'est pas possible d'expliquer l'existence d'une intention qui serait sans efficacité. En effet, l'intention ne peut être niée, sur le fondement de la croyance au déterminisme ou d'une affirmation de la vérité du déterminisme. Il n'est pas possible non plus de prouver que l'intention n'existe pas, par le seul fait que la recherche de preuve est intentionnelle. J'ai aussi montré que, sans reconnaissance de l'action intentionnelle efficace, toute l'organisation sociale devient une mascarade. Croire que l'intention n'existe pas n'est possible ni pour soi, ni pour les autres dans nos relations avec eux. J'ai donc conclu que la neurologie confirme la temporalité de l'action intentionnelle.

Il est possible de prouver, par une approche de type expérimental, que l'intention est efficace. J'étudierai l'invention humaine et j'analyserai pourquoi le déterminisme ne permet pas d'expliquer l'invention, et pourquoi, pour grand nombre d'inventions, sinon toutes, le hasard ne suffit pas non plus, et ce, même s'il peut être utile. Si l'invention humaine ne peut être le produit ni du déterminisme, ni du hasard, c'est qu'elle est le produit de l'action intentionnelle de celui qui invente.

### ***2 – 4 – 1 – On ne peut expliquer l'invention par le déterminisme***

Il est généralement reconnu que l'invention ne peut être totalement déterminée et qu'elle demande au minimum des combinaisons aléatoires.

Pourquoi une invention n'est-elle pas possible, si tout est déterminé ?

*2 – 4 – 1 – 1 – Si c'est déterminé, c'est prévisible*

C'est une conséquence du déterminisme que tout phénomène peut être prédit pourvu qu'on connaisse les causes qui le produisent. On peut définir deux catégories de causes, lesquelles restent, selon la terminologie d'Aristote, des causes efficientes. En premier lieu, ce qui résulte d'une succession de causes et d'effets entre des événements distincts et ordonnés dans le temps ; il s'agit d'une causalité événementielle, dont le modèle type est la mécanique, et auquel répondent la chimie et les réactions biochimiques et biophysiques de l'organisme. Il y a également la causalité non événementielle, le plus souvent définie par ce que les physiciens appellent un champ, qui conduit à l'existence d'une force, laquelle n'entraîne pas nécessairement une succession de causes et d'effets. La gravité, les champs électromagnétiques, ne sont pas des événements qui se succèdent mais sont causes d'états macroscopiques. Par exemple, la forme sphérique de la Terre, des planètes et des étoiles, résulte de l'effet de la gravité. On peut dire que la gravité est la cause de cette forme sphérique. Je n'entrerai pas ici dans une analyse détaillée de ces deux modalités causales car cela n'apporte rien à mon propos.

Dans les deux cas, la relation de cause à effet permet de prédire tout événement au moins en principe. Le résultat est potentiellement décrit dans les causes concourantes. C'est sur cette base que se construit l'activité de recherche scientifique, laquelle consiste à identifier les causes et à bâtir les expérimentations dans des conditions où sont isolées les causes dont on veut étudier ou prouver les effets. Le travail en laboratoire consiste à créer les conditions permettant de séparer les facteurs, et l'expérience montre que chaque fois qu'une série déterminée est isolée, le résultat est toujours prévisible.

Comme l'avait compris Laplace, si tout est déterminé, tout ce qui se déroule est prévisible. Est-ce à dire que lorsque de l'imprévu arrive, cela signifie que ce n'est pas déterminé ? Je ne peux le déduire. Lorsque nous parlons d'imprévu nous signifions que nous n'avons pu prévoir le nouveau qui est apparu. Cela peut provenir de notre incapacité à prévoir ce qui devait arriver, ce qui signifie une ignorance d'une cause. Nous devons distinguer ce que nous ne pouvons prévoir par ignorance, c'est-à-

dire de fait, de ce qui n'est pas prévisible, de principe, parce que c'est indéterminé. Si un phénomène est déterminé, il suffit de chercher les lois qui conduisent à son apparition, lois définissant des relations entre des causes et des effets. La supposition qu'un phénomène est déterminé conduit à rechercher les nécessités qui l'ont fait apparaître. Réciproquement, la connaissance de ces nécessités conduit à prévoir l'apparition de ce phénomène comme conséquence nécessaire.

C'est la nécessité biologique qui conduit le rosier à produire des roses et non des œillets. C'est la nécessité physique qui conduit la pomme qui se détache à tomber sur le sol. C'est la nécessité chimique qui conduit l'acide à réagir avec le marbre. C'est la nécessité physico-chimique qui conduit le rassemblement d'un grand nombre de molécules de  $H_2O$  à se comporter comme de l'eau. C'est la nécessité physique qui conduit l'eau à se transformer en vapeur sous l'effet d'apport d'énergie. Par la nécessité, toute combinaison de causes définies donne toujours un effet prévisible. L'utilisation des mécanismes déterminés nous permet d'obtenir ce que nous attendons, car la connaissance des déterminismes nous permet de prévoir. Notre nouvelle capacité à prévoir le climat des jours suivants, même si elle reste limitée, provient du développement de nos moyens de mesure des causes conduisant de manière déterminée aux changements du temps qu'il fait. La multiplicité des causes concourantes rend la prévision plus difficile concrètement mais réalisable de principe.

Conclure qu'il existe un chaos déterministe en s'appuyant sur une sensibilité aux conditions initiales, et suggérer ainsi que quelque chose de nouveau peut sortir du déterminisme, c'est oublier que la sensibilité aux conditions initiales signifie soit que la mesure des conditions initiales est insuffisamment précise, ce qui conduit à nous référer à notre ignorance des causes, soit que les conditions initiales sont indéterminées, de principe, et dans ce dernier cas il n'est plus possible de parler de déterminisme absolu, qu'il s'agisse de chaos ou pas. Le chaos déterministe, s'il est fondé sur des conditions initiales indéterminées, est chaos parce qu'il existe un certain nombre de possibilités non déterminées en amont des séries déterminées, et que les processus qui se succèdent sont très sensibles à une faible variation des conditions initiales.

Le problème dit « des trois corps » est une des questions traditionnelles de mécanique céleste, et Poincaré a montré que même des

relations déterminées peuvent conduire à une indétermination de principe du résultat. Ce problème consiste à essayer de déterminer les trajectoires de trois corps soumis mutuellement à leur attraction gravitationnelle. Il n'est pas possible de résoudre ce problème analytiquement (c'est-à-dire sous la forme d'une simple équation différentielle). Poincaré a établi dès la fin du 19<sup>ème</sup> siècle une différence fondamentale entre les systèmes intégrables et les systèmes non intégrables. Pour ces derniers, on ne peut en donner une solution que par des calculs approchés. Le problème des trois corps continue d'ailleurs à susciter des travaux puisqu'il a des applications en termes de positionnement de satellites, et qu'il permet de prévoir des astéroïdes situés de manière stable dans certaines positions par rapport aux deux planètes principales (les « grecs » et les « troyens » de Jupiter par exemple). Pour notre propos, retenons, à ce stade de notre réflexion, que le problème des trois corps était en premier lieu le problème de la démonstration de la stabilité du système Lune-Terre-Soleil, et non celui de la preuve d'une possibilité de chaos ou de nouveauté produite de manière déterministe.

#### *2 – 4 – 1 – 2 – Si c'est déterminé, c'est reproductible*

C'est la connaissance des déterminismes des phénomènes qui nous permet de produire les objets dont nous avons besoin. Le fonctionnement de la voiture étant déterminé, nous savons que, chaque fois que nous appuyons sur l'accélérateur, le moteur augmente son régime. Si nous tournons le volant, les roues tournent de manière proportionnelle. Ainsi, si les causes concourantes sont identiques, les résultats sont identiques. Tout résultat déterminé est reproductible de la même manière que je peux reproduire la même note chaque fois, en tapant sur la même touche de piano. Si nous n'obtenons pas le résultat attendu, nous en déduisons avec raison qu'il y a une panne, qu'une cause concourante est absente. Ce déterminisme suppose que les mécanismes déterminés sont reproductibles, l'influence de l'environnement étant négligeable. Dans les conditions usuelles d'utilisation d'une voiture, l'influence de l'environnement ne joue guère sur les fonctionnements ; ils sont reproductibles, l'utilisateur peut prévoir les réponses de la machine à ses actes.

La reproductibilité du déterminisme signifie que, chaque fois que les mêmes causes sont rassemblées, il se produira les mêmes effets. Si un

nouveau phénomène apparaît, la référence au déterminisme conduit à affirmer qu'il y a une nouvelle cause. Cette nouvelle cause peut provenir d'une série déterminée nouvelle, non identifiée auparavant.

*2 – 4 – 1 – 3 – Il n'y a donc rien de nouveau qui puisse sortir de mécanismes entièrement déterminés*

Dans la compréhension de l'invention, et du nouveau en général, l'approche déterministe montre une réelle capacité à trouver de nouvelles causes à partir de nouveaux effets identifiés. Elle permet de « remonter » du nouveau aux causes qui l'expliquent. Mais elle ne permet pas, à partir de causes parfaitement identifiées, de produire du nouveau. Quand tout est donné *ex ante*, rien de nouveau n'est possible. Pourtant, lorsque le nouveau a eu lieu, l'explication déterministe *ex post* peut être utilisée pour trouver la cause de la nouveauté, cause indépendante des séries déterminées identifiées *ex ante*. Cette indépendance implique une possibilité de calcul probabiliste et j'y reviendrai en détail.

La nécessité absolue ne peut donc pas conduire à quelque chose de nouveau. Qu'il s'agisse d'une nécessité temporelle par laquelle l'effet provient d'une cause antérieure (selon le modèle de la mécanique), ou d'une nécessité atemporelle, que je qualifierai de structurelle, par laquelle l'effet est une conséquence simultanée (selon le modèle des propriétés de l'eau), s'il y a nécessité, il n'y a pas d'indépendance, pas d'interaction entre séries déterminées, pas de nouveauté. Le nouveau est une combinaison d'éléments, éléments subatomiques, atomiques, moléculaires, ou macroscopiques. On ne peut invoquer la rencontre de séries déterminées indépendantes pour justifier la nouveauté, et faire référence à un déterminisme absolu. Si ces séries sont indépendantes, leur rencontre n'est pas déterminée. Si leur rencontre est déterminée, ces séries ne sont pas indépendantes. Il devient possible de définir les lois de ces rencontres qui concourent à l'apparition du phénomène et, en conséquence, de les prédire. C'est une possibilité de principe, même si cela peut paraître aussi hors de portée, de fait. C'est la raison pour laquelle l'explication de la nouveauté ne peut pas faire référence au déterminisme *ex ante*, même si l'analyse déterministe *ex post* est possible. Rien n'arrive sans cause, mais des causes peuvent être indépendantes. Cette indépendance des séries déterminées, qu'il s'agisse d'action intentionnelle ou de phénomènes naturels, est une faille dans le

déterminisme absolu, et cela, même si tout effet est produit par une cause, et si l'intention n'existe pas.

Comment un phénomène nouveau pourrait-il apparaître sans cause ? Ce serait inintelligible. Dire que le déterminisme ne peut conduire à du nouveau ne signifie pas que le nouveau est apparu sans détermination. Quelle que soit la nouveauté qui apparaît, il faut bien qu'une cause la produise. Nous avons une difficulté conceptuelle réelle à concevoir ce que signifie une indépendance des séries déterminées, car nous sommes bien obligés d'admettre que si cette indépendance existe, il existe des « lieux » d'indétermination sur lesquels notre raison, laquelle exige le déterminisme, trouve ses limites. L'indépendance des séries déterminées ne peut être fondée que sur l'indépendance de leur origine.

*2 – 4 – 1 – 4 – C'est pourquoi un automate ne peut rien produire de nouveau*

Nous savons par expérience qu'un automate entièrement déterminé ne rien produire de nouveau ; nous pouvons affirmer, de principe, qu'un tel automate ne pourra rien produire de nouveau. Si nous avons parfois l'impression que les ordinateurs et les robots les plus complexes sont capables d'inventer, c'est parce que nous nous trompons sur l'origine de l'invention. Si des nouveaux domaines en mathématiques, ou dans les sciences fortes consommatrices de capacités de traitement, ont pu être explorés grâce à l'ordinateur, ce dernier n'a rien inventé de ce qui a été trouvé. Pas plus que l'araire n'a inventée l'agriculture ou la meule, la farine. Les itérations à grande vitesse permettent de résoudre des problèmes qui n'étaient, de fait, pas accessibles auparavant. Elles permettent de générer des images ou des formes qu'il n'était pas possible de fabriquer auparavant, de fait. Certes, cela ouvre de nouveaux champs d'investigation aux mathématiques, mais cela est semblable aux possibilités nouvelles offertes, depuis plus de dix mille ans, par les outils inventés par l'homme pour ses propres buts. L'ordinateur n'invente pas davantage ce qui en sort que l'imprimante de Gutenberg n'a inventé le livre, et ce malgré un fonctionnement beaucoup plus compliqué.

S'ils sont entièrement déterminés, ni le robot ni l'ordinateur ne peuvent rien inventer. Par contre, ils peuvent nous permettre d'inventer plus vite. Ceci n'est pas nouveau car c'est le propre de tout outil, dont le fonctionnement est déterminé et qui nous permet soit de réaliser mieux



ou plus vite des activités anciennes, soit de réaliser des choses nouvelles, ou encore une combinaison des deux. Notons que des ordinateurs probabilistes existent aujourd'hui et qu'ils peuvent produire du nouveau.

### ***2 – 4 – 2 – Une invention ne pouvant être a priori déterminée, elle peut être le résultat du hasard***

Le déterminisme ne permet pas de concevoir l'invention ; il est nécessaire de faire intervenir le concept d'indépendance de séries déterminées. Que cela signifie-t-il ?

### ***2 – 4 – 2 – 1 – Une invention peut être conçue comme une combinaison nouvelle d'éléments préexistants***

L'examen d'une invention nouvelle peut être réalisé selon deux approches. La première consiste à étudier à quoi elle sert, pour quel but elle a été inventée. Les inventions de la bougie ou de l'ampoule électrique ont pour but l'éclairage. Cette manière d'examiner une invention consiste à reconnaître qu'il s'agit d'un objet inventé intentionnellement. Si l'on ne veut pas admettre *a priori* l'efficacité de l'intention, on ne peut pas examiner un objet inventé en fonction d'un projet supposé être celui qui a mené à sa création.

Une invention dont on nie l'origine intentionnelle est une invention réalisée « par hasard », puisqu'elle ne peut être déterminée, et seul l'examen de sa composition permettra d'analyser l'association de ses composants. Une invention ne peut pas être conçue à ce jour, même si elle est obtenue « par hasard », comme une association de composants au niveau moléculaire. Même s'il s'agit d'associations réalisées par hasard, il ne peut s'agir que d'associations mise en œuvre par un être humain selon la méthode des essais et des erreurs. Même si aujourd'hui nous parlons de nanotechnologies, il reste que la plupart des inventions humaines sont encore des inventions d'objets dont la taille – y compris celles de leurs composants – reste à notre échelle. Il s'agit de combinaisons de composants dont la taille est, approximativement, à notre échelle, même en incluant les microprocesseurs. En supposant que la chaise soit inventée aujourd'hui, les éléments sont les différentes pièces de bois composant les pieds, le cadre de la chaise, le dossier, les différentes parties du rembourrage, le tissu de couverture, les clous tapissiers. Ces différents éléments sont les seuls à prendre en considération, puisque ce sont les éléments déjà existants lors de

l'invention, sauf si il s'avérait qu'un de ces éléments ait aussi été inventé dans le cadre de l'invention finale. Dans ce cas, il suffit de considérer que chaque spécificité dans les éléments inventés en question, laquelle est nécessaire à la réalisation de la chaise, est à considérer comme un élément à part entière. Le système d'assemblage entre les pièces (mortaises, etc...) a très peu de chances d'être préexistant à la chaise elle-même puisque que la forme finale dépend des modalités d'assemblage. Il suffit d'estimer que ces sous-éléments sont des éléments, eux-mêmes constitutifs de la formation de l'objet nouveau « chaise », puisque leur apparition sur les pièces elles-mêmes ne peut être qu'indépendante des pièces en tant que telles.

Même si, pour cette invention, une partie a été inventée pour la réussite de l'objet global, il suffit de poursuivre le raisonnement pour cette partie, jusqu'à atteindre le niveau de combinaison pure d'éléments préexistants à l'invention. L'invention peut être conçue comme une « simple » combinaison d'éléments préexistants. Cela permet de définir le concept de combinaison dans le cadre d'un objet inventé. Il suffit que soit rassemblé de manière nouvelle un ensemble d'éléments préexistants. Toute sorte de modification d'un élément concourant à l'adéquation de cet élément à l'obtention du produit fini est décomposée en ses éléments de base, tels que préexistants à l'invention. On finit par atteindre une décomposition complète en éléments préexistants au moment de l'invention.

#### *2 – 4 – 2 – 2 – Une combinaison nouvelle résulte de la rencontre de séries déterminées indépendantes*

Il est important, dans une telle analyse, de vérifier l'indépendance de chaque élément par rapport aux autres. Par exemple, s'il existe quatre types de clous tapissiers utilisables indifféremment, disponibles par lots de 500 et que chaque chaise en consomme 100, on devrait trouver, en moyenne, 25 % de chaises utilisant chaque type de clous. Si ce pourcentage n'est pas respecté, statistiquement parlant, c'est qu'il existe une relation dont il faut vérifier si elle est déterminée ou non. Tout relation liée au prix ou à l'esthétique ne peut être considérée comme une relation déterminée mais, au contraire, comme une relation intentionnelle, et ne peut être considérée uniquement comme une variation aléatoire. En revanche, toute situation montrant une

disponibilité des lots par ensemble de 10 ou davantage devient une relation déterminée supprimant l'indépendance, au moins entre les éléments d'un même lot. La même analyse peut être réalisée sur les pieds des chaises qui peuvent, théoriquement, être tous les quatre différents, ou au contraire semblables, selon ce qui existe préalablement.

Chaque élément permettant la production d'autres objets est le résultat d'une série déterminée. Chaque série déterminée est indépendante. Une série déterminée dépendante d'une autre est incluse dans celle dont elle est dépendante. Les pièces de bois peuvent servir à fabriquer d'autres objets comme des charpentes, des tables, etc... ; les clous ont également d'autres usages. Finalement, la création de l'objet « chaise », selon un processus de combinaison, peut être conçue comme un assemblage par essais et erreurs, sélectionné par le fait que l'objet a « trouvé » un usage. Il s'agit d'un processus que l'on peut qualifier de darwinien.

#### *2 – 4 – 2 – 3 – La rencontre de séries déterminées indépendantes définit l'aléatoire*

Selon la définition d'Antoine Cournot : « *Les événements amenés par la combinaison ou la rencontre d'autres événements qui appartiennent à des séries indépendantes les unes des autres sont ce qu'on nomme des événements fortuits ou des résultats du hasard.* »<sup>61</sup> Ainsi, toute combinaison d'éléments nouveaux concourant à l'apparition d'une invention peut être considérée comme aléatoire si chaque élément est produit par une série déterminée indépendante. Comme la définition de chaque élément se construit sur son identification à une série déterminée propre, indépendante de celle des autres éléments, la combinaison des différents éléments peut être à juste titre considérée comme aléatoire.

#### *2 – 4 – 2 – 4 – Une invention peut donc résulter du hasard*

Nous pouvons admettre *a priori* qu'une invention puisse être le simple résultat du hasard. Elle peut résulter de la rencontre de différentes séries déterminées indépendantes, qui concourent à former une nouvelle combinaison. Cette dernière sera retenue par l'environnement dans lequel elle s'insère, parce que les différents acteurs profitent de cette invention pour leur propre survie ou l'amélioration de leur condition,

---

<sup>61</sup> Antoine Cournot, *Exposition de la théorie des chances et des probabilités*, § 40, Paris, 1843

survie ou amélioration que nous pouvons considérer, pour la simplicité de la démonstration, comme nécessaires, ou causalement déterminées.

Pour une analyse probabiliste précise, les utilisateurs ne peuvent être demandeurs d'une telle invention, car cela suppose une intentionnalité. L'invention apparaît comme la rencontre de séries déterminées préexistantes, le produit nouveau est là, et son existence confère à ceux qui en disposent un avantage qui lui permet de proliférer. Il est fort probable que certaines inventions résultent de recombinaisons aléatoires. On ne voit pas pourquoi, dans le cadre d'une activité déterminée et aléatoire, l'arrivée d'un nouvel élément ne modifiera pas la réalisation de certains objets, et ne conduira pas à la création de nouveaux objets. Tout bricoleur en a fait l'expérience. Dans le cadre de son activité, il prend ce qui lui tombe sous la main ; une heureuse combinaison le conduit à l'utiliser systématiquement, grâce à l'avantage qu'elle confère. Le produit nouveau répond à une structure préexistante dans laquelle il s'insère et qui offre à cette structure un avantage immédiat de nature énergétique, survie, prolifération, etc... L'avantage est matériel et non symbolique, car sinon est mise en cause l'intentionnalité.

Finalement l'algorithme darwinien pourrait rendre compte de l'invention. Mais pour en être certain, il faudrait pouvoir évaluer, même grossièrement, des calculs de probabilité.

*2 – 4 – 2 – 5 – On peut, après coup, calculer la probabilité d'apparition d'une nouveauté*

Lorsqu'une combinaison est retenue (sélectionnée dans le langage d'une théorie darwinienne), on peut évaluer la probabilité d'apparition de l'événement, puisqu'il s'agit de multiplier les probabilités d'événements indépendants. Étant données les difficultés à définir l'indépendance des séries déterminées (cf les quelques exemples ci-dessus), il est préférable dans chaque calcul de surestimer les probabilités d'apparition de la combinaison. Toute détermination augmente une probabilité puisque par définition la probabilité d'apparition d'un événement déterminé est de 1. Inversement, nous devons aussi garder à l'esprit que toute sélection d'élément qui pourrait être « causée » par des représentations symboliques ou signifiantes ne devrait pas être pris en compte, ni non plus toute « détermination » dont il s'avère qu'elle n'est pas matérielle

mais appartient à une symbolisation ou signification, car c'est encore reconnaître l'effet de l'intentionnalité. Il est, dans la pratique, presque impossible de toutes les supprimer étant donnée notre tendance irréprouvable à confondre la causalité du déterminisme matériel avec une « causalité » d'articulation symbolique, intentionnelle. Cela signifie qu'il existera dans tout calcul un risque de surestimation des probabilités de rencontre de séries indépendantes, puisque nous prendrons pour cause ce qui ne l'est pas. Il doit être possible, à partir du moment où ces deux remarques sont bien intégrées, de réaliser des calculs pour lesquels nous serons certains que la probabilité d'apparition de l'invention, selon des processus aléatoires, sera surestimée.

### ***2 – 4 – 3 – Si une invention ne provient pas du hasard, elle est intentionnelle***

Si nous sommes capables de prouver qu'une invention ne peut pas provenir d'une rencontre de séries indépendantes, définition du hasard, que pouvons-nous en déduire ? Sommes-nous devant une situation sans solution ? La seule solution est de reconnaître l'activité intentionnelle.

#### *2 – 4 – 3 – 1 – En effet, une invention ne peut être déterminée*

Je l'ai montré précédemment. En conséquence, si une invention ne peut être obtenue selon un processus aléatoire, c'est en vain que nous pourrions invoquer le déterminisme de cette invention et prétendre que ce n'en est pas une.

#### *2 – 4 – 3 – 2 – Si elle est impossible aléatoirement, elle ne peut être qu'intentionnelle*

Si aléatoirement, il est manifeste que l'invention est impossible, comme elle ne peut être non plus le produit du déterminisme, il ne reste plus qu'à admettre qu'elle est d'origine intentionnelle. Nous ne disposons que de trois possibilités : l'impossibilité à la fois du déterminisme – c'est à dire de la nécessité –, et de l'aléatoire – c'est à dire de la rencontre de séries déterminées indépendantes –, conduit à la reconnaissance de l'action intentionnelle.

#### *2 – 4 – 3 – 3 – Encore faut-il connaître l'intention en question*

Il peut être spécieux d'affirmer la réalité de l'action intentionnelle parce que nous arrivons à la conclusion de l'impossibilité du

déterminisme et de l'aléatoire. Cette conclusion d'impossibilité pourrait résulter soit d'une erreur d'analyse, soit d'une erreur de calcul. Il est également imaginable que nous ne puissions pas concevoir comment l'invention existe, et qu'il s'agisse d'une quatrième possibilité non encore identifiée, même si à ce jour nous ne concevons pas d'autre façon d'obtenir quelque chose de nouveau.

À tous ceux qui invoquent une intention non identifiable lorsque les calculs probabilistes montrent l'impossibilité, Stephen J. Gould rapporte une analyse de William James dans une lettre qu'il écrivit à Nathaniel Shaler en 1909, concernant les événements à probabilité très faible invoqués lors de l'évolution du vivant<sup>62</sup> : « *Mais votre raisonnement, selon lequel on peut parier des millions contre un qu'il n'est pas apparu par hasard, ne tient pas. Il ne tiendrait que si le survivant avait préexisté sous une forme immatérielle, avait défini son plan de construction, et que le monde ait alors réalisé celui-ci. Une telle coïncidence prouverait que le monde avait une affinité d'esprit avec le sien. Mais il n'y a pas eu de telle coïncidence. Le monde ne s'est matérialisé qu'une seule fois, on constate après coup que le survivant est là et celui-ci ne peut que s'en féliciter* ». Nous ne pouvons affirmer la réalité de l'action intentionnelle, en cas d'impossible invention par un jeu de combinaisons aléatoires, que si nous pouvons en même temps identifier l'intention d'atteindre l'objectif (l'invention), ou encore l'intention de réaliser quelque chose de nouveau. En absence d'intention identifiée, comment prétendre qu'une invention est le résultat d'une intention ? Ce n'est pas en soi la probabilité faible qui permet de conclure à l'existence d'une intention, car, pour les questions de combinaisons, il peut exister un nombre immense de combinaisons, toutes improbables, et pourtant une seule peut être sélectionnée. En revanche, si, en cas d'impossibilité statistique, nous avons la preuve indubitable de l'existence d'une intention correspondant à l'invention, et en même temps la preuve que cette intention est portée par celui qui a réalisé l'invention, il devient évident que c'est l'intention en question qui a été efficace. Si cette « coïncidence » existe, pour reprendre le terme de William James, comment refuser la réalité de l'action intentionnelle ? C'est ainsi que nous procédons quotidiennement. Celui qui affirme son intention de réaliser quelque chose est considéré comme acteur

---

<sup>62</sup> Stephen J. Gould, *La foire aux dinosaures*, Paris, Seuil, Col Points, 1996, essai n°21, *Dans le fouillis d'un tiroir*, p 398 et p 403

intentionnel s'il réalise l'action en question. S'il est possible de prouver que cette action ne pouvait pas être réalisée aléatoirement, non seulement nous disposons d'une correspondance que l'on peut estimer subjective, mais en outre, nous disposons des preuves objectives qu'il ne peut en être autrement.

#### 2 – 4 – 3 – 4 – *On peut donc incriminer l'intention exprimée ex ante*

Pour prouver objectivement l'existence de l'activité intentionnelle d'un individu, il faut et il suffit :

- une personne ou un groupe de personnes, porteur d'un objectif clairement identifié.
- un objectif décrit de manière telle que la description de l'objectif peut être confrontée à la description de sa réalisation, afin que l'identité des deux descriptions puisse être validée.
- une probabilité d'atteindre l'objectif selon le calcul des probabilités si faible que la possibilité est considérée comme nulle selon une méthode d'essais-erreurs impliquant la rencontre de séries déterminées indépendantes.

Il est préférable que l'intention exprimée *ex ante* concerne un objectif qui n'a jamais été obtenu auparavant, ou mieux encore que, pour la majeure partie des observateurs, cet objectif semble irréalisable, impossible, ou de l'ordre de la fiction. Comme il s'agit de valider la probabilité d'atteinte d'un objectif par un processus incluant l'aléatoire, tout objectif qui aurait déjà été atteint posera des problèmes d'indépendance des séries. On peut augmenter artificiellement l'évaluation de la probabilité de rencontre de séries indépendantes, pour éviter de prendre pour aléatoire ce qui est déterminé. Une intention identifiée avant l'action supposée intentionnelle doit être considérée comme permettant l'atteinte de l'objectif si ce dernier ne peut pas être atteint selon une analyse probabiliste, c'est à dire si l'invention ne peut pas provenir du hasard. Si la probabilité est faible, voire très faible, il n'y a aucune raison d'invoquer le déterminisme. Puisqu'un événement déterminé est par définition de probabilité 1, une fois les causes de l'événement identifiées, on peut faire l'approximation qu'une probabilité élevée, soit supérieure à 0,5, est assimilable à une détermination. On pourrait même, ainsi que les calculs le montreront ci-après, assimiler une probabilité de 0,1 à une quasi détermination pour ne pas risquer de prendre pour intentionnel ce qui est un événement apparemment aléatoire

ou même déterminé.

### ***2 – 4 – 4 – On peut prouver qu'une invention ne provient pas du hasard***

On peut prouver si une invention peut provenir du hasard, ou si elle ne peut pas en provenir. Ceci résulte à la fois du calcul des probabilités composées et de la confrontation aux événements possibles dans l'univers considéré comme une totalité. Examinons les éléments qui permettent la recherche de cette preuve.

### ***2 – 4 – 4 – 1 – On peut calculer la probabilité d'apparition d'événements indépendants***

Pour qu'un événement puisse être doté d'une probabilité d'apparition, faut-il supposer que la rencontre des séries qui concourent à son apparition est le résultat de séries totalement indépendantes ? Nous devons auparavant clarifier le concept d'indépendance. Supposons que je prenne deux dés de deux couleurs différentes. Je peux jeter les deux dés ensemble et noter le résultat obtenu, par exemple 2 et 5. La question est : ces deux valeurs sont-elles liées ? Pour cela, il suffit que je tire les dés plusieurs fois et qu'à chaque fois je note les valeurs des deux dés, dans l'ordre. Je peux avoir 36 combinaisons, puisque chaque dé prend 6 valeurs. Après avoir jeté cent fois les deux dés, je peux calculer le taux d'obtention de chaque combinaison. Je constaterai que chaque combinaison apparaît environ une fois sur trente-six. Pour confirmer le résultat, je tire à nouveau cent fois les dés. Je n'obtiendrais pas exactement le même résultat, mais j'aurais des ordres de grandeurs semblables. Maintenant, afin de vérifier si ce rapport de 1/36 est réel, je tire les dés mille fois. Je découvre non seulement que les rapports sont conservés, mais aussi que les proportions sont plus proches de 1/36 qu'auparavant. Si j'ai la patience, je peux tirer 10 000 fois les dés et constater que là encore les proportions sont identiques et encore plus précises. Nous constaterions, au fil des jetés que la précision augmente comme la racine carrée du nombre de tirages (en probabilité, le jeté d'un dé est considéré comme équivalent au tirage d'un événement dans un ensemble d'événements possibles). Cette augmentation de la précision est définie par le théorème dit « central limite ».

Ceci signifie que le résultat de chaque dé est bien indépendant du résultat de l'autre dé, mais aussi que le résultat d'un jeté est indépendant



du suivant. Ce simple résultat, que chacun peut vérifier par lui-même, élimine de fait et de principe toute critique du concept de hasard qui pose qu'il ne s'agit que du nom que nous donnons à notre ignorance. Car il paraît douteux que le lancer d'un dé ne soit pas déterminé. Le mouvement de ma main peut être déterminé, ainsi que la trajectoire du dé, ses rebondissements, etc... Cependant, lorsqu'il y a réellement indépendance des séries nous obtiendrons, à condition de lancer suffisamment de fois les dés, 36 combinaisons aux fréquences semblables. Si ces fréquences de  $1/36$  étaient dépendantes, nous les obtiendrions systématiquement. Il est facile de construire une succession théorique de ces combinaisons telles que pour 108 jetés de dés, il y ait exactement 3 fois chaque combinaison. Pourtant, si c'était le cas, et même si nous nous arrangions pour que la succession de chiffres paraisse aléatoire, nous soupçonnerions une tricherie, ce qui veut dire une détermination. C'est pourquoi, la définition de la précision doit être, elle aussi, issu d'un calcul de probabilité.

Simplifions l'expérimentation, et prenons une boîte à moitié pleine qui contient en quantité égale des billes blanches et des billes noires de taille identique. Nous installons au bas de la boîte une ouverture qui permet de sortir une seule bille, et au-dessus une ouverture qui permet de remettre la bille dans le récipient. Après chaque extraction et chaque remise de la bille, nous agitons la boîte. Après un grand nombre de tirages, nous obtiendrons un nombre quasi identique de tirages pour les billes blanches et les billes noires. Il est possible de calculer pour un nombre donné de tirages toutes les combinaisons possibles. On peut calculer que pour 1 000 tirages, en cas d'indépendance absolue des tirages, la moitié des successions possibles contiendra entre 49 et 51% de billes blanches. On dira que la probabilité d'observer une variation inférieure ou égale à 1%, par rapport à 50%, est de 50% : un tirage de 1 000 billes sur deux sera dans cette fourchette. Pour 10 000 tirages, cette probabilité d'observer une variation inférieure à 1%, par rapport à 50%, est de 95,4 %. Elle atteint 99,9% pour une succession de 27 000 tirages. Nous dirons que si nous tirons 27 000 fois une bille, nous sommes certains d'obtenir entre 49% et 51% de billes blanches, et pourtant, nous n'avons que 99,9% de chance de réussir, ou encore une chance sur mille d'échouer. « Nous sommes certains » signifie ici que nous pouvons nous tromper une fois sur mille.

Que dirions-nous si, pour un tirage beaucoup plus élevé, nous calculions que la probabilité d'obtenir entre 49% et 51% était de 99,9999999 % ? Cela veut dire que nous pourrions nous tromper une fois sur un milliard, ce qui se note  $10^{-9}$ . Qui parierait sur une telle probabilité ?

L'enseignement de ces essais, c'est qu'il existe réellement des événements indépendants, ce qui justifie le calcul des probabilités, et que nécessité et impossibilité sont bien deux expressions du même concept. Si nous tirions un milliard de fois les billes, nous affirmerions que tirer entre 490 millions et 510 millions de billes blanches est une certitude, ce qui signifie que l'inverse est impossible. La nécessité, c'est que la probabilité d'apparition de l'événement soit approximable à 1 (en théorie égale à 1), l'impossibilité qu'elle soit approximable à zéro (en théorie égale à zéro).

Ce concept d'indépendance des séries déterminées est donc un concept fondamental. Il existe bel et bien des séries déterminées indépendantes, et nous pouvons en produire une infinité. Si elles n'étaient pas indépendantes, nous ne pourrions trouver de tels résultats, et ces résultats sont prévus par le calcul justement en posant comme principe de base que les tirages sont indépendants. Dans la nature, il existe un nombre immense de séries déterminées indépendantes et cela explique la possibilité du travail scientifique. Comment pourrions-nous réaliser des mesures si nous ne pouvions être indépendants de ce que nous mesurons ? La mesure de la position des planètes est indépendante du mouvement de ces planètes. En conséquence, nous pouvons considérer que toute mesure est la rencontre de deux séries déterminées indépendantes : par exemple le mouvement de la planète, et notre acte de mesure. Il reste que notre mesure du mouvement des planètes ne peut être absolue, elle aura toujours une certaine précision. Dans la mesure où notre précision est suffisamment grande, nous pourrions affirmer la certitude de la valeur obtenue. Ceci nous permettra de valider le mouvement déterminé de la planète, en acceptant qu'en réalité notre mesure soit affectée d'une certaine erreur.

Quelle que soit la mesure, elle est la rencontre de deux séries déterminées indépendantes. Le problème se complique lorsque la mesure ne peut pas être réalisée sans modifier la série déterminée qu'elle mesure. Les deux séries se rencontrent, et cette rencontre a pour conséquence de

modifier les deux séries déterminées, auparavant indépendantes. Ceci est en réalité une règle générale, car toute mesure étant la rencontre de la série déterminée propre à la mesure et de la série déterminée mesurée, a pour conséquence de modifier ce qui est mesuré, mais cet effet va dépendre, entre autre, des rapports d'échelle entre l'outil de mesure et l'objet mesuré. La mesure de la position d'une planète par réception des photons qu'elle émet n'a pas d'impact, ou il est négligeable. Par contre, il est très important en physique quantique, ce qui a eu pour conséquence de mêler cette difficulté aux problèmes spécifiques d'interprétation apportés par les théories de la physique quantique. Il reste que cette dernière obéit aux mêmes règles de toute mesure, à savoir qu'elle est toujours une sorte de sonde qui prend une donnée de façon aléatoire, puisque la rencontre entre l'acte de mesure et la série déterminée analysée est toujours aléatoire (rencontre de deux séries indépendantes). Même les lois de la mécanique céleste, modèle-type du déterminisme, peuvent être affectées d'une certaine probabilité de validité, mais comme cette probabilité est très élevée, ou encore la probabilité qu'elles soient fausses extrêmement basse, on considère qu'elles sont certaines.

*2 – 4 – 4 – 2 – On peut évaluer la probabilité d'apparition d'un événement quelconque*

Puisque même une loi de mécanique peut être affectée d'une probabilité, on en déduit qu'il doit être possible d'évaluer la probabilité d'apparition d'un événement. Évaluer une probabilité, est un exercice pratique et non plus d'un calcul théorique d'une valeur selon un modèle-type « idéal ». Il faut partir d'un fait expérimental. Les événements aléatoires obéissent à la loi des grands nombres (cf ci-dessus). Plus nous effectuons de tirages et plus nous sommes certains du résultat, c'est-à-dire plus la probabilité de se tromper est faible. Ainsi, il est possible de calculer la probabilité que j'aie un accident de voiture en roulant pendant 1000 Km sur une autoroute, une route nationale, une route départementale. Ces probabilités sont différentes dans les trois cas. La probabilité devient une idéalisation de la fréquence.

Cette méthode peut être élargie. À partir du moment où nous sommes certains qu'il existe un nombre quasi illimité de séries indépendantes, nous pouvons mettre en place un calcul qui ne sera pas fondé exclusivement sur une connaissance mesurée de fréquences. C'est

une expérience plus globale qui peut nous permettre une évaluation approximative. Nous pressentons intuitivement que des événements équivalents sont également probables. Ainsi en est-il des six faces d'un dé ou du tirage d'une bille blanche ou noire. Puisque la probabilité de tirer un quelconque événement parmi un ensemble d'événements est toujours égal à un, l'expérience ou le jugement permettent de définir des équiprobabilités, même approximatives.

La prudence conduit à surévaluer ou à sous évaluer, selon l'objectif, la probabilité d'un événement. Si je pars en vacances, j'ai intérêt à surévaluer la probabilité d'un accident en fonction du trajet (temps, distance, etc.), de ma vitesse de conduite, de mes capacités de maîtrise. Tout financier préfère une surévaluation *ex ante* des coûts d'un projet, et une sous-évaluation *ex ante* des revenus estimés ; si le rapport entre les deux reste intéressant, le projet est d'autant plus solide. Un calcul de probabilité ne peut donc être effectué en soi. Il s'agit toujours d'une probabilité qu'un événement apparaisse dans un espace et une durée donnée. On ne peut réaliser une évaluation indépendamment de ces deux paramètres, car, toutes choses égales par ailleurs, une probabilité sera augmentée proportionnellement au temps qui s'écoule et à l'espace dans lequel l'événement est attendu. Plus longtemps je roule, et plus élevée est la probabilité que j'aie un accident. Cette probabilité peut être estimée en fonction de la distance parcourue.

*2 – 4 – 4 – 3 – On peut donc évaluer la probabilité d'apparition d'une invention*

Nous avons vu qu'une invention pouvait être conçue comme la combinaison d'événements indépendants. Une évaluation de la probabilité de rencontre des événements indépendants qui concourent, ou ont concouru, à l'invention, peut donc être réalisée. Si les événements sont indépendants, la probabilité du résultat final est obtenue par la multiplication des probabilités correspondantes. Les remarques du 2-3-4-2 sont valables puisque dans le cadre de la probabilité d'apparition d'une invention, nous avons intérêt à augmenter la probabilité d'apparition de chaque événement indépendant, afin de ne pas prendre pour intentionnel ce qui pourrait n'être que le résultat de la rencontre de séries déterminées indépendantes – du hasard – sans intentionnalité, ou de déterminations non identifiées. Cette probabilité s'accroît avec la durée et l'espace

impliqué, pour un nombre de personnes impliquées identiques.

*2 – 4 – 4 – 4 – La loi de Borel : à partir du probable nous pouvons concevoir l'impossible*

Avant d'exposer la loi de Borel<sup>63</sup>, considérons que nous avons trente paniers différents contenant chacun dix boules numérotées de 0 à 9. Quelle est la probabilité que je tire à chaque fois le 3 dans dix paniers ? La réponse est :  $10^{-10}$ . Si je demande de parier à « l'homme de la rue » sur le fait que je puisse obtenir cette succession, il ne pariera pas. Il sera prêt à parier l'inverse. Si je tire, devant lui, les dix 3, il aura le droit de douter sur ma bonne foi, il soupçonnera une tricherie. Pourtant,  $10^{-10}$  n'est pas une probabilité si faible. Que dire d'une succession de vingt 3, trente 3, cinquante 3 ? Nous imaginons souvent que tirer vingt 3 est deux fois moins probable que dix 3. Il n'en est rien. Tirer vingt 3 se compare à tirer dix 3, comme tirer dix 3 se compare à en tirer un seul. À chaque série de 10 supplémentaires nous divisons la probabilité par  $10^{10}$  (par dix milliards). Si la loterie nationale propose un jeu à 10 combinaisons, celui qui gagne a  $10^{-10}$  chances de gagner. Mais  $10^{-30}$  signifie que c'est le même qui, trois fois de suite, gagne. Nous savons qu'il y a toujours un gagnant à la loterie nationale. Mais est-il probable que le même gagne trois fois de suite ?

Une probabilité de  $10^{-30}$  (la boule portant le trois prise dans trente paniers successivement) est si infime qu'aucun professionnel, dans aucun métier que ce soit, y compris l'assurance, ne considérerait une telle probabilité comme un événement possible. Cela revient à gagner au loto trois fois de suite. On ne perçoit pas ce que signifie un nombre comme  $10^{30}$ . En réalisant mille tirages par seconde, il faudrait un temps de l'ordre de 3 milliards de fois la durée de l'univers depuis le Big Bang pour réaliser  $10^{30}$  tirages. Si nous considérons qu'un événement dont la probabilité est de  $10^{-30}$  est tout à fait probable, nous remettons en cause certaines lois physiques désormais bien établies : la théorie cinétique des gaz, la physique quantique, pour ne citer qu'elles. C'est ce que reconnaissent les théoriciens du second principe de la thermodynamique. Ainsi que l'a reconnu H. Atlan à propos de la diffusion d'une goutte d'encre dans de l'eau : « *Une évolution en direction opposée, de la solution homogène vers la goutte d'encre à la surface, ne s'observera jamais*

---

<sup>63</sup> Émile Borel, *Probabilité et certitude*, Paris, PUF, 1950

*spontanément... sinon dans un film de cinéma déroulé à l'envers.* »<sup>64</sup>. Dans ce dernier cas, pourrait-on répondre, le calcul montre que la probabilité que cette évolution inverse ait lieu est d'un tout autre ordre de grandeur, il est de l'ordre de  $10^{-x}$ ,  $x$  étant de l'ordre de  $10^{18}$ , au moins, et dépend du volume d'eau dans le récipient et du volume de la goutte. On pourrait dire que cette probabilité, est une totale impossibilité ; en comparaison,  $10^{-30}$  n'est qu'une probabilité faible. Mais ce raisonnement ne tient pas, pour la raison qu'il n'est pas besoin de calculer la probabilité d'une évolution opposée, mais simplement, dans un récipient donné, la probabilité d'une très légère fluctuation de concentration, entre deux moitiés théoriques du volume d'eau. On retombera dans les calculs statistiques classiques que nous avons cités. Une fluctuation dont la probabilité est de  $10^{-30}$  ne s'observe pas non plus pour une raison simple : en un an, il n'y a que trente millions de secondes soit  $3 \cdot 10^6$ .

Tirer la succession de dix chiffres prédéfinis revient à gagner à une loterie, c'est possible s'il y a toujours un gagnant. Gagner trois fois de suite à la loterie conduit à penser qu'il y a eu tricherie. Et que dirait-on de gagner dix fois de suite, soit tirer une boule blanche successivement dans cent paniers ( $10^{-100}$ ) ? Celui qui croit que les événements très improbables peuvent arriver néanmoins, objectera que l'univers est formé d'un nombre d'éléments énormes. Ainsi  $10^{30}$  molécules d' $H_2O$  ne font finalement que 1,5 tonne d'eau. Si, au lieu de réaliser mille tirages par seconde, il était possible d'en réaliser mille milliards, la durée correspondante ne serait plus que de 3 fois la durée de l'univers depuis le Big Bang... La possibilité ou l'impossibilité qu'un événement rare ait lieu dépend donc très étroitement des limites d'espace et de temps dont nous disposons et du nombre d'événements par unité de temps.

Émile Borel a défini ce qu'il appelle « la loi unique du hasard » qui consiste à définir des seuils d'impossibilité pour des événements de probabilité très faible<sup>65</sup>. Cette loi n'est pas une loi qui puisse servir de fondement aux mathématiques, ni à aucune théorie scientifique dont le but est de définir des déterminismes. Il reste qu'elle a une valeur épistémologique. Toute théorie scientifique dont on pourrait évaluer la probabilité qu'elle fût fautive est considérée comme vraie, par ceux qui l'étudient, si la probabilité qu'elle soit fautive est de  $10^{-20}$  ou  $10^{-30}$ . Ceux

---

<sup>64</sup> Henri Atlan, *Entre le cristal et la fumée*, p 30

<sup>65</sup> Émile Borel, *Les probabilités et la vie*, Paris, PUF, 1943

qui exigent une probabilité encore plus faible pour garantir la théorie ne peuvent être considérés comme sérieux, cela risquerait d'empêcher de bâtir toute théorie nouvelle. Cette loi permet de définir à la fois des seuils d'impossibilité et des seuils de certitude. Les statisticiens travaillent avec des seuils dits « de confiance » qui sont généralement de 95% ou 99%, soit une probabilité de se tromper de  $1/20^{\text{ème}}$  ou  $1/100^{\text{ème}}$ .

Émile Borel a montré que la probabilité de  $10^{-200}$  est un seuil d'impossibilité cosmique absolu. Quelle qu'en soit la nature, aucun événement prédéfini dont la probabilité est inférieure à ce seuil ne pourra avoir lieu dans l'univers entier, par hasard, en incluant les quelques dizaines de milliards d'années de son existence. Comment a-t-il pu fixer ce seuil ? Ses calculs ont été repris suffisamment de fois par des scientifiques différents pour pouvoir être exposé ici brièvement. Le premier calcul donne le nombre total d'atomes existant dans l'univers entier, de l'ordre de  $10^{79}$ , que l'on arrondit généralement à  $10^{80}$ . Si l'on compte le nombre de particules élémentaires (électrons, protons, ...), cela ne peut pas multiplier par plus de 100, puisque de toute façon l'hydrogène est l'élément dominant dans l'univers, soit  $10^{82}$ . Le calcul du nombre d'événements chimiques et biochimiques possibles, lequel tient compte des vitesses maximales de réaction chimique, montre qu'il n'est pas possible qu'un gramme de matière soit le siège de plus de  $10^{38}$  événements chimiques et biochimiques par seconde. Sachant que notre univers n'a que  $10^{18}$  secondes d'âge, cela porte le nombre maximum d'événements chimiques et biochimiques à  $10^{56}$  par gramme de matière, soit en continuant à maximiser les calculs, de l'ordre de  $10^{30}$  par atome, et ce, depuis l'origine de l'univers. Aussi, on conclut que, en quelques dizaines de milliards d'années, le nombre total des événements chimiques dans l'univers ne peut dépasser  $10^{110}$ . Ce chiffre a été arrondi par certains scientifiques à  $10^{120}$ . L'application de ces calculs à la Terre montre qu'elle n'a pu être le siège de plus de  $10^{80}$  événements chimiques depuis son existence. C'est en maximisant toutes ces valeurs, et en prenant en compte les calculs de probabilité tels que décrits ci-dessus (2-4-4-1, 2-4-4-2), que Émile Borel a fini par atteindre une possibilité maximale d'événements de l'ordre de  $10^{190}$ . En prenant une marge supplémentaire de  $10^{10}$  (soit dix milliards !), il arrive à ce nombre de  $10^{200}$ .

Peut-on penser que ces nombres sont sous-estimés, et qu'en réalité,

parce que nous oublions des données ou n'en avons pas de connaissance, ces nombres pourraient être de  $10^{300}$  ou  $10^{500}$  ? Cela n'est guère concevable, car à chaque étape, les valeurs ont été maximisées et le plus souvent « arrondies » par une multiplication par 10. En outre, passer de  $10^{200}$  à  $10^{220}$ , consisterait à admettre que la durée de vie de l'univers serait cent millions de fois supérieure à ce qui est estimé et son diamètre dix mille fois supérieur. Passer à  $10^{240}$  consisterait à admettre que la durée de vie de l'univers serait dix mille milliards de fois supérieure à ce qui est estimé et son diamètre un milliard de fois supérieur, ordres de grandeur qui sont en désaccord complet avec nos connaissances actuelles et qui rendraient l'univers inconnaissable de fait.

Que pouvons-nous retenir de ces calculs ? D'abord qu'il existe une limite absolue au nombre d'événements possibles dans l'univers. On peut considérer qu'une probabilité d'apparition d'un événement prédéfini inférieure à  $10^{-200}$ , indique l'impossibilité d'apparition de l'événement, par hasard, dans l'univers entier. Si une probabilité d'apparition d'un événement, sur terre, est inférieure à  $10^{-80}$ , on peut considérer que cet événement est impossible, par hasard, sur Terre.

Écoutons Murray Gell-Mann nous faire part de son apprentissage de ce concept : « *Du simple fait qu'elle n'autorise que des probabilités, la mécanique quantique a acquis dans certains milieux la réputation d'autoriser à peu près n'importe quoi. Est-il vrai qu'en mécanique quantique tout et son contraire sont possibles ? Cela dépend de l'inclusion ou non d'événements de probabilité infime. Je me rappelle qu'étudiant de premier cycle, l'on m'avait donné comme problème à calculer la probabilité qu'un objet macroscopique pesant pût, durant un intervalle donné, s'élever dans les airs d'une trentaine de centimètres sous l'effet d'une fluctuation quantique. La réponse était de l'ordre de [...]  $10^{-32}$ . Le but du problème était de nous enseigner qu'il n'y a aucune différence sensible entre une probabilité de ce genre et zéro. Tout ce qui est improbable est de fait impossible.*<sup>66</sup> »

Les calculs ci-dessus sont réalisés selon une base physique et chimique qui n'est nullement celle de l'échelle à laquelle vivent les êtres humains. Il n'existe aucun homme capable de réaliser 10 000 actions à la seconde, et ce, pendant toute sa vie ! Ces calculs peuvent donc être revus à l'échelle humaine. En posant que l'espèce humaine moderne existe

---

<sup>66</sup> Murray Gell-Mann, *Le quark et le jaguar*, Paris, Flammarion, col. Champs, 1997, p 191



depuis 500 000 ans et qu'il y a eu en moyenne 200 millions de personnes par génération (ce qui est très surestimé), que le temps de génération moyen est de 10 ans (ce qui est très sous-estimé) il est certain que le nombre d'hommes ayant existé depuis que l'espèce *Homo sapiens sapiens* est apparue n'a pu dépasser  $10^{13}$ . En posant que chaque être humain, depuis sa naissance jusqu'à sa mort, peut réaliser un essai aléatoire par seconde, et ce durant une vie de cent ans, le nombre d'essais aléatoires humains depuis que l'espèce humaine existe ne peut avoir dépassé  $3 \cdot 10^{22}$ . Par simplification et souci de prendre des marges de calcul, nous prendrons  $10^{25}$ , ce qui signifie, en termes d'intervalle de confiance, tel qu'il est compris par les statisticiens, que par rapport aux résultats de base, nous prenons une marge de sécurité supplémentaire d'un facteur 300, ce qu'aucun statisticien n'envisagerait, car diminuer une probabilité d'un facteur 300 revient pour lui à la rendre indétectable.

Ceci signifie que toute invention humaine prédéfinissable dont la probabilité est inférieure à  $10^{-25}$  peut être considérée comme impossible, en tant que résultat d'une production aléatoire. Ceci ne signifie nullement qu'une probabilité de  $10^{-20}$  est parfaitement possible. Si nous prenons des nombres plus raisonnables, soit  $10^{12}$  pour le nombre d'hommes, un temps de vie créative maximale de 40 ans et un nombre d'essais et erreurs qui ne peut être imputé à plus de 10 heures par jour, le nombre d'événements « tombe » à  $10^{20}$ . Mais nous pouvons être encore plus raisonnables, en nous appuyant sur l'histoire humaine. Car, il était tout bonnement unimaginable d'inventer l'énergie nucléaire au 18<sup>ème</sup> siècle, et ce, même par des processus d'essais et erreurs. Car les éléments d'assemblage, autant intellectuels que matériels étaient absents. Un calcul très simple montre que en prenant des probabilités énormes d'apparition (de l'ordre de 10%) pour chaque événement nécessaire pour arriver de la technologie du 18<sup>ème</sup> siècle à l'énergie atomique, on arrive très vite à des probabilités inférieures à  $10^{-300}$  (il y a plus de 300 étapes techniques, scientifiques, intellectuelles, lesquelles ont demandé des trésors d'ingéniosité). Ce premier calcul pourrait à lui seul prouver que l'invention humaine ne peut être expliquée par des combinaisons aléatoires, mais il a l'inconvénient de ne pouvoir faire appel à une intention clairement définie. Cette preuve est indirecte. Si nous prenons une population active actuelle de l'ordre de  $10^9$  personnes, sur une durée de 50 ans, capable de réaliser 100 000 essais chacune par an, il apparaît

que le nombre d'événements possibles réels ne peut dépasser  $10^{16}$  sur ce laps de temps. On peut considérer comme absolument impossible, par un processus aléatoire, toute invention humaine dont la probabilité d'apparition serait inférieure à  $10^{-25}$ , comme inimaginable, ou impossible en termes statistique, une même invention dont la probabilité d'apparition serait inférieure à  $10^{-20}$ , comme extrêmement peu probable une même invention dont la probabilité d'apparition serait inférieure à  $10^{-15}$ . Qui prétendrait ne pas avoir de chance, s'il réussit ce qui a une chance sur un million de milliards de réussir ? Ceci signifie que même une probabilité nettement plus importante de  $10^{-9}$  (une chance sur un milliard) est très peu probable, et aucun banquier, assureur, chef d'entreprise, général, consommateur, chercheur d'emploi, ne parierait sur un événement précis dont la probabilité d'apparition est de l'ordre de  $10^{-9}$  !

*2 – 4 – 4 – 5 – Si une invention est aléatoirement impossible, elle est donc intentionnelle*

Nous pouvons affirmer que si la probabilité d'apparition d'une invention qui est apparue, s'avère, après calcul, être inférieure à  $10^{-9}$ , son apparition est exceptionnelle en termes de probabilité d'apparition. Si sa probabilité d'apparition est de  $10^{-15}$ , elle devient extraordinaire, à  $10^{-20}$ , elle tient du miracle, à  $10^{-30}$ , et au-delà, elle est carrément impossible. S'il s'agit d'une invention bien définie, pour laquelle les inventeurs avaient affirmé leurs objectifs (cf 2-3-3-4), et que cette invention est aléatoirement impossible, nous pouvons être certains qu'elle est le résultat de l'activité intentionnelle de ceux qui affirment avoir œuvré pour y arriver.

Prenons bien garde que ce raisonnement n'est pas applicable à un événement nouveau, imprévisible, mais non prédéfini avant son apparition (cf remarque de W. James). En effet, le lecteur aura compris que parmi les  $10^{190}$  événements qui pourraient avoir eu lieu depuis l'origine de l'univers, une grande majorité d'entre eux était improbable. De même de gagner au loto ; la probabilité de chaque événement est très faible mais il y en aura un, car la somme des probabilités de tous les événements possibles improbables et complémentaires est toujours égale à 1.

***2 – 4 – 5 – Preuve objective de l'efficacité de l'intention par le***

### *raisonnement expérimental*

Nous avons la possibilité de trouver des conditions expérimentales nous permettant de réaliser ces évaluations. L'analyse des inventions humaines depuis une centaine d'années montre que nous avons des dizaines de milliers d'exemples bien documentés. Il suffit de consulter les revues scientifiques et les dépôts de brevets. Il est explicite, dans la réglementation sur les brevets, que la valeur inventive d'un brevet est d'autant plus élevée que la probabilité d'apparition du brevet est faible. Il suffirait de prendre le nombre de brevets déposés par an et de supposer que leur probabilité d'apparition est de 50%, ce qui voudrait dire que déposer un brevet est un jeu d'enfant, et de poser que pour 10 000 d'entre eux les dépôts sont indépendants pour que la probabilité de dépôt de ces brevets, la même année, soit plus faible que  $10^{-1000}$ . La seule solution est d'admettre que tous ces brevets sont déposés intentionnellement. L'inconvénient d'un tel calcul c'est que nous ne pouvons pas analyser une action intentionnelle ; nous considérons une multiplicité d'actions qui s'avèrent être intentionnelles, même avec une probabilité forte d'apparition de chaque événement. Si cela veut dire qu'une action intentionnelle peut avoir une probabilité moyenne d'apparition, cela ne donne pas un exemple expérimental bien identifié.

Il y a une autre raison de se méfier de ce genre d'estimation. Les probabilités calculées sont probablement non indépendantes. Est-ce que toutes les conditionnalités expérimentales sont bien considérées ? Il convient de calculer une probabilité d'un événement qui, à chaque étape, prend en compte le contexte, et réalise son estimation sur cette base. Ainsi, toutes les considérations sur l'influence d'un système complexe plus ou moins auto-organisé seront évacuées, car prises en compte dans le contexte expérimental, et évaluées pragmatiquement par les experts du domaine.

Je prendrai deux exemples sur lesquels n'importe qui peut se documenter. Ces exemples sont connus du grand public, et chacun pourra réévaluer nos calculs, à la hausse ou à la baisse, mais, ainsi que nous le verrons, nous ne sommes pas à un facteur mille ou un million près. Retenons que tout calcul d'une probabilité d'invention doit tenir compte, dans les évaluations des probabilités, du temps qui a été nécessaire pour le franchissement d'une étape interprétée comme n'étant que le résultat de rencontres de séries déterminées indépendantes. Une publication

montrant le franchissement d'une étape en un an a une probabilité d'apparition environ deux fois moindre que celle d'une publication de difficulté équivalente montrant le franchissement de l'étape en deux ans. Néanmoins, l'impact du temps finit par avoir un effet mineur lorsque le nombre d'étapes est important et qu'elles sont menées parallèlement. La question est beaucoup plus une estimation de l'ordre de grandeur. Est-ce que c'est plausible de faire appel au hasard, difficile à croire, irréaliste ou tout bonnement impossible ? Il est important de réaliser des évaluations surestimant largement les probabilités de chaque événement aléatoire.

#### *2 – 4 – 5 – 1 – Envoyer un homme sur la Lune*

Considérés à l'origine comme des projets extraordinairement ambitieux, exigeant de nombreux exploits technologiques, les programmes spatiaux américains et soviétiques sont évidemment estimés par toute personne « raisonnable » comme des projets intentionnels. Ils ont été l'objet d'un enjeu politique international, et d'une compétition qui a duré plus de dix ans. Il reste que l'estimation de cette intentionnalité est subjective et qu'il peut être intéressant de calculer quel serait l'ordre de grandeur de la probabilité de réussite d'un tel programme selon une logique d'essais et d'erreurs ; s'il pourrait être réalisé uniquement selon la logique des essais et erreurs asservies par un système rétro-contrôlé pré-existant sélectionnant le succès.

#### *2 – 4 – 5 – 1 – 1 – Nombreuses étapes identifiées*

Les programmes spatiaux peuvent être découpés en étapes. Un spécialiste du métier peut définir les différentes étapes cruciales qu'il a fallu franchir. Je me bornerai ici à délimiter les principales grandes étapes technologiques. Elles ont concerné d'abord la réalisation de fusées capables de décoller verticalement, puis de fusée capables de dépasser l'espace atmosphérique, ce qui a amené à la satellisation, puis à l'envoi d'animaux dans des satellites, puis l'envoi d'hommes dans l'espace, puis l'envoi de sondes vers la Lune, l'envoi de satellites derrière et autour de la Lune, l'envoi de modules capables de se poser sur la Lune, et enfin le voyage d'hommes depuis la Terre jusqu'à la Lune.

Chacune des étapes peut être subdivisée en sous-étapes. En évaluant de manière plus précise les difficultés propres à chaque étape, on diminuera encore la probabilité de succès selon des approches

d'essais et erreurs. Nous nous contenterons donc d'estimations grossières.

#### 2 – 4 – 5 – 1 – 2 – Estimation des probabilités de succès

Le nombre d'essais qui a été nécessaire pour réaliser des fusées capables de décoller verticalement et de sortir de l'atmosphère permet de réaliser l'improbabilité du franchissement de chaque étape, selon un processus aléatoire d'essai et d'erreur. Admettons que chaque réalisation nouvelle ait eu une probabilité très élevée de réussite, disons 1/10ème, rapidement ajustée par une méthode d'essais et d'erreurs. Il suffit de tester en moyenne moins de vingt composants, à chaque étape pour valider le résultat de manière certaine<sup>67</sup>. Les différents paramètres concernent le choix du combustible, le choix des proportions du réacteur, le choix de la hauteur de la fusée, la force de la poussée, la matière choisie pour chaque partie de la fusée, l'épaisseur des différentes parois, etc... On a découvert, par exemple, que certaines proportions étaient néfastes car elles mettaient la fusée en résonance avec les vibrations du réacteur. Rien que dans la conception et la réalisation globale d'une fusée, ce sont plusieurs centaines d'éléments qui entrent en jeu, chacun pouvant avoir un effet hors de proportion (et non prévisible de fait) sur le résultat final. On l'a vu, *a posteriori*, avec les problèmes fortement médiatisés de la mission Apollo 13, avec le premier échec de Ariane IV, lequel semblerait être dû à la simple conservation d'un logiciel ne prenant pas en compte la totalité des nouveaux paramètres, ou encore avec les explosions de Challenger ou de Columbia, apparemment dus à une défaillance dans des joints ou dans des systèmes de protection des ailes.

Estimer qu'il existe dans la conception d'une fusée capable d'atteindre l'espace, avant même qu'elle soit conçue, au moins 100 paramètres différents devant être validés séparément paraîtra à l'homme de métier une énorme sous-estimation des difficultés. Or 100 éléments indépendants dont la probabilité de succès par simple méthode d'essais et erreurs est de 10%, ce qui est très élevé, car cela suppose que tout est déjà à disposition, donne une probabilité de combinaison de  $10^{-100}$ . Bien sûr, cette probabilité peut être accrue à chaque étape grâce aux

---

<sup>67</sup> On prétend que Thomas Edison testa des centaines de composants avant de trouver le fil optimum, pour l'époque, de sa lampe à incandescence.

connaissances, à l'intelligence des ingénieurs et scientifiques du projet, et à leur capacité à trouver la solution pour arriver à l'objectif. Cela veut dire que, dans ce calcul qui élève les probabilités, on reconnaît explicitement l'existence d'une intention efficace.

Par ce calcul, nous arrivons à la conclusion que l'envoi d'une fusée capable de sortir de l'espace atmosphérique a demandé un tel nombre d'étapes fiabilisées que la probabilité que cet événement ait eu lieu selon des processus aléatoires est certainement inférieure à  $10^{-100}$ . On peut estimer que les étapes de satellisation et retour sur la Terre ne demanderont pas un grand nombre d'étapes supplémentaires, car le plus dur était réalisé. Admettons qu'une vingtaine d'étapes soit nécessaire. Pour aller jusqu'à la Lune, et satelliser la cabine spatiale autour de la Lune, envoyer le module sur la Lune, et le faire revenir, le nombre d'étapes supplémentaires est ici moindre, car l'aspect mécanistique du processus permet d'utiliser l'expérience acquise lors des développements antérieurs, mais il s'ajoute à celui des étapes déjà comptées. Nous pouvons admettre que 150 étapes nécessaires ont été franchies pour la réalisation d'un tel programme.

En réalité, on sous-estime le nombre réel d'étapes, car on considère comme acquis le fait que les composants ou éléments nécessaires étaient déjà préexistants. On sait que ce développement a demandé un soutien à une recherche scientifique théorique, et à un développement technologique complètement nouveau (dont les microprocesseurs, par exemple, ce qui a permis à cette industrie un développement vers d'autres applications). Car un taux de panne des composants électroniques, de l'ordre de 1/1000 durant la mission, est trop élevé à partir du moment où la panne d'un seul d'entre eux met tout l'ensemble en panne. Quand des centaines de composants constituent un objet technologique, une probabilité de bon fonctionnement de 99,9%, pour chaque composant, durant la mission, est statistiquement largement insuffisante pour la réussite du fonctionnement de l'objet durant toute la mission. Les risques de panne, même après fonctionnement sur une longue durée, pour chaque élément, doivent être inférieurs à  $10^{-6}$ . Il va de soi que si la probabilité de panne d'une structure complexe comportant des milliers d'éléments est égale à 1 ou très voisine de 1, la probabilité de succès est voisine de zéro. La mise en place de tests de validation des composants est construite sur une succession de dizaines, voire de

centaines, d'événements qui sont objectivement concevables comme une méthode de tri d'événements aléatoires. Pour gagner du temps, il faut mettre en place des méthodes de vieillissement accéléré et donc définir des protocoles, qui peuvent être eux-mêmes conçus comme le résultat de processus aléatoires d'ajustement.

Chaque création d'un nouvel élément spécifique, et chaque création d'une nouvelle méthode de fabrication d'un élément, et chaque création d'une organisation nouvelle, peuvent être conçues comme le résultat d'un processus d'essais et erreurs. En conséquence le nombre d'événements aléatoires, ou incertains, qui ont jalonné ce projet, se compte par milliers. Pour mille événements successifs à très forte probabilité de réussite durant le temps imparti, soit 50%, la probabilité de franchir toutes les étapes est égale à un peu moins de  $10^{-301}$ . On peut admettre qu'il a existé dans ce projet au moins une centaine d'étapes à probabilité relativement faible (que nous posons égale à 10%), et un millier d'étapes à probabilité relativement élevée (50%). Remarquons que toutes ces probabilités sont exagérément élevées. Une étape que l'on peut franchir avec une probabilité de 50% demande une machine, ou un singe, qui fait l'essai, le tri étant réalisé grâce au succès obtenu. Dans ce cas, pas besoin d'ingénieurs ou de chercheurs. Une probabilité de succès comprise entre  $10^{-200}$  et  $10^{-400}$  paraît ainsi être une conclusion raisonnable.

2 – 4 – 5 – 1 – 3 – But clairement décrit, confrontable au résultat

Même si les soviétiques ne l'ont pas annoncé officiellement, l'objectif de la conquête spatiale était exposé dans la Fédération Soviétique. L'annonce de la conquête de l'espace, par les États-Unis, fut officiellement exposée par John F. Kennedy, dans un exposé sur la « Nouvelle frontière » de l'Union, en novembre 1962, à Houston<sup>68</sup>. Le premier objectif était clairement exprimé : envoyer un homme sur la Lune avant la fin de la décennie. Cet objectif fut réalisé puisque le premier homme marcha sur la Lune le 20 juillet 1969. La NASA devait envoyer un américain poser le pied sur le sol lunaire en moins de dix ans, ce qui est un temps extrêmement court et rend d'ailleurs nos évaluations probabilistes tout à fait surévaluées, car si en un temps si court, ce programme a réussi, comment pouvoir imaginer qu'il puisse résulter

---

<sup>68</sup> On peut trouver l'intégralité de ce discours sur : <http://www.quotesandsayings.com/sjfk.htm>

d'un processus aléatoire ? Les données étaient évidemment externes à ceux qui avaient ainsi posé l'objectif : la Lune est bien extérieure, physiquement, aux décideurs, on ne savait pas exactement comment procéder – il y avait plusieurs approches – et les moyens nécessaires exigeaient une intense mobilisation d'argent, d'énergie et de compétences. La confrontation entre la description de l'objectif à atteindre et la description de sa réussite est particulièrement facile à réaliser. L'objectif visé, envoyer un homme sur la Lune, n'avait jamais été obtenu auparavant. Même si ce projet avait mobilisé l'enthousiasme des milliers de participants, même si Jules Verne et Hergé avaient déjà imaginé cette possibilité, cela restait de l'ordre de la fiction, cela paraissait inconcevable pour la majeure partie de l'humanité.

On avait bien un objectif préalablement affiché, décrit, confrontable à la description du résultat, et en outre considéré comme de la science-fiction par plus de la moitié de l'humanité.

#### 2 – 4 – 5 – 1 – 4 – Impossibilité d'atteinte du résultat par des recombinaisons aléatoires

Il ressort de ces estimations que la probabilité d'atteinte du résultat peut difficilement être supérieure à  $10^{-200}$ . Il est probable qu'une analyse fine montre que le nombre d'étapes est bien supérieur, étant donné le nombre de personnes impliquées, et que la probabilité de réussite de chaque étape soit nettement inférieure. En effet, il est difficile d'imaginer qu'une combinaison simple d'éléments nouveaux puisse avoir une probabilité facilement évaluable sans admettre dans un processus d'essais et erreurs que les éléments testés ne le soient pas déjà avec un système de tri déjà défini, qui est une reconnaissance d'une intentionnalité. Dans des programmes technologiques de bien moins grande ampleur, il est extrêmement courant de devoir résoudre une dizaine de questions, qui demandent, chacune, des protocoles de validation découpant chaque étape en une dizaine d'éléments. Il suffit d'analyser le nombre d'éléments qui ont concouru, par exemple, à la création du four à micro-ondes, laquelle a suivi une trajectoire beaucoup plus erratique que celle de la conquête spatiale, incluant certains aspects réellement aléatoires, pour prendre conscience de l'ampleur prodigieuse du programme spatial. Souvenons-nous de l'exemple si souvent cité d'Edison : il procéda par une méthode d'essais et d'erreurs, mais en



réalité il savait déjà ce qu'il voulait obtenir.

On peut répondre que les modalités de notre calcul surestiment la difficulté. Énormément d'étapes ont été traitées en parallèle. Il ne s'agit pas de mille étapes qui se succèdent, les unes après les autres, mais au contraire de ces mille passages obligés réalisés ensemble par différentes personnes. Dans ce cas, chaque étape est rapidement franchissable par une méthode de type essai-erreur (comme le fit Edison). Mais là où la critique ne tient pas, c'est qu'elle suppose, sans le dire, toute une organisation en parallèle, qui n'est possible que par une volonté intentionnelle. Or nous posons, *a priori* et par principe, qu'il n'y a pas de volonté intentionnelle, ni d'action intentionnelle. Si organisation parallèle il y a eu, elle s'est mise en place aussi par une méthode d'essais et erreurs. Car, objectivement, que les événements soient en parallèle, ou en série, ne change rien au calcul de probabilité, à condition que la mise en parallèle soit considérée comme un des éléments *ex ante* de la combinaison et non comme une donnée préexistante à la décision.

Affirmer que la mise en parallèle des actions et que l'organisation de tout le projet doivent être pris en compte, c'est affirmer qu'il y a intention et, en conséquence, orientation subjective des déterminations vers un objectif, focalisation des actions, que non seulement les travaux peuvent être réalisés en parallèle (avec association des résultats subséquentement), mais qu'en plus, pour chaque étape, des solutions simplificatrices peuvent être trouvées, et que la coordination des interactions entre les différentes étapes permet d'affecter les moyens proportionnellement aux difficultés. Nous sommes ici davantage dans une tentative de comprendre pourquoi, lorsque l'intention est présente, il est possible d'aller plus rapidement vers un résultat, que dans l'évaluation de l'impossibilité du résultat par un système de variation-sélection.

La conquête de la Lune est donc le résultat d'un processus intentionnel absolument certain, et non le simple résultat d'un ensemble de déterminations biologiques, sociales, culturelles et techniques, et cela, même si toutes ces déterminations ont évidemment eu aussi leur rôle. Car ces déterminations ne changent rien aux probabilités de rencontre de séries déterminées indépendantes. C'est en vain qu'on arguera qu'il existe des déterminations de type auto-organisationnelles, car cela revient exactement à affirmer l'intentionnalité sans la nommer.

Notre estimation - mais n'importe quel professionnel du métier arrivera à des probabilités encore beaucoup plus basses - rend la conquête de la Lune non seulement impossible à l'échelle humaine, mais aussi à l'échelle de tout ce qui est chimique et biochimique au niveau de notre planète, au niveau de tout événement de quelque nature que ce soit, au niveau de notre galaxie, ou même de l'univers. Dans une approche de combinaisons aléatoires, la conquête de la Lune est un événement cosmique unique et impossible.

On pourrait faire le calcul dans l'autre sens : nous admettrons que la probabilité de succès de la conquête de la Lune est acceptable, par exemple de 1%, ce qui est déjà très faible, car qui investirait de telles sommes pour une probabilité de succès si faible ? Quelles devraient être les probabilités de réussite de chaque étape parmi mille dans le laps de temps imparti, qui est finalement extrêmement court ? Le calcul donne une probabilité de succès pour chacune des mille étapes de 99,54 %, ce que « l'homme de la rue », et même n'importe quel statisticien, estimerait être une quasi certitude. On obtient des probabilités tellement élevées que cela revient à admettre que la majorité des étapes serait déterminée, ce qui n'a aucun sens. Par exemple cela revient à avoir 500 étapes affectées d'une probabilité de 1 et 500 étapes affectées d'une probabilité de 99,1%.

La conquête de la Lune est un événement cosmique impossible, et comme il a été prédéfini par les acteurs comme l'objectif à atteindre, il est donc le résultat de l'action intentionnelle telle que définie préalablement. La coïncidence demandée par William James a bien eu lieu.

#### *2 – 4 – 5 – 2 – Fabriquer des plantes génétiquement modifiées*

Lorsque la direction de l'entreprise Monsanto prit la décision d'orienter l'entreprise vers les biotechnologies dès la fin des années 70, et en particulier vers les biotechnologies végétales, rien ne prouvait qu'il fût possible d'obtenir des plantes transgéniques, et encore moins que cette société, spécialisée en chimie, aurait une quelconque chance en se lançant dans un nouveau domaine dont elle ignorait tout. Considéré à l'origine comme utopique, le projet de création de plantes transgéniques a eu cela de complètement original qu'il s'agissait d'un projet de haute technologie, mis en œuvre par une entreprise privée anticipant les

progrès dans les connaissances biologiques. Ce projet était tellement en avance sur son temps que la plupart des entreprises déjà présentes dans le secteur des semences sont restées attentistes pendant près de 5 ans, et que, durant cette période, les chercheurs du domaine public se plaignaient de ne pas disposer d'autant de moyens en recherche fondamentale que les chercheurs de Monsanto.

Il reste à savoir si ce projet pouvait être réalisé uniquement selon la logique des essais et erreurs asservie par un système de rétrocontrôle sélectionnant le succès.

2 – 4 – 5 – 2 – 1 – Nombreuses étapes scientifiques et technologiques identifiées

L'étude du nombre de publications sur la transformation génétique des cellules végétales et sur la régénération de plantes à partir de ces cellules, permet de comptabiliser le nombre d'étapes fondamentales qu'il a fallu franchir (clonage des gènes d'intérêt, utilisation de promoteurs spécifiques, technique de transfert de gène, méthode de culture des cellules, méthodes de régénération, méthodes de construction génétique et choix des vecteurs, etc...), avec des adaptations spécifiques selon les espèces végétales. Entre 1980 et 1988, on peut estimer ces étapes à plusieurs centaines, le nombre de publications scientifiques sur le domaine croissant chaque année de manière exponentielle.

En 1988, dix ans après la décision de Monsanto, la plupart des semenciers continuaient encore à douter de l'intérêt d'une telle entreprise, tout au moins dans un délai de dix à quinze ans. Car les inconnues, en ce qui concernait l'utilisation au champ, restaient très nombreuses, et les points de blocage potentiels identifiés étaient encore nombreux.

2 – 4 – 5 – 2 – 2 – Existence de nombreuses inconnues scientifiques, techniques, économiques

L'aléatoire était présent dans le projet à tous les niveaux, depuis les mécanismes même de recombinaison de l'ADN, aux inconnues scientifiques, aux difficultés technologiques, aux contraintes juridiques, financières et marketing. C'était un objectif qui semblait accessible, pour ceux qui y croyaient, mais les obstacles techniques à ce développement n'étaient identifiables que moyennant un certain nombre d'hypothèses encore invérifiables à ce moment-là. En particulier, il n'avait nullement

été prouvé, de manière directe, au moment de cette prise de décision, qu'il était possible de seulement transférer de l'ADN nouveau de manière stable dans les chromosomes végétaux, et encore moins d'obtenir une expression de gènes étrangers de toute nature dans les plantes. Cette hypothèse était fondée sur la certitude que le végétal fonctionnait selon le même principe moléculaire que les autres êtres vivants. Quant à la possibilité que cette qualité s'exprimât au champ, c'était une hypothèse, certes fondée, mais on a déjà vu beaucoup de caractères validés en laboratoire et sans intérêt au champ. Ces hypothèses étaient le résultat de déductions à partir des conceptions de l'époque en génétique et biochimie, et en particulier des connaissances des transferts naturels de certains gènes dans certaines plantes par deux espèces bactériennes<sup>69</sup>.

Quant à la possibilité de construire un nouveau modèle économique basé sur les royalties de constructions génétiques et non sur la protection variétale, elle était possible, sur le papier, mais en tout cas pas dans tous les pays du monde. La décision d'orienter la totalité de l'entreprise dans cette direction fut prise dans les dernières années de la décennie 70, et peut être considérée, sur le plan de la stratégie d'entreprise, comme une des prises de risque les plus folles de l'histoire de l'agriculture et de la sélection des plantes, et même, généralement parlant, de l'histoire de l'activité économique. Trente ans après cette décision, l'entreprise avait réalisé sa transformation en totalité. Un chimiste s'était transformé en biotechnologue et en acteur majeur du monde des semences, changeant ainsi radicalement de métier, phénomène rarissime dans l'histoire du développement d'entreprise, et quasi unique par le fait de miser sur une technologie dont les connaissances scientifiques fondamentales n'étaient pas encore acquises de manière certaine.

## 2 – 4 – 5 – 2 – 3 – Estimation des probabilités de succès

Les moyens mis en œuvre pour l'atteinte de ces objectifs ont dévoilé, étape par étape, que les inconnues biologiques et les difficultés

---

<sup>69</sup> Jacques Tempé et les équipes de l'INRA travaillant sur *Agrobacterium tumefaciens* et *Agrobacterium rhizogenes*, leaders sur ce sujet vers la fin des années 70, avaient bien compris le potentiel de cette découverte. Mais ce n'est pas pour autant que la moindre action ait été entreprise dans ce sens en France.

techniques étaient innombrables, et probablement supérieures à ce qui avait été estimé. En 1981, trois publications scientifiques démontrent qu'il est possible de transférer des gènes étrangers dans des cellules de plantes. L'une des publications vient d'un groupe de chercheurs de Monsanto. Les deux autres viennent de laboratoires indépendants fortement financés, sur ce projet, par Monsanto. Que l'entreprise ait souhaité soutenir la recherche dans d'autres laboratoires démontre à quel point l'objectif était ambitieux, difficile et aléatoire. Il y avait un très grand nombre d'obstacles spécifiques au végétal, lesquels n'avaient nullement été explorés.

On peut affecter à chaque étape cruciale – évaluable par les publications correspondantes – une probabilité très élevée (afin de sous évaluer la difficulté) d'apparition, de l'ordre de  $10^{-2}$ . Cela peut d'ailleurs être considéré comme un peu insultant vis à vis des chercheurs, mais je ne cherche pas, dans ces calculs, à valoriser l'intensité de l'intentionnalité des chercheurs. Estimer que la probabilité de découverte ou de réussite technologique qui permet une publication scientifique est de l'ordre de 1% en ne pratiquant qu'un processus d'essais et erreurs, laisserait supposer que cette recherche exige peu de compétences spécifiques. Cela permettrait d'organiser une recherche à plus faible coût que ce qui est mis en place aujourd'hui. On calcule que pour un franchissement de chaque étape selon une probabilité de 1%, pour 200 étapes, atteindre les résultats scientifiques et technologiques tels qu'ils sont en 1994, demande une probabilité de l'ordre de  $10^{-400}$ . Pour 100 étapes seulement, la probabilité reste de  $10^{-200}$ . Pour une probabilité de franchir les étapes selon une simple méthode d'essais et erreurs de l'ordre du millième, ce qui est plus conforme à l'expérience du travail en laboratoire – car la moindre expérimentation réalisée sans être très bien pensée a une probabilité voisine de 99,9% de ne rien donner d'intéressant – on trouve respectivement  $10^{-600}$  et  $10^{-400}$ .

Nous n'avons calculé ici que les probabilités du développement scientifique. Il faudrait ajouter ici les probabilités des développements commerciaux, financiers et industriels. Car pendant que Monsanto entraînait la recherche mondiale en biotechnologies végétales dans une direction et à un rythme qui n'aurait pas existé sans elle, l'entreprise prenait des décisions uniques dans l'histoire de l'industrie, et opposées aux pratiques de saine gestion. Elle vendait peu à peu des actifs

industriels pour investir dans la recherche et le développement. Elle connaissait un amaigrissement continu tout en investissant dans des programmes dont les retours sur investissement restaient incertains. Dans le domaine économique et industriel, l'entreprise a pris des décisions hors du commun dont la probabilité est réellement faible, puisqu'elles n'existent quasi jamais ailleurs, sauf chez des start-up. Il s'agit d'un cas industriel unique. Un calcul de probabilités, en admettant que seulement une centaine de décisions ont été prises, fait descendre la probabilité de telles orientations financières, selon la méthode des essais et erreurs, à des valeurs de l'ordre de  $10^{-100}$ . C'est d'ailleurs si rare, qu'aucune autre entreprise n'a suivi cette trajectoire ; les seules s'y investissant, plus de cinq ans après Monsanto, étaient des semenciers, industriels directement impliqués par leur métier. En outre, vingt-quatre ans après les choix d'orientation de Monsanto, on peut dire que cette situation reste unique. Aucune entreprise de biotechnologie n'a été créée selon ce processus de transformation totale d'une entreprise de chimie en une entreprise de biotechnologie, sur la base d'une orientation décidée plus de vingt ans auparavant et poursuivie avec opiniâtreté, malgré les conflits, les difficultés techniques, les inconnues biologiques, les oppositions financières et sociales. Cette opiniâtreté et constance dans les choix, alors que rien n'indiquait pour les entrepreneurs du domaine qu'ils étaient valables, ne peuvent être prises en compte dans le cadre d'une évaluation de probabilités, car cela supposerait que l'intention est agissante et efficace.

La probabilité d'existence des plantes transgéniques, à la manière dont elles ont soudainement surgi dans le champ social et économique, est située, selon les évaluations, entre  $10^{-300}$  et  $10^{-700}$ .

2 – 4 – 5 – 2 – 4 – But clairement décrit, confrontable au résultat

Ce fut un objectif clairement exprimé, et n'importe quelle personne étudiant la société Monsanto, ou les biotechnologies végétales, pouvait comprendre, dès le début des années 80, l'objectif de Monsanto : être capable, par les plantes transgéniques, de prendre le relais du brevet protégeant le *Glyphosate* jusqu'au milieu des années 90. Il y avait bien un porteur de projet clairement identifié, le président de l'entreprise lui-même et son « board », l'objectif était extérieur non seulement à l'entreprise, mais aussi à ses compétences du moment, puisque Monsanto

était, au moment de la prise de décision, un groupe de chimie fine. La description de l'objectif était si précise qu'elle pouvait être confrontée à la description de sa réalisation (obtention, production et ventes de semences de plantes transgéniques résistantes au glyphosate, assurant ainsi un revenu nouveau protégé par les lois sur la protection industrielle, sur un marché nouveau supposé potentiellement immense), et l'identité des deux descriptions pouvait être validée sans difficulté.

L'affirmation de l'objectif à atteindre a été officiellement annoncée, au tout début des années 1980. Des analyses de cette orientation étaient publiées et montraient un scepticisme certain quant à ce choix stratégique. Cet objectif a été considéré par l'écrasante majorité des acteurs du domaine (les autres chimistes, pharmaciens et semenciers) comme complètement irréaliste, beaucoup trop risqué en termes techniques et particulièrement inadapté aux exigences des marchés financiers et de la demande agricole. De plus les connaissances scientifiques de l'époque faisaient douter beaucoup de spécialistes estimant qu'il y avait trop d'inconnues, et que d'autres priorités à risque moindre étaient préférables. D'ailleurs, l'entreprise s'est lancée seule dans l'aventure, suivie, plusieurs années après, par quelques start-up qui ont presque toutes échoué, souvent par manque de capitaux. Les entreprises de semences, dont certaines étaient déjà des groupes internationaux imposants, ont observé la stratégie de Monsanto sans la partager. Ils se sont lancés dans l'aventure quand les résultats, année après année, justifiaient peu à peu le choix de Monsanto, au point d'inquiéter les spécialistes des semences qui voyaient apparaître ainsi un nouveau concurrent maîtrisant une technologie nouvelle dans leur propre domaine.

#### 2 – 4 – 5 – 2 – 5 – Impossibilité d'atteinte du résultat par des recombinaisons aléatoires

Il ressort que la probabilité d'atteinte du résultat est comprise dans une fourchette qui se situe entre  $10^{-300}$  et  $10^{-700}$ . L'ampleur de cette fourchette est liée à l'évaluation que l'on peut faire de la valeur de la recherche comme autre chose qu'une simple méthode d'essais et erreurs. Il est probable que si l'on avait questionné des chercheurs du domaine, à cette époque, un bon nombre aurait fourni des probabilités plus faibles. Ceux qui savaient ce qu'est la culture de protoplastes, les difficultés à

trouver des conditions de régénération pour certaines espèces, et les difficultés qu'il y eut à réaliser des transformations génétiques stabilisées, auraient certainement eu tendance à diminuer les probabilités de réussite selon des processus d'essais et erreurs triés par le succès, et même pour un programme réel de chercheurs, forcément intentionnels.

On peut aussi répondre que les modalités de notre calcul surestiment la difficulté. Ici aussi, énormément d'étapes ont été traitées en parallèle. En particulier non seulement la société Monsanto a réalisé de très nombreux travaux en interne, mais elle a aussi développé des relations contractuelles avec des laboratoires dans le monde entier. Et bien sûr, ici aussi, la critique ne tient pas, car elle suppose, sans le dire, toute une organisation coordonnée, qui n'est possible que par une volonté intentionnelle. Une organisation multi-contractuelle doit être considérée comme le résultat d'essais et erreurs. Ainsi que nous l'avons déjà souligné, objectivement, que les événements soient en parallèle ou en série, ne change rien au calcul de probabilité, à condition que la mise en parallèle soit considérée comme un des éléments de la combinaison.

Le développement des plantes transgéniques est donc le résultat d'un processus intentionnel absolument certain, et non le simple résultat d'un ensemble de déterminations biologiques, sociales, culturelles et techniques, et cela, même si toutes ces déterminations ont eu aussi leur rôle. Car, ainsi que nous avons eu l'occasion de le montrer pour la conquête de la Lune, ces « déterminations » ne changent rien aux probabilités de rencontre de séries indépendantes, qui sont calculées en tenant compte du contexte. C'est en vain qu'on arguera qu'il existe des déterminations de type auto-organisationnelles, toujours sous-entendues dans les calculs d'experts, car cela revient à affirmer l'intentionnalité sans la nommer.

En conséquence, cette estimation rend le développement technologique et commercial des plantes transgéniques absolument impossible à l'échelle humaine, selon une approche aléatoire. Étant donné la faiblesse des probabilités, c'est une impossibilité à l'échelle de tout ce qui est chimique et biochimique au niveau de notre planète, mais aussi au niveau de tout événement de quelque nature que ce soit, au niveau de notre galaxie, ou même de l'univers. Dans une approche de combinaisons aléatoires, comme la conquête de la Lune, l'apparition des plantes transgéniques est un événement cosmique unique et impossible.



Le développement technologique et commercial des plantes transgéniques est donc le résultat d'une action intentionnelle.

*2 – 4 – 5 – 3 – L'activité intentionnelle existe donc de manière certaine*

Les deux exemples, qui sont deux expérimentations *in vivo*, ne sont en réalité que deux exemples bien connus et documentés, parmi des centaines d'autres, lesquels concernent autant le développement technologique que la création artistique, ou l'évolution politique. Mais nous n'avons pas besoin de multiplier les exemples. Un seul suffit. La preuve qu'il n'existe pas de génération spontanée a été apportée par Pasteur grâce à quelques expérimentations bien construites. À partir d'un tel résultat, le scientifique bâtit une loi générale. Tant que les faits ne la contredisent pas – ou que d'autres lois ne sont pas imaginées –, cette loi est reconnue comme générale. Nous sommes ici dans une situation différente, car il n'est nullement question de généraliser à tout le comportement humain. Il est seulement question de prouver que l'action intentionnelle existe, et que lorsqu'une action est déclarée être intentionnelle par celui qui la porte, nous sommes en droit d'en reconnaître *a priori* le caractère intentionnel et non pas de le nier au nom du déterminisme ou de la recombinaison aléatoires d'éléments sélectionnée par le succès.

J'ai évoqué un simple calcul sur les dépôts de brevet qui montre que même si la probabilité de dépôt d'un brevet est élevée, le nombre de brevets indépendants déposés chaque année est tel qu'il est impossible que ces brevets ne soient pas déposés intentionnellement. Un calcul de même nature sur les publications scientifiques amènerait à la même conclusion. Mais il n'y a pas que les sciences et techniques. Il existe tous les autres champs d'activité humaine.

Ainsi, comme le ferait tout scientifique, après une série d'expérimentations, nous devons reconnaître la valeur de l'hypothèse de l'intentionnalité efficace, parce que c'est la seule hypothèse qui permette d'expliquer les faits observés. C'est la plus simple et la plus adaptée. De plus, nous n'avons aucune autre hypothèse qui permette d'expliquer les faits observés. Nous pouvons répondre à Le Dantec qui demandait un seul fait : il existe de nombreuses données expérimentales qui prouvent l'existence de l'intention.

Avec la preuve que l'action intentionnelle existe, nous pouvons

définir l'ensemble des actions pour lesquelles elle est quasi-certaine. Posons une action innovante simple et courante qui demande 10 étapes pour la réussite de l'action, chaque étape ne pouvant être déduite de la précédente (séries déterminées indépendantes). Quelle probabilité de succès chaque étape doit-elle avoir pour que la probabilité de succès de l'ensemble soit inférieure à  $10^{-9}$  (cf 2-3-4-4) ? Le calcul donne 12,6%. Identifions un processus dit d'essais et erreurs à une approche qui serait celle du bricoleur qui prend ce qu'il a sous la main, sans plan défini pour résoudre son problème. Cette approximation présuppose que le bricoleur a un objectif, qu'il est intentionnel, on lui enlève seulement la capacité intellectuelle à bâtir un plan, à anticiper, à prévoir. Il prend ce qui lui tombe sous la main et il essaye de voir si ça marche. En cas de réponse positive, il garde, sinon met de côté. On peut imaginer un bricoleur de l'action politique ou sociale, des créations culturelles, artistiques ou technologiques, des actions économiques et financières, de l'entraînement sportif, de l'activité religieuse. Ce sont des actions qui demandent du temps, des moyens divers, des étapes nombreuses. Peut-on estimer à 12,6% la probabilité de succès de chaque étape sans plan, juste en tâtonnant ? Dans les actions impliquant d'autres acteurs, une erreur entraîne un changement et la nécessité d'actions correctives, sinon les probabilités de succès s'effondrent... Une action technico-commerciale, n'importe quel commercial en « B to B » le sait bien, a plus de 99 % de chances d'échouer sans une préparation minutieuse. Un voyage sans préparation va rencontrer des problèmes à chaque étape (réservations, trajets, passeports, etc...). Ces actions sont innombrables et concernent toute forme de changement dans l'action demandant la coordination de facteurs ou de personnes impliquées dans de nombreux métiers.

Ceci ne signifie pas qu'il n'y ait pas dans l'action intentionnelle une part de hasard. Comme le disait Pasteur : « le hasard ne favorise que les esprits préparés ». Le hasard ne favorise que ceux qui l'utilisent à des fins prédéfinies, ceux qui sont déjà intentionnels.

## **2 – 5 – Nous devons donc conclure à l'existence d'une activité intentionnelle**

Nous pouvons conclure de manière certaine à l'efficacité de l'intention humaine, et à la capacité des hommes à agir intentionnellement, et ce pour les six raisons présentées et résumées ci-

après, chaque raison ayant un statut différent. La dernière raison est une raison empirique, de nature expérimentale, qui confirme et valide les autres.

### ***2 – 5 – 1 – On ne peut comprendre l'existence d'une intention inefficace***

Le seul fait qu'elle existe et ne puisse être efficace pose des problèmes de logique insurmontables. Comment est-il possible qu'elle existe, sans pour autant avoir un effet sélectionnable ?

### ***2 – 5 – 2 – Affirmer le (ou croire au) déterminisme est contradictoire***

On ne peut affirmer le déterminisme sans afficher implicitement de l'intentionnalité. On ne peut non plus nier l'intention en référence à une vérité du déterminisme sans se contredire.

### ***2 – 5 – 3 – Toute recherche de preuve est intentionnelle***

Cette nécessité de prouver pour défendre ce qu'on affirme met en porte-à-faux tous ceux qui veulent prouver que l'intention n'existe pas.

### ***2 – 5 – 4 – Croire que l'intention est une illusion est contradictoire***

Une illusion se réfère toujours à une expérience authentique, et croire que l'intention est une illusion signifie que cette croyance est également une illusion.

### ***2 – 5 – 5 – On ne peut comprendre l'organisation sociale en l'absence d'activité intentionnelle***

Toute notre vie sociale, y compris celle des chercheurs qui veulent croire au déterminisme absolu, devient une énorme mascarade, en absence d'activité intentionnelle. En effet l'organisation sociale se réfère à tous les niveaux à l'action intentionnelle des individus formant la société.

### ***2 – 5 – 6 – L'activité inventive humaine exige une activité intentionnelle***

Que deux projets impossibles sans intentionnalité aient pu éclore en cinquante ans seulement, et réussir, suffit à prouver l'existence de l'intentionnalité. Un seul projet impossible qui a réussi apporte une preuve formelle. Or nous pouvons en analyser de nombreux autres.

### 3 – Inversement, on ne peut pas non plus nier l'existence du déterminisme

Si l'activité intentionnelle humaine est un fait certain, pouvons-nous conclure que le déterminisme doit être rejeté ? Il n'en est rien. Souvenons-nous que Félix Le Dantec écrivait en 1924 : « *Les déterministes ont pour eux tous les cas où une étude scientifique a été possible ; leurs adversaires sont encore dans l'attente d'une seule observation au cours de laquelle le déterminisme serait pris en défaut.* ». Ce n'est pas parce que le déterminisme est pris en défaut, comme conséquence nécessaire de l'existence de l'activité intentionnelle, qu'il doit être rejeté globalement. C'est bien, au contraire, l'existence prouvée du déterminisme à de nombreux niveaux du fonctionnement biologique qui a conduit à la nécessité de prouver l'existence de l'activité intentionnelle.

Peut-on penser avec Hume qu'il n'est pas possible à la science de révéler les causes nécessaires et universelles ? Il écrit : « *Il n'y a rien dans un objet considéré en lui-même qui puisse nous apporter une raison de tirer une conclusion qui le dépasse ; et ce même après l'observation d'une fréquente ou constante conjonction d'objets, nous n'avons aucune raison de tirer aucune inférence au sujet d'aucun objet autre que ceux dont nous avons eu l'expérience [...]* »<sup>70</sup>. Ou encore, avec Wittgenstein que « *Nous ne pouvons inférer les événements de l'avenir des événements présents. La croyance au rapport de cause à effet est de la superstition* »<sup>71</sup>. Nous pouvons seulement répondre en deux temps. D'abord que l'attitude subjective vis à vis du déterminisme est évidemment de l'ordre de la croyance, et non reviendrons sur cet aspect de la posture subjective scientifique. On *peut* croire ou ne pas croire au déterminisme. Mais ensuite, que les réussites de l'investigation scientifique, dont je donnerai quelques rapides exemples ci-après, prouvent par l'absurde que cette croyance s'appuie sur une réalité des relations causales qui dépasse les seuls objets étudiés.

Il est vrai que la physique moderne conduit à des conceptions indéterministes. Je reviendrai sur son importance pour cette recherche. À ce stade de notre réflexion, cette contestation du déterminisme par la physique quantique concerne surtout le monde des particules. À l'échelle

---

<sup>70</sup> Davide Hume, *Traité de la nature humaine*, livre 1, 3<sup>e</sup> partie, section XII, trad. fr., Paris, Aubier-Montaigne, 1973, p 223

<sup>71</sup> Ludwig Wittgenstein, *Tractatus Logico-philosophicus*, 5-1361, Paris, Gallimard, 1961, p 67

macroscopique, c'est la mécanique classique, déterministe, qui est généralement utilisée par les ingénieurs. De plus, notre problème est fondé sur une contradiction qui se pose au niveau biologique ; à première vue, à un niveau macroscopique par rapport à la physique quantique. En dernier lieu, nous fondons la nécessité de conceptions indéterministes sur l'existence de l'intention et non sur la reconnaissance du hasard.

Je n'insisterai pas sur le déterminisme biologique, puisque celui-ci est très documenté. On peut constater de toute action humaine qu'elle s'oppose toujours à une loi physique, même si, en reliant des séries déterminées indépendantes, l'homme utilise aussi d'autres lois. Lorsque nous grimpons, nous luttons contre la gravité et nous utilisons pour cela l'énergie des liaisons chimiques des composés que nous mangeons. Un bateau en acier flotte, car, par construction, sa densité globale est inférieure à celle de l'eau. Un avion vole, en dépit de son poids, car il a été conçu pour avoir une certaine portance à partir d'une certaine vitesse, elle-même conséquence de l'utilisation des lois de la dynamique des fluides et de l'aérodynamique, etc... Nul ne peut dire que nous nous opposons dans nos actions à une loi biologique définie. Nous utilisons des mécanismes biologiques, sans nous opposer à aucun. On ne peut donc pas penser que par l'intention nous nous opposons à une quelconque loi biologique.

Nous nous contenterons d'analyser quelques niveaux de déterminismes biologiques aujourd'hui bien documentés en évitant les présentations accessibles dans de nombreux ouvrages de synthèse<sup>72</sup>.

### **3 – 1 – Déterminisme au niveau de la biologie moléculaire**

Même si la génétique et les fondements de ce qui permet la biologie moléculaire avaient été découverts avant lui, le programme scientifique posé par le grand physicien Erwin Schrödinger, dans son livre *Qu'est-ce que la Vie ?*<sup>73</sup>, décrit bien les déterminismes de la biologie moléculaire. Il date de 1944, douze ans avant les percées scientifiques qui donnèrent à la biologie moléculaire son statut de science essentielle dans le domaine des sciences du vivant. Son livre peut être considéré comme la description

---

<sup>72</sup> Par exemple : Willian K.Purves, Gordon H.Orians, H.Craig Heller, David Sadava, *Le monde du Vivant*, Paris, Flammarion, 2000

<sup>73</sup> Erwin Schrödinger, *Qu'est-ce que la vie ?*, Paris, Christian Bourgeois, 1986, Dernière édition, col. Point, 1993

des concepts fondamentaux nécessaires pour expliquer la structure moléculaire du vivant, et même comme un programme de recherche, programme mis en œuvre par des chercheurs qui avaient tous lu l'ouvrage de Schrödinger. La question fondamentale posée au début de ce livre, et dont la suite est la réponse qui semble nécessaire, est : « *Comment peut-on expliquer à l'aide de la physique et de la chimie les événements qui se produisent dans l'espace et dans le temps dans les limites spatiales d'un organisme vivant ?* »<sup>74</sup>. Ce livre a eu une influence indéniable sur les orientations des chercheurs créateurs de la biologie moléculaire. Moins de vingt ans après, les résultats confirment bon nombre de ses déductions. Schrödinger, dès le début de son ouvrage, montre que le niveau moléculaire peut être considéré comme le bon niveau d'analyse de l'organisation de l'hérédité. Alors que Le Dantec, et avec lui de nombreux biologistes de son temps, posait le niveau « colloïde » comme le fondement du vivant, Schrödinger postule une identité des lois qui conduisent à la mise en forme de la matière non vivante et de la matière vivante. Il pose comme nécessaire que le support de la « mémoire » soit un cristal aperiodique. Il affirme : « *En effet la chimie organique, en étudiant des molécules de plus en plus complexes, s'est approchée de beaucoup plus près de ce « cristal aperiodique » qui est, à mon avis, le support matériel de la vie.* »<sup>75</sup>

Schrödinger pose clairement le dogme déterministe de la biologie moléculaire : « *En donnant à la structure des fibres chromosomiques le nom de code, nous entendons signifier que l'esprit omniscient conçu un jour par Laplace, et pour qui tout rapport causal serait immédiatement déchiffrable, pourrait immédiatement déduire de cette structure si l'œuf, placé dans des conditions convenables, se développerait en coq noir ou en poule tachetée, en mouche ou en plant de maïs, rhododendron, scarabée, souris ou femme. [...] Mais le terme code est, bien entendu, trop étroit. Les structures chromosomiques servent en même temps à réaliser le développement qu'ils symbolisent. Ils sont le code de loi et le pouvoir exécutif – ou, pour employer une autre analogie, ils sont à la fois le plan de l'architecte et l'œuvre d'art de l'entrepreneur.* »<sup>76</sup>

Au moment où Schrödinger écrit, le concept de gène est déjà

---

<sup>74</sup> Erwin Schrödinger, ouvrage cité, p 40

<sup>75</sup> Erwin Schrödinger, ouvrage cité, p 43

<sup>76</sup> Erwin Schrödinger, ouvrage cité, p 71-72

défini. Quarante ans auparavant, de Vries a identifié le concept de mutation, confirmant les théories de Mendel ; les études génétiques permettent une véritable cartographie des gènes, et le positionnement physique du gène sur le chromosome est désormais certain. Max Delbrück avait pu, par des expérimentations utilisant la radiation, relier le concept d'unité héréditaire (le gène) avec une entité moléculaire, et, parallèlement, Avery et son équipe prouvaient le pouvoir transformant de l'ADN. Schrödinger, reprenant des résultats cytologiques (chromosomes des glandes salivaires de la drosophile), conclut que la masse d'un gène doit être de l'ordre du million d'atomes. « *Ce nombre est beaucoup trop petit (du point de vue de  $\sqrt{n}$ ) pour engendrer un comportement ordonné et réglé d'après la physique elle-même. Ce nombre est trop petit, même si tous ces atomes jouaient le même rôle, comme ils le font dans un gaz ou une goutte de liquide.* »<sup>77</sup>

Erwin Schrödinger déduit des connaissances du moment, selon l'approche d'un « physicien ingénu », quelle devrait être la structure d'un gène : « *Nous pourrions – dans un pareil cas – parler avec à-propos d'un cristal ou solide aperiodique et exprimer notre hypothèse en disant : Nous croyons qu'un gène – ou peut-être l'ensemble de la fibre chromosomique – est un solide aperiodique.* »<sup>78</sup> On peut constater que, seulement armé des connaissances du temps, et en appliquant un raisonnement rigoureux, Schrödinger arrive à des conclusions très proches de ce qui sera découvert vingt ans plus tard. Bien sûr, il ne pouvait prédire la structure du « code » de l'ADN, ni déduire que le système devait être à trois niveaux (ADN-ARN-Protéine), mais il avait néanmoins déduit certaines caractéristiques que devait avoir la structure du gène. Ceci signifie que la structure telle qu'elle a été trouvée est bien conforme à une nécessité, qu'elle pouvait être déduite des lois de la physique connues à ce moment, des lois génétiques déjà décrites, et des observations faites par les biologistes et physiciens sur la structure du vivant. « *Ce que nous voulons faire ressortir est simplement ceci : avec l'image moléculaire du gène il n'est plus inconcevable que le code en miniature puisse se trouver en correspondance exacte avec un plan de développement très complexe et très élaboré et contenir en même temps les moyens de le mettre à exécution.* »<sup>79</sup>

---

<sup>77</sup> Erwin Schrödinger, ouvrage cité, p 92

<sup>78</sup> Erwin Schrödinger, ouvrage cité, p 151

<sup>79</sup> Erwin Schrödinger, ouvrage cité, p 153

Schrödinger conclut aussi à la nécessité d'une stabilité des gènes lors de leur transmission de génération en génération, même s'il ne peut décrire les mécanismes assurant cette stabilité. « *Des mutations fréquentes sont nuisibles à l'évolution. Les individus qui, par mutation, acquièrent une configuration de gènes d'une stabilité insuffisante, n'auront que peu de chance de voir leur descendance « ultraradicale», à mutations fréquentes, survivre longtemps. Les espèces en seront affranchies et pourront, par sélection naturelle, s'assurer des gènes stables.* »<sup>80</sup>

Même si, à partir de ses connaissances en physique, et d'une capacité de déduction exceptionnelle, Schrödinger a pu décrire un programme de recherche pour la biologie moléculaire, il reconnaît que la physique en tant que telle sera impuissante à fournir les informations nécessaires. « *Je pense qu'il n'y a pas la moindre probabilité qu'aucune information à ce sujet soit fournie par la physique, tout au moins dans un avenir proche. Les progrès proviennent et continueront, j'en suis sûr, de provenir de la biochimie guidée par la physiologie et la génétique. [...] La substance vivante, tout en n'éluant pas les « lois de la physique » telles qu'elles nous sont connues jusqu'à ce jour, dépend probablement « d'autres lois physiques » inconnues jusqu'ici, mais qui, une fois révélées, constitueront une partie intégrante de cette science au même titre que les premières.* »<sup>81</sup> Il semblerait que, dans ce cas précis, Schrödinger se soit trompé, car il ne semble pas qu'il faille, encore aujourd'hui, définir d'autres lois physiques, puisque tous les résultats obtenus à ce jour semblent conformes à la physique et à la chimie. Par contre, ce qu'il a bien compris c'est que « *la structure de la matière vivante doit nous préparer à la voir fonctionner de manière irréductible aux lois ordinaires de la physique* »<sup>82</sup>. Cela signifie que même si la vie est conforme aux lois de la physique, elle ne peut être intégralement déduite de ces lois. La théorie de l'information ne semble pas contredire ce constat. Cela signifie clairement que de l'indéterminisme doit être présent dans le fonctionnement du vivant à certaines échelles.

Conformément à ce qu'avait prédit Schrödinger, les mécanismes propres à la biologie moléculaire sont spécifiques tout en étant conformes à la physique, et ce sans exiger des lois physiques spécifiques.

---

<sup>80</sup> Erwin Schrödinger, ouvrage cité p 156

<sup>81</sup> Erwin Schrödinger, ouvrage cité p 165-166

<sup>82</sup> Erwin Schrödinger, ouvrage cité p 181



Le cristal aperiodique recherché par Schrödinger est bien la molécule d'ADN. Le fil de la double hélice de l'ADN se trouve aujourd'hui enrichi d'une métaphore linguistique : le gène est un « texte » écrit au moyen d'un alphabet à quatre lettres (les quatre bases azotées de l'ADN), et le produit de ce gène est une « réécriture de ce *texte* », une traduction, selon la terminologie scientifique, au moyen d'un « alphabet » de vingt « lettres » (les vingt acides aminés des protéines).

L'hérédité peut être conçue selon deux aspects fondamentaux : d'un côté le caractère génétique, c'est-à-dire la transmission conforme de l'ADN de génération en génération, ce qui relève du génotype ; et de l'autre côté le caractère épigénétique, c'est-à-dire la transmission d'un état de l'expression de l'ADN, de cellules en cellules, ce qui relève du phénotype. Cette différence est essentielle pour les organismes eucaryotes pluricellulaires, surtout chez les espèces dont la structure est différenciée en termes d'organes et de tissus. Quoique, dans toutes les cellules d'un organisme eucaryote, l'ADN soit théoriquement identique, il n'est certes pas dans le même état moléculaire suivant la spécialisation de la cellule. Un neurone n'exprime pas les mêmes gènes qu'une fibre musculaire.

On peut constater que la métaphore de Schrödinger sur le code est aujourd'hui largement enrichie, puisque les biologistes parlent désormais de programme. *« De quel programme s'agit-il ? Il s'agit en fait d'une métaphore, suggérée par un certain nombre de faits bien établis, dont la découverte a élucidé certains parmi les mécanismes biologiques qui apparaissaient jusque-là les plus mystérieux (les plus irréductibles, les plus spécifiques de la « vie ») : la reproduction des caractères héréditaires qui pend appui sur la répllication des ADN, et l'expression de ces caractères héréditaires grâce à la synthèse de protéines enzymatiques. Celles-ci, grâce à leur possibilité de catalyser telle ou telle réaction du métabolisme, orientent l'activité cellulaire dans une voie ou une autre et déterminent ainsi l'expression d'un caractère donné dans un mode particulier d'activité. »*<sup>83</sup>

Les mécanismes de l'hérédité sont décrits en termes d'interaction moléculaire. Cette description intègre à la physique et la chimie « classiques » des notions cybernétiques (code, information, programme). Cela modifie et élargit la physique et la chimie, d'une

---

<sup>83</sup> Henri Atlan, *Le crystal et la fumée*, p 15-16

manière qui ressemble à celle que prévoyait Schrödinger. Henri Atlan en conclut : « *Aussi n'est-il pas étonnant que suivant ses inclinations philosophiques, chaque biologiste soit sensibilisé à l'un plus qu'à l'autre de ces aspects. Dans le premier cas, il ne retiendra que le fait que des phénomènes spécifiques du vivant puissent s'expliquer d'une façon telle qu'on les réduit à des phénomènes physico-chimiques et structures et interactions moléculaires. Dans le deuxième cas, il ne retiendra que le fait que ces explications elles-mêmes ne peuvent pas éviter de faire appel à des notions de physico-chimie non classique, que certains n'hésitent pas à qualifier de psychologiques, voire de métaphysiques* ». <sup>84</sup>

Il y a là une confusion de genre. Le concept de code en biologie moléculaire est à la fois une métaphore et un moyen de traiter des résultats. Nous pouvons, à partir de séquences d'ADN transcrites et traduites en déduire la séquence de la protéine correspondante. Ce n'est pas pour autant que l'ADN est un langage. La transcription de la succession des bases azotées est déterministe dans son fonctionnement, ainsi que la traduction des ARN. Ce déterminisme peut être limité par des événements aléatoires, mais les calculs montrent qu'un taux d'erreur extrêmement faible est nécessaire pour que le système se maintienne. Il n'y a pas de signification dans la succession des paires de bases de la double hélice de l'ADN, sauf celle que nous voudrions y mettre. Déchiffrer la nature veut dire que la nature ne parle pas. Il y a certes un code, mais il n'a pas de signification ; aucun biologiste ne dira qu'il y a une intention. Dire que l'ADN est le livre de la vie <sup>85</sup> n'est qu'une métaphore qui ne remet pas en cause le déterminisme de la biologie moléculaire. En fait, même si les fonctionnements des enzymes sont partiellement aléatoires, il est nécessaire que leur nombre soit suffisant pour qu'il y ait déterminisme du fonctionnement, moléculaire. Sans ce déterminisme, comment un œuf ne donnerait-il pas le poussin attendu ? Comme le remarque la sagesse populaire : « les chats ne font pas des chiens ».

### **3 – 2 – Déterminisme au niveau de la biochimie**

Hans Adolf Krebs, biochimiste britannique d'origine allemande, introduisit en 1932 la théorie de la formation cyclique de l'urée et

---

<sup>84</sup> Henri Atlan, ouvrage cité, p 16

<sup>85</sup> Tel que le présente par exemple Grégory Bénichou, dans *Le chiffre de la vie*, Paris, Seuil, 2002

découvert, en 1937, le cycle qui porte son nom et que l'on nomme également cycle de l'acide citrique ou cycle du citrate, ou encore cycle des acides tricarboxyliques. Pour cette découverte, il obtint le prix Nobel de médecine, avec F. Lipmann, en 1953. Le cycle de Krebs est la source principale de l'énergie métabolique. Il permet l'oxydation, par l'oxygène respiré, de l'hydrogène contenu dans les nutriments, réaction qui entraîne la formation d'eau. Dans les cellules, les constituants du cycle de Krebs se trouvent dans un organite du cytoplasme, la mitochondrie. Dans les cellules bactériennes, ils sont plus dispersés (la mitochondrie est conçue comme descendant d'une bactérie symbiote). Le cycle de Krebs comporte huit réactions enzymatiques décomposables en réactions simples.

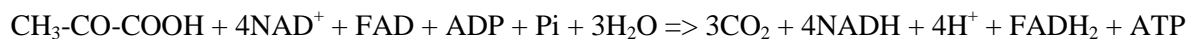
En amont du cycle de Krebs, existe une voie nommée glycolyse, permettant la transformation du glucose en conditions anaérobiques, c'est-à-dire sans oxygène. Le cycle de Krebs est un producteur d'ATP beaucoup plus efficace que la glycolyse : la respiration cellulaire à partir de la molécule de glucose produit 38 molécules d'ATP, dont 27 sont fournies par le cycle de Krebs et 8 par la glycolyse. Les intermédiaires intervenant dans le cycle de Krebs sont formés soit à partir du glucose, soit à partir de divers acides aminés. Les radicaux acétyles, qui doivent alimenter sans discontinuer le cycle de Krebs, sont obtenus à partir des acides gras ou du glucose. Ainsi, protides, glucides et lipides peuvent être indirectement utilisés dans les réactions du cycle de Krebs pour produire des composés à niveau énergétique élevé. La concentration des métabolites intermédiaires est maintenue comme conséquence de leur participation à de nombreuses autres réactions du métabolisme.

Le cycle de Krebs est une succession de réactions d'oxydation qui transforment chaque radical acétyle en deux molécules de  $\text{CO}_2$ , 8 atomes d'hydrogène et 8 électrons. Les accepteurs d'électrons NAD (nicotinamide adénine dinucléotide) et FAD (flavine adénine dinucléotide) situés dans la matrice mitochondriale se combinent avec les protons  $\text{H}^+$  et les électrons, et donnent ainsi naissance à  $\text{FADH}_2$  et NADH : Cette dernière réaction (fixation de deux protons et de deux électrons) a ceci de particulier que le proton  $\text{H}^+$  reste libre (les protons  $\text{H}^+$  libérés s'accumuleront sur la face externe de la membrane interne), et que l'ion  $\text{H}^-$  (hydrure) contient 2 électrons et 1 proton. À chaque tour de cycle, une molécule d'acétyl-CoA (2 carbones) réagit avec une molécule

d'oxaloacétate (4 carbones) pour donner du citrate, molécules à 6 carbones. Au cours des réactions suivantes, 2 carbones du citrate sont éliminés sous forme de  $\text{CO}_2$ , assurant ainsi la régénération de l'oxaloacétate (4 carbones) :

On peut schématiser le cycle de Krebs en décrivant 3 étapes principales. D'abord une préparation aux décarboxylations de la molécule à six carbones. Le citrate est formé par la condensation aldolique d'un acétyl-CoA avec un oxaloacétate, réaction couplée à l'hydrolyse d'un thioester. Lors de cette première partie du cycle de Krebs, le citrate est transformé en isocitrate (isomère), celui-ci se différencie par la position d'un hydroxyle qui passe du carbone 3 (alcool tertiaire) au carbone 4 (alcool secondaire). Le carbone 4 provient de l'oxaloacétate. L'oxydation de cet alcool secondaire permet le départ du premier groupement  $\text{COO}^-$  porté par le carbone 3. Puis viennent des réactions de décarboxylations. L'oxydation de l'hydroxyle en  $\text{C}_4$  de l'isocitrate permet la formation d'un  $\beta$ -cétoacide, instable, qui se décarboxyle spontanément en  $\alpha$ -cétoglutarate. Ce dernier subit une décarboxylation oxydative en succinyl-CoA, le deuxième  $\text{COO}^-$  correspond au carbone 5 de l'isocitrate. Le succinyl-CoA obtenu est transformé en succinate. En dernière étape, suit la régénération de l'oxaloacétate qui accepte à nouveau un acétyl-CoA. À partir du succinate, une suite de trois réactions : oxydoréduction, hydratation, oxydoréduction, est nécessaire pour reformer de l'oxaloacétate. Ceci revient à convertir un méthylène ( $\text{CH}_2$ ) en carbonyle ( $\text{CO}$ ). Le carbonyle de l'oxaloacétate est le site de l'attaque du prochain acétyl-CoA, ce qui initie un deuxième tour de cycle.

La formule globale de ce cycle est :  $\text{CH}_3\text{-CO-COOH} + 3 \text{H}_2\text{O} \Rightarrow 3 \text{CO}_2 + 10 \text{H}$ , et plus précisément :



L'énergie libérée est stockée sous forme de NADH, de  $\text{FADH}_2$  et d'ATP.

Chez les eucaryotes, le rendement représente 37% de l'énergie stockée dans une molécule de glucose récupérée, ce qui est très supérieur au rendement des fermentations (2%) Chez les procaryotes, les réactions se produisant toutes dans le cytoplasme, sans coût d'entrée dans la mitochondrie, le rendement est légèrement supérieur (39%). Ce rendement est du même ordre de grandeur que les meilleurs appareils

utilisant l'énergie chimique pour fonctionner, tels les moteurs à explosion. Les électrons provenant du cycle de Krebs vont être cédés par les donneurs d'électrons au niveau de la membrane interne de la mitochondrie. À ce niveau existe un complexe de molécules, constitué d'une série de transporteurs d'électrons. La plupart de ces transporteurs sont des protéines possédant un groupement non protéique sensible aux électrons (il est facilement oxydé ou réduit). Les électrons vont être transférés de transporteur à transporteur en libérant un peu d'énergie ; en fin de processus, ils vont servir à réduire l'oxygène.

Cette description relativement détaillée d'un cas précis des voies métaboliques a pour but de montrer d'un côté que le cycle est parfaitement déterminé, comme le serait un moteur utilisant de l'énergie, et qu'en outre, cette utilisation d'énergie est fondée sur les transferts d'électrons et de protons. Il est important de réaliser que le déterminisme de ce fonctionnement, même s'il est désormais connu que le rendement de chaque étape n'est jamais de 100%, est nécessaire. Comment un organisme pourrait-il vivre, si la glycolyse ne fonctionne pas ?

### **3 – 3 – Déterminisme au niveau de la physiologie**

La complexité de la physiologie provient de son niveau d'analyse. Pour expliquer les mécanismes physiologiques propres à un organe donné, il faut décrire l'anatomie de l'organe, et des organes impliqués. Prenons comme exemple la physiologie de la digestion. Il n'y a aucun moyen de mettre en œuvre une explication des mécanismes sans connaître l'anatomie du système digestif, puis étudier les composantes histologiques, l'innervation et la vascularisation de ces tissus. Pour expliquer la physiologie gastrique, on doit d'abord décrire comment les aliments arrivent dans l'estomac. Il s'agit de connaître les phénomènes buccaux et œsophagiens, lesquels comprennent la mastication, la sécrétion salivaire, l'absorption buccale, la déglutition. La physiologie gastrique, basée sur une description anatomique précise, décrit la sécrétion gastrique, sa régulation, son rôle, ainsi que les effets de la motricité gastrique, les mécanismes de la vidange gastrique. La physiologie de l'intestin grêle, conduit à l'étude de la sécrétion pancréatique et à sa régulation, la sécrétion intestinale, l'absorption des nutriments par l'intestin grêle, la motricité de ce dernier. La physiologie du côlon analyse les mouvements d'eau et d'électrolytes, l'activité

métabolique des bactéries, la production de gaz intestinaux, la motricité, et les mécanismes de la continence et de la défécation, ce qui inclut les réflexes sphinctériens.

Le déterminisme physiologique demande de multiples niveaux d'analyse et d'interaction. La complexité gigantesque des séries déterminées impliquées conduit à reconnaître que le déterminisme est une exigence de la pensée, qui conduit à la méthode expérimentale telle que décrite par Claude Bernard. Cette exigence de pensée donne de tels résultats qu'il devient évident que le fonctionnement physiologique est déterminé. Claude Bernard passera du classement des affections à la physiologie explicative de ces affections. Aujourd'hui, on trouve l'origine d'un dysfonctionnement dans la mauvaise conformation d'une protéine, on « remonte » au génétique. L'approche physiologique montre que l'anatomie est indispensable, mais non suffisante. Seule l'étude des liaisons et des interactions entre les éléments permet de donner des explications. C'est ainsi que Claude Bernard a pu définir les fonctions du foie et du pancréas. Sans analyse physiologique précise, il n'aurait pas été possible de découvrir que chez le requin, ce même foie joue un rôle dans la densité de l'animal, ce qui lui permet d'équilibrer la force de la pesanteur et celle d'Archimède.

Le déterminisme de la physiologie est décrypté par la modification des mécanismes et par l'expérimentation, en s'appuyant sur l'observation et la description. Les succès obtenus par ces approches confirment le déterminisme du fonctionnement physiologique. Même s'il existe des fluctuations dans le fonctionnement, ce qui suggère des fonctionnements aléatoires sélectionnés par le succès, le déterminisme du fonctionnement est nécessaire, sinon, le système ne pourrait se maintenir longtemps.

### **3 – 4 – Déterminisme biophysique**

La biophysique n'a pas encore de statut scientifique clair. On qualifie un laboratoire de « biophysique » à partir du moment où il étudie des problèmes biologiques avec des outils de mesure physique. Ainsi les études de conformation de molécules sont-elle de la biophysique. Car la forme physique spatiale d'une macromolécule joue un rôle important dans son activité. Par exemple, une kinésine transporte des molécules essentielles le long de l'axone du neurone, et l'étude de son mécanisme

de déplacement est considérée comme relevant de la biophysique<sup>86</sup>.

Essayer de prédire la structure tridimensionnelle d'une protéine à partir de sa séquence et de son environnement chimique n'est, encore à ce jour, qu'une possibilité théorique. Des modèles sont développés mais c'est approximatif, quoique déjà très compliqué. C'est le deuxième principe de la thermodynamique qui conduit à la formation des hélices dans les macromolécules et en particulier la double hélice de l'ADN. Toute présence de macromolécules dans l'eau réduit le nombre des états possibles totaux des molécules d'eau, ce qui a pour conséquence d'imposer une conformation particulière à ces macromolécules. C'est probablement au niveau de la forme des structures vivantes que les lois de la physique jouent un rôle déterminant. D'Arcy Thompson a montré que les formes biologiques répondent à des lois géométriques<sup>87</sup>. Parmi ces formes, nombreuses sont celles qui pourraient être décrites par un formalisme mathématique. On peut ainsi comparer des organismes reliés phylogénétiquement à partir de grilles de transformation (par exemple Homme, Chimpanzé, Babouin).

Des motifs structuraux apparemment complexes peuvent être réduits à l'application d'itérations successives d'une activité chimique<sup>88</sup>. Les mécanismes de formation des nervures des feuilles répondent à la minimisation des contraintes mécaniques. De même les structures ondulées complexes, si fréquentes dans le monde du vivant, sont expliquées par de simples lois de croissance associées à des principes physiques et géométriques. Alan Turing montra dès 1952 que la formation des tentacules de l'hydre à partir d'un orifice buccal circulaire continu peut être la résultante de réactions chimiques distribuées de manière homogène comme conséquence d'instabilités issues d'événements aléatoires<sup>89</sup>. Ces lois peuvent être appliquées au développement du cerveau.

L'impact des lois physiques sur la morphologie et les capacités athlétiques est connu des spécialistes du sport. C'est ce qui explique que la conformation d'un sprinter est si différente de celle d'un coureur de

---

<sup>86</sup> Giovanni Cappello et Pierre Sens, *La marche de la kinésine*, La Recherche, Sept 04, N°378, p 47

<sup>87</sup> D'Arcy W. Thompson, *On Growth and Form*, Cambridge Univ. Press, 1917. Trad française abrégée: *Forme et croissance*, Paris, Seuil, 1994

<sup>88</sup> *Les formes de la vie*, Pour La Science, Dossier n° 44, Juillet/Septembre 2004

<sup>89</sup> Alan Turing, *The chemical basis of morphogenesis*, Phil. Trans. Roy. Soc. B., 237, 1952, p 37-72

fond, bien que dans les deux cas, il s'agisse de courir. La différence de conformation d'un lanceur de marteau et d'un sauteur en hauteur est si importante qu'il apparaît évident, même à un non spécialiste, qu'elle est adaptée à la réussite dans ce sport. Les explications déterministes sont à trouver davantage dans la physique que dans la biologie.

### 3 – 5 – Déterminisme neurologique

Le déterminisme neurologique est le postulat de l'étude du fonctionnement cérébral. « *L'exécution d'une activité cognitive repose sur un ensemble spatio-temporel d'activités neuronales, qu'il s'agisse de modifications de fréquences, de synchronisation ou d'oscillations des potentiels d'action (PA) de groupes de neurones. Globalement, cette activité électrique modifie de façon quasi instantanée la libération et la liaison de neurotransmetteurs sur les récepteurs membranaires post-synaptiques (activité neurochimique), qui entraînent à leur tour la modification des potentiels de membrane post-synaptiques. Les potentiels post-synaptiques sont à l'origine d'un champ électromagnétique dipolaire (activité électromagnétique). Ces activités [...] se traduisent par une consommation d'énergie sous forme de dégradation d'ATP (consommation énergétique). Cette consommation énergétique va engendrer une activité métabolique [...]. La modification de l'apport local en glucose et oxygène est réalisée grâce à un ajustement du débit sanguin cérébral régional (DSCr) qui caractérise l'activité hémodynamique ou vasculaire en relation avec l'activité cognitive considérée.* »<sup>90</sup>

Dans ce texte, sont posés les fondements de principe de l'analyse des fonctionnements cérébraux. Ce n'est pas parce que les mécanismes considérés sont extrêmement compliqués qu'ils ne sont pas déterminés. Ainsi : « *Au cours d'une tâche cognitive, on peut dès lors observer des modifications locales de ces activités dans un sens ou dans l'autre.* »<sup>91</sup>

Les premières études sur le soubassement cérébral des activités cognitives ont été apportées par Pierre Broca (1824-1880), neuro-chirurgien à l'hôpital Kremlin Bicêtre. Il décrit en 1861 le premier cas montrant une perte quasi complète de la production de langage et une lésion cérébrale localisée dans la 3ème circonvolution cérébrale gauche.

---

<sup>90</sup> Olivier Houdé, Bernard Mazoyer, Nathalie Tzourio-Mazoyer, *Cerveau et psychologie*, Paris, PUF, 2002, p 192

<sup>91</sup> Olivier Houdé *et al*, Id. p 193



Il établit un lien entre un dysfonctionnement cognitif et une lésion. L'anatomie cérébrale descriptive, sous l'influence de l'école française, va permettre l'étude des localisations cérébrales. Depuis 1995, les techniques d'imagerie cérébrale anatomique et fonctionnelle, non invasives, offrent une nouvelle approche expérimentale de la relation entre cerveau et cognition. Ainsi peuvent être identifiées les activations des aires cérébrales spécifiques de l'attention et de la mémoire de travail visuo-spatiale, de l'activité langagière, des activités arithmétiques, du raisonnement logique, de l'état de veille au repos, l'état de sommeil et l'état de rêve. Ces études associées à l'analyse des lésions, prouvent que l'activité cérébrale est déterminée et qu'un dysfonctionnement cérébral entraîne celui des fonctions cognitives chez les sujets porteurs de ces lésions.

### **3 – 6 – Conclusion : le déterminisme du fonctionnement biologique ne peut être nié**

Les succès continus des sciences biologiques confirment le déterminisme du fonctionnement biologique. Quel que soit le niveau d'analyse, les développements scientifiques ont montré que le déterminisme est la règle du fonctionnement biologique, et non l'exception. En tant qu'organismes biologiques, nous sommes soumis au déterminisme biologique. Qu'il soit nommé téléonomique, ou qu'il fasse référence à des concepts cybernétiques tels que code, information, programme, ou des concepts nouveaux tels que auto-organisation, organisation par le bruit, il reste un déterminisme. Ce n'est pas parce que nous ne pouvons pas, pratiquement, prédire le comportement d'une macromolécule à partir de ses composants que c'est théoriquement impossible. La difficulté, de fait, n'est pas nécessairement une impossibilité de principe. Cela pourrait être théoriquement impossible, si le mécanisme utilise des processus aléatoires non compensés par la loi des grands nombre, mais, si c'est le cas, cela doit pouvoir être montré. La complexité du fonctionnement d'un être vivant ne transforme pas pour autant ses caractéristiques de fonctionnement déterminées. Nous devons donc reconnaître l'existence du déterminisme biologique comme certaine.

### **4 – Comment concilier déterminisme et activité intentionnelle ?**

Il y a une contradiction fondamentale entre déterminisme et activité intentionnelle. Pourtant, nous venons de montrer qu'il est certain que l'être humain est à la fois soumis aux déterminations biologiques et capable d'activité intentionnelle.

Cette certitude que l'activité intentionnelle existe nous conduit à un approfondissement nécessaire de la modalité qui permet à la fois déterminisme et intentionnalité. Car il s'agit de trouver une solution conforme aux faits pour comprendre comment intentionnalité et déterminisme sont possibles simultanément, sans pour autant invoquer un mélange des niveaux d'analyse, ce qui n'est finalement qu'un « tour de passe-passe ». Pouvons-nous comprendre d'un côté comment il est possible que l'intention puisse agir sur le corps et, réciproquement, comment elle peut être influencée par les déterminismes biologiques, et d'un autre côté comment le déterminisme biologique est conservé ? S'il est certain qu'il y a une contradiction entre déterminisme absolu et intention, la reconnaissance du fait que les deux coexistent conduit à la nécessité de trouver une solution reconnaissant à la fois le déterminisme du fonctionnement biologique et l'existence d'une absence de détermination propre à l'activité intentionnelle.

#### **4 – 1 – La non détermination est une condition nécessaire à l'existence de l'activité intentionnelle**

Nous devons conclure à l'existence de non détermination comme conséquence nécessaire de l'existence d'une action intentionnelle. Mais l'intention n'est pas que non détermination, elle est davantage, elle est aussi une orientation, une direction. Aussi la nécessité d'une indétermination ne permet pas de conclure que l'intentionnalité est une résultante de l'existence du non déterminé. Un fondement indéterministe est nécessaire pour que l'intention existe, puisque l'intention est définie par son but, et non par des déterminations qui conduiraient à un *but prédéfini*. Cette dernière expression (*but prédéfini*) est autocontradictoire. S'il est prédéfini, ce qui ici signifie *déterminé*, ce n'est plus un but. Un automate, régulé par rétrocontrôle sur une cible (par exemple un mécanisme permettant de maintenir une température constante), n'a pas cette cible pour *but*, car cette cible est déterminée dans les régulations de l'automate, et elle est à la fois cause du rétrocontrôle et effet des mécanismes correcteurs. La définition de la

cible comme but est extérieure aux mécanismes de l'automate. L'absence de détermination qui a permis la création de la boucle rétroactive est extérieure à l'automate : il vient de son concepteur. Je peux dire que l'origine de la définition du but est à la fois extérieure aux fonctionnements du mécanisme déterminé et à leur source.

#### **4 – 2 – Le déterminisme du fonctionnement est nécessaire à l'activité intentionnelle**

La possibilité d'une activité intentionnelle amène à la conclusion de la nécessité du déterminisme. Nous avons montré que l'invention, elle-même, provoque la rencontre de séries déterminées indépendantes. Ceci signifie que même si elles sont indépendantes, les séries déterminées doivent exister. Or l'existence des séries déterminées est nécessaire à l'activité intentionnelle pour au moins deux raisons.

##### ***4 – 2 – 1 – Sans déterminisme du fonctionnement, nous ne pourrions réaliser une action***

Comment pourrions-nous réaliser une action intentionnelle sans déterminisme ? Toute action entraîne la mise en marche d'un fonctionnement. Lorsque je conduis une voiture, comment puis-je agir sur le volant, les pédales, la manette d'embrayage, si, à chacune de mes actions, le résultat n'était pas absolument déterminé ? Toute utilisation d'outil est fondée sur le déterminisme du fonctionnement de l'outil. Toute action que je veux entreprendre sur le monde physique suppose que ce dernier réagisse de manière nécessaire à toute modification que j'impose qui sera la cause première d'une série déterminée.

Or ceci est vrai aussi pour mes propres fonctionnements biologiques. Comment pourrais-je utiliser mes mains, et, de manière générale, tous mes organes qui me permettent d'être en contact avec le monde qui m'environne, que ce soit pour le percevoir ou pour agir sur lui, s'ils ne fonctionnent pas de manière déterminée ? Je conçois la perception que j'ai de la route, de la voiture, du volant, des pédales, de l'embrayage, comme déterminée par les objets correspondants. Je reconnais donc le déterminisme du fonctionnement de mes organes sensoriels, des neurones qui transmettent leur influx au cerveau, des images et sensations que je reçois. Le seul bruit du moteur me conduit à changer de vitesse. Je reconnais le déterminisme du fonctionnement des neurones efférents permettant la stimulation de mes muscles selon les

ordres que j'envoie, et ce jusqu'au moindre détail des mouvements de mes bras et mes jambes, de mes mains, et de mes yeux. Nous croyons d'ailleurs tellement au déterminisme de nos sensations que nous pouvons être l'objet d'illusions lorsque les conditions sont telles que nos sens sont « trompés » par des conditions spécifiques de l'environnement. Ainsi, nous croyons que nous sommes les producteurs de nos intentions et, en même temps, que notre cerveau, nos organes des sens, nos nerfs afférents et efférents, nos muscles, fonctionnent de manière déterminée.

L'utilisation de notre propre fonctionnement pour atteindre nos fins exige de la part de notre corps qu'il fonctionne de manière déterminée, même si il faut aussi, pour que l'intention puisse agir, qu'il existe des « régions » de non détermination par lesquelles l'intention puisse agir sur les séries déterminées.

#### ***4 – 2 – 2 – Sans déterminisme du fonctionnement, nous ne pourrions anticiper***

C'est parce que je suppose que la nature fonctionne selon le déterminisme que je peux agir en anticipant et que je peux réaliser des actions dont je prévois le résultat. S'il n'y avait de déterminisme dans le fonctionnement ni de notre corps ni de la matière, nous ne pourrions avoir aucune prise possible sur notre environnement. Nous ne pourrions en rien le modifier. Car même une action de modification de la matière présume une anticipation de la modification attendue. On peut attendre une modification sans savoir exactement laquelle, par empirisme pur, ou au contraire vouloir vérifier une modification théoriquement construite et en l'anticipant en fonction des mécanismes de cause à effet présumés. Même si nous ne cherchons pas à justifier le but, en tant que but, nous cherchons toujours à expliquer comment ce but est atteint ou non atteint, à partir des moyens que nous mettons en œuvre. Nous ne mettrions jamais en œuvre des moyens pour atteindre un but sans penser que ces moyens doivent permettre d'atteindre ce but selon les lois du déterminisme. Envoyer un homme sur la lune a été considéré comme possible à cause des lois de la physique et de la possibilité de construire des fusées au fonctionnement déterminé.

L'anticipation présuppose de la part de celui qui anticipe qu'il croit au déterminisme du fonctionnement de la nature et de son propre corps. Ceci explique pourquoi la contradiction entre intention et déterminisme

est si souvent non comprise. Car nous percevons bien, le plus souvent intuitivement, que le déterminisme est une réalité et que l'intention est aussi une réalité. Le raisonnement de celui qui reconnaît la réalité à la fois du déterminisme et de l'intention est le plus souvent le suivant : si les deux sont réels, il ne peut y avoir de contradiction. En conséquence, peut-il en déduire, cette contradiction cache une illusion. Il ignore où se situe l'illusion, mais elle lui paraît certaine. Cela reste une énigme, mais cette dernière n'empêche ni les progrès scientifiques dans l'analyse des déterminations, ni les progrès technologiques dans la production d'objets aux déterminismes de plus en plus complexes, ni notre capacité intentionnelle de s'épanouir, grâce à laquelle nous réalisons ces progrès et nous utilisons ces objets pour les fins que nous définissons. Ce raisonnement suppose que le réel ne porte aucune contradiction ou que la contradiction est elle-même une illusion.

En rester là signifie que nous renonçons à comprendre comment il est possible qu'il existe à la fois un fonctionnement déterminé dans toute activité intentionnelle, et en même temps une indétermination fondamentale de cette même activité intentionnelle. Ce n'est pas en insistant sur l'intentionnalité, comme le font de nombreux philosophes, que nous remettons en cause le déterminisme, ni en insistant sur les progrès dans l'analyse déterministe des fonctionnements cérébraux et neuronaux, comme le font de nombreux scientifiques, que nous remettons en cause l'intentionnalité. Car les deux sont indubitables et la question est : comment cela est-il possible ?

#### **4 – 3 – Nous devons donc distinguer d'une part le déterminisme du fonctionnement de l'activité intentionnelle, et d'autre part la non détermination de l'origine qui enclenche ce même fonctionnement**

L'intentionnalité et le déterminisme montrent des statuts ontologiques différents. Toute personne agissant intentionnellement, malgré le déterminisme du fonctionnement de son action, agit intentionnellement. Cela signifie que le déterminisme propre à l'acte intentionnel n'enlève en rien de l'intentionnalité à ce même acte intentionnel. Tout acte intentionnel garde sa qualité d'intentionnalité, quel que soit son objet, et quelle que soit la manière de l'atteindre. Ce n'est pas la complexité du mécanisme qui peut conduire à faire que ce mécanisme puisse « l'emporter » et ne puisse ni transformer l'intentionnalité d'un acte intentionnel en acte déterminé ou aléatoire, ni

le diminuer dans son intentionnalité. Aussi longue que soit la série déterminée qui permet d'atteindre la fin que je vise, elle n'enlève en rien l'intentionnalité de mon action. On peut ne trouver, dans l'ordinateur que j'utilise, que du déterminisme ; il reste que la finalité qu'il produit ne vient pas de lui mais de moi qui l'utilise, selon son fonctionnement prévu par ceux qui l'ont fabriqué pour répondre à des utilisateurs comme moi. Il existe dans l'utilisation de l'ordinateur deux finalités, répondant à deux intentionnalités. La première est définie par les intentions des concepteurs réalisateurs, lesquels ont produit un objet qui permet de réaliser des buts (calculs, présentations, mise en forme de données, etc...), la deuxième est définie par le but que je poursuis lors de son utilisation, par exemple, ici, rédiger ce livre.

Il n'existe aucune modulation possible de l'intention. On ne peut pas, dans une action, être moyennement intentionnel. On l'est entièrement, ou on est déterminé. Dira-t-on qu'il existe des intentions plus ou moins intenses ? C'est possible, néanmoins une modulation de l'intensivité de l'intention ne peut signifier une modulation de l'intention en tant que telle. L'intention, c'est la définition d'un but, d'une direction. L'intention ne peut être quantifiable puisqu'elle est une directivité. Elle est de l'ordre du qualifiable, du signifiant. La non détermination de l'intention peut donc être aussi comprise par le fait qu'il ne s'agit pas d'une chose quantifiable, mais d'une direction signifiante ou d'une signification orientatrice. Mais il est manifeste que les termes de signification et d'orientation interagissent.

L'efficacité de l'intention, c'est le fait de réaliser l'intention. Nous avons vu que la preuve de l'existence de l'intention provenait de la possibilité de réaliser intentionnellement des actions impossibles à expliquer autrement que par l'intention. Cette impossibilité se déduisant d'une probabilité, il en résulte qu'il doit être possible de mesurer une intensité, ou force, associée à une intention. Le fait qu'il puisse exister des intentions plus ou moins intenses est une autre énigme que le fait de l'existence de l'intention. Dans tous les cas, l'intention porte sur le but, qui définit l'origine d'une série déterminée.

Ainsi, devons-nous distinguer, dans l'activité intentionnelle, d'un côté ce qui la définit comme intentionnelle (le but) et qui conduit à la non détermination de l'origine des séries déterminées de cette action, et de l'autre côté ce qui est son fonctionnement, c'est-à-dire les séries

déterminées qui concourent à l'atteinte de ce but.

**4 – 4 – C'est seulement l'origine d'une activité intentionnelle qui est inaccessible au déterminisme**

***4 – 4 – 1 – En effet, si elle est accessible au déterminisme, c'est du fonctionnement, ce n'est pas une intention***

Si nous sommes capables de décrire les déterminations d'une intention, c'est qu'il ne peut s'agir de l'« intentionité » de l'intention. Les déterminations concernent le fonctionnement, que l'intention en soit à l'origine ou pas. Un projet de « naturalisation » de l'intention, qui la suppose décomposable comme un objet matériel, passera à côté de l'intention proprement dite, pour ne trouver que les déterminations en aval de son action, ou en amont de sa source.

Nous pouvons réaliser de larges descriptions des significations qui s'articulent – selon le terme consacré – avec le but visé, c'est-à-dire qu'on précise, dans l'ordre intentionnel, la signification du but décrit. Il ne s'agit pas d'analyse de détermination, puisqu'on n'a aucun autre moyen d'analyser l'intention que selon les termes qui sont ceux de l'intentionnalité. Toute explication d'une intention selon des termes qui se réfèrent à des croyances, des significations, des idées, des sentiments, n'est pas une explication dans le sens où l'entend l'approche déterministe, et cela en dépit de la structure syntaxique employée.

Or nous employons la même structure syntaxique, que nous étudions des déterminations ou que nous étudions des significations. Les locutions « parce que », « à cause de », sont utilisées pour décrire des articulations signifiantes et non des déterminations aussitôt que la description concerne des signifiants, ou tout autre terme qui est de l'ordre intentionnel. C'est général et concerne le changement d'utilisation – et de sens – des locutions, prépositions, adverbes, conjonctions, entre l'ordre déterministe et l'ordre intentionnel, et ce, en dépit d'une syntaxe identique.

***4 – 4 – 2 – Si cette origine est décrite comme représentation et but, elle ne peut l'être comme fonctionnement***

L'origine de l'intention est intention. Elle oriente la série déterminée qui permettra la réalisation de l'action. Il n'y a aucun moyen d'analyser un but selon une succession de causes et d'effets, et cela même si la série déterminée qui permettra la réalisation de l'action est

produite à partir de la source intentionnelle (la représentation du but) qui provoque la première cause. L'origine n'est donc pas descriptible en termes de causalité, tout en étant cause initiale elle-même.

L'intention confère à l'acte intentionnel la totalité de ce qu'elle est, par l'orientation ou le but qu'elle fournit, tandis que le déterminisme décrit dans cet acte intentionnel ce qui est de l'ordre du fonctionnement. Tout acte intentionnel, parce qu'il est acte, est fonctionnement déterministe, mais ce déterminisme ne peut concerner ce qui est de l'ordre de l'intention, en amont de ce fonctionnement, à l'origine de l'orientation. Il s'agit de concevoir un déterminisme dont l'origine, orientée par l'intention, ne peut être déterminée. Parce que la série déterminée est orientée, puisque intentionnelle, elle peut rencontrer une autre série déterminée. La non détermination de l'origine de la série déterminée intentionnelle signifie que l'intention génère des séries déterminées indépendantes : elle est génératrice de hasard.

#### **4 – 5 – La description d'une activité intentionnelle doit tenir compte de son but ou de ses buts, de la non détermination de son origine, et du déterminisme de son fonctionnement**

À ce stade de notre réflexion, nous pouvons préciser la structure de toute activité intentionnelle, en tenant compte du but de cette action, de la non détermination fondamentale de son origine, et de son fonctionnement déterminé.

##### ***4 – 5 – 1 – Une activité intentionnelle est toujours orientée, finalisée***

Une intention, c'est en premier lieu la capacité de dire, de définir, ou d'imaginer, la réalisation de quelque chose qui n'existe pas, que ce but soit atteignable ou pas. Le but défini est constitutif de l'intention, et ce, indépendamment de la réalisation de cette intention. Pourtant la réalisation de l'intention ne peut être possible que par une action, une action directe de l'intention sur l'origine des séries déterminées concourantes à la réussite de l'action. En un lieu d'indétermination, la détermination originelle de l'action intentionnelle provient de ce qui est indéterminé : l'intention elle-même.

##### ***4 – 5 – 2 – L'orientation agit au début de séries déterminées ; sa description reste de l'ordre de l'intentionnel***

En physique, la description d'une force selon un vecteur – et, de



manière plus générale toutes les grandeurs orientées (accélération, vitesse, etc..) – est une bonne métaphore de la différence entre orientation et déterminisme. Mais ce n'est qu'une métaphore, avec ses limites. L'orientation, définie par le but, est l'orientation du vecteur. Pour un vecteur, cette orientation peut être quantifiée, par des rapports entre les valeurs des coordonnées (à la limite par une dérivée). Pour l'intention, cette orientation ne peut être spatialement décrite ; sa description est de l'ordre du signifiant. Elle ne peut être décrite par un état du système « environnement-sujet intentionnel », car la description de l'objectif n'a pas lieu en ces termes. Même un objectif aussi précis et concret que « envoyer un homme sur la Lune » ne peut être décrit par un état, mais par une multiplicité d'états, car il n'est pas indiqué comment, avec quel appareil, pour combien de temps, où sur la Lune, etc... Il y a un nombre immense de combinaisons possibles, même si elles ne représentent qu'une part infime des combinaisons possibles de la partie de l'univers dans lequel s'insère cet événement. Il suffit pour cela de comparer quatre scénarii : celui de Jules Verne, celui de Hergé, celui de la NASA, et celui de l'Union Soviétique. Malgré cette variété, le compte-rendu de l'événement peut être facilement confronté à la description de l'intention.

Tant que des définitions d'orientation ne sont pas nécessaires, le déterminisme peut expliquer exhaustivement le fonctionnement. Mais justement parce que le but n'avait pu être décrit dans toute la précision nécessaire et suffisante pour enclencher des séries entièrement déterminées, lors du programme de la NASA, des milliers de décisions ont été prises, durant tout le projet, et chacune s'est positionnée comme fondatrice d'une série déterminée. Dans la durée, une action intentionnelle est en réalité une succession d'actions intentionnelles.

#### ***4 – 5 – 3 – Le fonctionnement pour atteindre le but est déterministe***

*Ex post*, hormis le début d'une série déterminée, il est possible d'expliquer tout le fonctionnement d'une action intentionnelle selon l'approche déterministe. Jusqu'au point ultime d'indétermination en amont de la série déterminée, il est possible de rester déterministe. L'approche scientifique devrait permettre de remonter, depuis la réalisation du but, de plus en plus près de ce point limite qui est celui de l'origine de l'action intentionnelle, jusqu'à rencontrer une

indétermination fondamentale.

#### ***4 – 5 – 4 – Le but joue un rôle d’asservissement (dans le sens cybernétique) sur le fonctionnement déterministe***

La cybernétique est la science des mécanismes rétro-contrôlés. Elle permet de concevoir des systèmes qui maintiennent stables certains paramètres quantifiables, en dépit des variations que l’environnement provoque sur ces paramètres. La valeur autour de laquelle fluctue le paramètre en question est définie comme la cible du système rétro-contrôlé, sachant que la description déterministe d’un but peut être définie comme cible.

Je cherche à atteindre, au tir à l’arc, le centre d’une cible. C’est moi, dans le cadre de mon activité dans un club, qui ai défini la cible comme but. La cible ne devient cible qu’une fois défini le but qui consiste à viser la cible. La question n’est pas ici de savoir comment a été définie la cible en tant que but à atteindre, mais que une fois cette cible définie, elle devient, dans mon effort pour l’atteindre, une cause déterministe sur l’orientation de mes yeux, la position de ma tête, de mes mains, la tension de la corde, etc... Le but assigné peut devenir une cause directe, automatique, agissant de manière déterminée sur le fonctionnement.

Cet asservissement du fonctionnement déterminé par le but permet la création d’automates simulant l’aspect déterministe d’une activité intentionnelle. Si je veux prendre un verre pour boire, les mouvements de mon bras se dirigeant vers le verre sont rétrocontrôlés par ma vue du verre et de ma main, et par les sens tactiles transférés par le contact de ma main avec le verre. Nous n’avons nulle conscience des mécanismes neurologiques, biochimiques, physiologiques, et musculaires, qui permettent ces fonctionnements rétro-contrôlés. Il est donc possible de construire des automates capables de prendre un verre, ou d’envoyer un projectile vers une cible, même mouvante. Pour cela, il faut intentionnellement y mettre le fonctionnement adéquat, c’est-à-dire, en particulier, définir la cible.

#### **4 – 6 – L’action de l’intention implique une indétermination en**

## **amont des fonctions déterminées, au niveau cérébral**

Où peuvent être spatialement positionnés ces débuts des séries déterminées sur lesquelles agit l'intention ? Comme l'espèce humaine est une espèce animale, il n'y a pas de raison de penser que cette action sera faite en dépit de l'organisation biologique des êtres vivants dont l'espèce humaine fait partie. Il faut s'attendre à ce que cette action ait lieu en accord avec l'organisation générale de notre corps, qui est celle des vertébrés et plus spécifiquement celle des mammifères. Nous devons trouver dans la logique du fonctionnement du corps humain que l'indétermination doit être présente, *a priori*, au niveau cérébral.

### ***4 – 6 – 1 – Les systèmes répondant aux lois newtoniennes du mouvement ne sont pas strictement déterminés***

On a pu croire pendant presque trois siècles que les lois de la dynamique étaient déterminées (cf chap. 1, 2). L'indéterminisme apparent des gaz ou des liquides pouvait être imputé à l'extraordinaire complexité d'une population énorme de particules en interaction. On était en droit de supposer que cet indéterminisme était la mesure de notre ignorance car il pouvait être imputable à notre incapacité pratique à modéliser toutes les interactions. C'est bien ce qu'ont pensé de nombreux scientifiques pendant près d'un siècle. Mais les changements conceptuels ont été rendus nécessaires par la description de systèmes chaotiques très simples, au point qu'il n'était plus possible d'invoquer une ignorance ou une incapacité de fait. L'instabilité et l'irréversibilité sont apparues partie intégrante de la description de la matière au niveau fondamental. Sir James Lighthill, alors président de l'Union Internationale de Mécanique Pure et Appliquée, a fait, en 1986, une déclaration solennelle au nom de « La grande fraternité des praticiens de la mécanique » : « *Nous sommes profondément conscients, aujourd'hui, que l'enthousiasme de nos prédécesseurs pour les succès merveilleux de la mécanique newtonienne les a menés à des généralisations, dans le domaine de la prédictibilité [...], que nous savons à présent fausses. Nous voulons collectivement présenter nos excuses pour avoir induit en erreur le public cultivé, au sujet du déterminisme des systèmes qui satisfont les lois newtoniennes du mouvement, en répandant des idées dont, après 1960, il a été prouvé qu'elles sont incorrectes.* »<sup>92</sup>

---

<sup>92</sup> James Lighthill, *The recently Recognized Failure of Predictability in Newtonian Dynamics*, in:

Cette déclaration historique permet de répondre aux analyses de Le Dantec et de tous les penseurs qui opposent à la possibilité d'action intentionnelle un argument de principe fondé sur le déterminisme des lois de la nature. Cette déclaration peut être considérée comme la reconnaissance générale des conséquences de la première démonstration de Poincaré, dès 1892, de l'existence de systèmes non intégrables (cf chap. 2, 2-4-1-1). Cela signifie que les lois actuelles de la physique ne permettent plus de fonder le déterminisme absolu.

Puisque l'indéterminisme est désormais affirmé, même dans la science qui était la garante d'une conception déterministe, la recherche d'indétermination répondant aux exigences de l'action intentionnelle ne peut plus être considérée comme une gageure, mais au contraire comme une démarche évidente.

#### ***4 – 6 – 2 – L'usage des concepts de la cybernétique, dans l'explication du fonctionnement du vivant, conduit à poser un indéterminisme indépendant de l'activité intentionnelle***

Avec l'avènement de la cybernétique et l'usage de ses concepts dans l'explication du fonctionnement du vivant, comme la biologie moléculaire connaissait des progrès spectaculaires, les biologistes ont réalisé, durant les années 60 et 70 du 20<sup>ème</sup> siècle, une véritable révolution scientifique. Utilisant les concepts de programme, d'information, de code, ils reconnaissent explicitement l'indéterminisme dans le fonctionnement du vivant. Pierre Vendryès a montré dès 1942, et indépendamment des courants cybernétiques, l'action contre-aléatoire des régulations physiologiques<sup>93</sup>. Il a montré en outre que le vivant, par sa capacité à l'autonomie, était générateur de relations aléatoires. Il conclut à l'identité entre le niveau d'autonomie de l'être vivant et sa capacité à établir des relations aléatoires avec son environnement. Plus l'être vivant est autonome et plus grande est sa capacité à établir des relations aléatoires. Cette capacité rend l'organisme conforme à l'action intentionnelle, mais ce n'est pas l'indétermination que nous recherchons par lequel l'intention pourrait agir, car il ne concerne pas la non-détermination à l'origine de séries déterminées, mais à celle qui résulte de la rencontre de séries déterminées.

---

Proceedings of the Royal Society, Londres, A 407, 1986, p 35-50

<sup>93</sup> Pierre Vendryès, *Vie et probabilité*, Paris, Albin Michel, 1942

***4 – 6 – 3 – Le concept d’auto-organisation reconnaît de manière explicite l’indéterminisme, pour des raisons de capacité adaptative et non comme conséquence d’une capacité intentionnelle.***

Les théories de l’auto-organisation des systèmes complexes font appel d’un côté aux concepts de code, de programme, d’information, et d’un autre côté à des représentations de structures plus ou moins hiérarchisées en interaction entre elles et avec leur environnement. Elles font donc référence à une interaction entre le système lui-même et les événements extérieurs au système, eux-mêmes considérés comme aléatoires, selon la définition de Cournot. Le système complexe modèle devient le vivant. Ainsi, Atlan écrit : « *Le bruit provoqué dans le système par les facteurs aléatoires de l’environnement ne serait plus un vrai bruit à partir du moment où il serait utilisé par le système comme facteur d’organisation. Cela voudrait dire que les facteurs de l’environnement ne sont pas aléatoires. Mais ils le sont. Ou plus exactement, il dépend de la réaction ultérieure du système par rapport à eux pour que, a posteriori, ils soient reconnus comme aléatoires ou partie d’une organisation. A priori ils sont en effets aléatoires, si on définit le hasard comme l’intersection de deux chaînes de causalité indépendantes : les causes de leur survenue n’ont rien à voir avec l’enchaînement des phénomènes qui a constitué l’histoire antérieure du système jusque-là.*<sup>94</sup> »

L’auto-organisation est considérée comme une qualité particulière, propre au système existant, de fait, qui lui permet d’utiliser le hasard à son profit. Cette capacité ne semble pas pensée comme exigeant l’indéterminisme interne à l’auto-organisation. Elle n’est pas pensée du tout comme exigeant de l’intentionnalité. L’analyse des fondements de la théorie de l’auto-organisation montre par contre que l’intégration de l’aléatoire externe fait partie de ses présupposés.

***4 – 6 – 4 – La théorie de l’information fait référence à l’aléatoire, mais cet indéterminisme exogène ne peut être conforme aux exigences d’une activité intentionnelle***

La signification étant étrangère à l’approche scientifique, par méthode toujours déterministe – ou sinon probabiliste –, la mesure de l’information selon une approche scientifique devait écarter la signification portée par l’information. La théorie de l’information est

---

<sup>94</sup> Henri Atlan, ouvrage cité, p 56.

considérée comme l'œuvre de Shannon (exposée en 1948), même si elle a été influencée par les grands théoriciens de l'informatique (Turing, Von Neumann, Wiener). Soit un émetteur dont le message est lu par un récepteur. On peut quantifier l'« information » que contient chaque message émis. La première constatation, c'est que si l'émetteur dit toujours la même chose, la quantité d'information apportée par une répétition supplémentaire est nulle.

Soit  $\Omega$  un ensemble probabilisé où tous les événements sont équiprobables, la probabilité de la partie A de cet ensemble  $\Omega$  est  $|A|/|\Omega|$  ; l'information apportée par la réalisation d'un événement de A est définie égale à  $-\log p(A)$ . Soit l'information (I) apportée par l'apparition d'un événement x dans l'ensemble des événements équiprobables  $\Omega$ . On obtient la formule :  $I_{\Omega}(x) = -\log p(x)$ . La survenue d'un événement contient plus d'information, si celui-ci est plus rare (probabilité d'apparition plus faible). Inversement, la survenue d'un événement certain (de probabilité égale à 1) n'apporte aucune information. La quantité d'information dépend plus de la distribution de probabilité que d'un événement x particulier. Ni la signification de x, ni son importance pour le récepteur ne sont pris en compte.

Moins un événement a de chance d'avoir lieu, plus son apparition est informationnelle. La formule qui permet le calcul de mesure statistique de l'entropie physique utilise la même formule multipliée par la constante physique universelle k, dite constante de Boltzmann. On peut dire que la quantité d'information, définie en dehors de toute signification, dépend d'un calcul de probabilité. C'est une reconnaissance de la nécessaire indépendance, même relative, des événements, pour qu'ils soient informationnels vis à vis du système qui les reçoit. Par exemple, si un signe a une chance sur dix d'apparaître ( $10^{-1}$ ), la quantité d'information de son apparition pour une position donnée i dans le message est de 1 ; pour  $10^{-2}$  chances d'apparaître, la quantité d'information est de 2 ; pour  $10^{-3}$  chances d'apparaître, de 3. L'incertitude moyenne pour un message complet contenant un nombre défini de signes est donc la somme des probabilités  $P_i$  des signes d'indice i dans le message, chacune multipliée par la quantité d'information de son apparition telle que calculée ci-dessus. La quantité d'information d'un système devient la mesure du degré d'improbabilité d'assemblage aléatoire de ses différents composés.

La mesure de l'incertitude moyenne qui peut exprimer l'information est donnée par la formule de Shannon<sup>95</sup> et se note :  $H = -\sum_i P_i \log P_i$ . Cette formule est celle obtenue par Boltzmann pour la thermodynamique (à un facteur  $k$  près, la constante de Boltzmann, que l'on peut considérer comme une constante résultant d'un changement de l'unité d'information).

L'utilisation de la théorie de l'information pour l'analyse des systèmes complexes est une reconnaissance explicite de l'existence de l'aléatoire. Ceci ne signifie pas que cet aléatoire est celui qui permet à l'intention d'être directement opérante. L'aléatoire décrit est exogène au système ; l'intention ne peut agir, directement, à ce niveau. Cependant la théorie de l'information a l'avantage, ainsi que la thermodynamique de Boltzmann, de familiariser les biologistes avec l'existence de l'aléatoire dans le vivant. L'aléatoire devient un principe fondamental du fonctionnement du vivant, en accord avec la théorie de Vendryès. La thermodynamique de Boltzmann pose que le mouvement de chaque molécule est déterminé. Mais elle pose aussi que le mouvement de chacune des molécules est, au moins partiellement, indépendante des autres. Cette forme d'indépendance est une reconnaissance implicite d'une forme d'indétermination ; il y a, de fait, une indétermination par l'indépendance relative de chaque molécule.

#### ***4 – 6 – 5 – Les ruptures d'échelle génèrent de l'indétermination, mais autre que celui que nous cherchons en amont des séries déterminées de l'action intentionnelle***

C'est une caractéristique du vivant qu'un organisme est constitué de plusieurs fonctions. Par exemple les fonctions de locomotion, de reproduction, d'assimilation, d'excrétion. Chez les organismes monocellulaires (procaryotes et eucaryotes monocellulaires), ces différentes fonctions sont assurées par des structures internes aux cellules (organites). Chez les organismes multicellulaires, apparaissent des spécialisations cellulaires fonctionnelles. Une fonction remplit un rôle spécifique permettant d'assurer à l'organisme sa maintenance et sa reproduction, depuis son autonomie après le processus de reproduction, jusqu'à sa mort. Plus un organisme est complexe, plus ses fonctions sont

---

<sup>95</sup> Claude E. Shannon et Warren Weaver, *The mathematical theory of communication*, Urbana, University of Illinois press, 1948

structurellement identifiables et séparées dans l'espace. Les tétrapodes, dont font partie les mammifères, sont considérés comme les organismes les plus complexes du monde du vivant, même si le plan d'organisation peut paraître très simplifié.

Chaque fonction est faite de sous-fonctions. Un être vivant évolué est organisé en niveaux hiérarchiques, chaque niveau intégrant le niveau inférieur. Ce n'est pas une simple question d'échelle, mais c'est aussi le résultat de la coordination des différentes fonctions. Par exemple, la fonction du poumon est de permettre les échanges gazeux entre l'organisme et l'environnement afin de réaliser les processus d'oxydo-réduction nécessaires au fonctionnement de l'organisme dans les conditions les plus avantageuses énergétiquement parlant (réactions en condition d'aérobiose). On trouvera des sous-fonctions pour le transport de l'air (trachée, bronches, bronchioles...), des sous-fonctions pour la circulation du sang (artères, artérioles, veines, veinules, capillaires sanguins ...), des sous-fonctions spécialisées dans le contact entre l'air et les hématies, des sous-fonctions musculaires permettant l'aspiration et l'éjection de l'air... L'analyse peut encore descendre de niveau et conduire à étudier les fonctions permettant de fixer l'oxygène (hématies contenant de l'hémoglobine), et de l'utiliser durant le cycle de Krebs, lequel a lieu dans les mitochondries des cellules. Chaque organe est constitué de sous-organes, et, dans chaque sous-organe, des tissus spécialisés remplissent des fonctions biologiques précises. Ces fonctions biologiques sont mises en œuvre par les cellules de ces tissus. Ces fonctions finissent par être descriptibles en termes de biologie moléculaire et de biochimie. Une organisation hiérarchique en niveaux peut être décrite : moléculaire, organite, cellulaire, histologique, organe, organisme. La question se pose des déterminations qui permettent de réduire un niveau hiérarchique au niveau inférieur, ou inversement, la question des déterminations causales qui mènent d'un niveau au niveau supérieur qui l'intègre.

Une fonction peut être décrite selon le modèle d'un système dynamique ; elle peut, mathématiquement parlant, être décrite par un système d'équations différentielles. Les fonctions solutions du système d'équations décrivent le niveau auquel on s'intéresse. Mais toute équation différentielle exige une définition des constantes d'intégration, lesquelles sont imposées par les conditions aux limites. Or les conditions



aux limites sont fournies par la connaissance du niveau supérieur. Ce sont les connaissances préalables du niveau supérieur qui permettent de réaliser l'intégration et de déduire le niveau supérieur du niveau inférieur. À partir du niveau inférieur on peut obtenir une infinité de résultats possibles pour le niveau supérieur (dont certains sont « chaotiques »), et seule la connaissance du niveau supérieur, tel qu'il est en réalité, permet de définir quelles sont les constantes d'intégration qui correspondent au niveau supérieur existant. C'est une règle générale pour tout système d'équations différentielles, et ce n'est pas propre au vivant.

Cela signifie que le niveau supérieur a un effet sur le niveau inférieur, ce que les spécialistes en sciences humaines considèrent comme évident. On sait que la structure sociale influence l'individu, ou que les conditions sociales influencent le comportement de l'individu. C'est ce que montre Émile Durkheim, dans une des premières études sociologiques : « *Nous y avons établi, en effet, qu'il existe pour chaque groupe social une tendance spécifique au suicide que n'expliquent ni la condition organo-psychique des individus ni la nature du milieu physique. Il en résulte par élimination qu'elle doit nécessairement dépendre de causes sociales et constituer par elle-même un phénomène collectif* »<sup>96</sup>. Si le niveau supérieur influence le niveau inférieur au point de limiter les conditions de l'intégration des fonctions propres au niveau inférieur, cela signifie qu'il n'est pas possible de réduire le niveau supérieur aux mécanismes du niveau inférieur. Le niveau supérieur n'est pas entièrement défini, ni dans sa structure, ni dans son fonctionnement, par le niveau inférieur. Pour un fonctionnement donné d'un niveau, il existe plusieurs solutions pour le niveau supérieur immédiat. Mais une fois établi le niveau supérieur, son fonctionnement sera une résultante déterminée de celui du niveau inférieur, même si mathématiquement c'est la structure du niveau supérieur qui agit comme condition limite des résultantes du fonctionnement du niveau inférieur ; cette indétermination, que l'on peut qualifier d'originelle, disparaît. Ceci explique que la démarche réductionniste, physico-chimique, tant de fois expérimentalement vérifiée, puisse poser que les propriétés de l'ensemble du système vivant ont leur origine dans celles des composants physico-chimiques situés aux niveaux d'intégration les plus élémentaires.

---

<sup>96</sup> Emile Durkheim, *Le suicide*, Paris, PUF, 1930. 11<sup>e</sup> édition « quadrige », p 139

La multiplicité des états possibles du niveau supérieur, pour un état donné des niveaux inférieurs, permet au niveau supérieur de jouer un rôle d'ajustement de l'ensemble du système. Le cerveau étant le centre d'intégration supérieur, il peut agir sur les niveaux inférieurs en modifiant les conditions aux limites. Sans être l'absence de détermination que nous recherchons, l'indéterminisme généré par une structure en niveaux hiérarchiques permet à l'intention d'agir, à partir du niveau supérieur, sur tout le corps. L'homme a poursuivi cette logique en créant des outils avec lesquels il peut établir ce que Vendryès appelle des relations aléatoires.

L'indétermination que nous recherchons, non détermination fonctionnelle originelle, ne peut se situer dans celle qui relie deux niveaux hiérarchiques, même si dans certains cas, qui sont ceux des sciences humaines, cela permet de jouer sur le niveau supérieur. C'est un argument supplémentaire à ne pas considérer l'indétermination due à des structures hiérarchiques comme potentiellement utilisables directement par l'intention, puisque les seuls cas où cette indétermination a une valeur opératoire sont ceux qui sont ajustables par l'intention humaine et qu'ils concernent les hiérarchies sociales et non les hiérarchies biologiques. Par contre, indirectement, cette forme d'indétermination permet l'action intentionnelle. C'est bien parce que les articulations de mon bras permettent une indétermination du positionnement de ma main (plusieurs positions articulaires permettent la même position de la main) que je peux la diriger facilement pour prendre l'objet désiré.

#### ***4 – 6 – 6 – La sous-détermination des théories par les faits n'est pas non plus l'indétermination recherchée***

Il existe généralement, dans l'analyse des systèmes vivants, et en sciences humaines, plusieurs théories qui prédisent avec exactitude les faits d'observations. Bien que les significations de ces théories soient différentes, on ne peut, expérimentalement, trancher entre elles. On pourrait croire que cette « sous-détermination » des théories par les faits résulte d'incertitudes, ou d'insuffisances momentanées, de fait, de nos outils d'investigation. Il n'en est rien, et cela peut être montré selon l'exemple suivant présenté par Henri Atlan<sup>97</sup>.

Soit un petit réseau d'automates conçu pour modéliser des

---

<sup>97</sup> Henri Atlan, *Tout, non, peut-être – Education et vérité*, Paris, Seuil, 1991, p 130-136.

processus biologiques « simples » - une réaction biochimique, un transport de molécules ou d'atomes à travers une membrane, la multiplication ou l'apoptose<sup>98</sup> de cellules – qui comportent plusieurs « actants ». Le fonctionnement coopératif multiplie les états possibles du système. Soit 5 unités interconnectées qui peuvent chacune se trouver à chaque instant dans un état parmi deux possibles (2 valeurs dans cet exemple). Le nombre d'états possibles du système est de  $2^5$  soit 32 états. Le nombre de connexions possibles reliant cinq unités deux à deux est de  $5^2$ , ou 25. Chaque connexion peut être activatrice, inhibitrice, ou neutre (3 valeurs dans cet exemple). Il en résulte  $3^{25}$  (ou  $8,5 \cdot 10^{11}$ ) structures de connexions possibles. Or, il n'existe que 32 états possibles, et le nombre d'états stables est encore inférieur.

Chaque structure de connexion correspond à un ensemble d'hypothèses sur la nature des interactions, c'est une théorie « explicative ». Il y a donc  $8,5 \cdot 10^{11}$  théories possibles pour 32 états stables. Un grand nombre de théories différentes prédisent les mêmes faits observables, et cela, sans que ces théories soient redondantes. Ici, le rasoir d'Ockham, qui consiste à supprimer les hypothèses redondantes ou inutiles, ne peut rien. À partir d'observations et d'expérimentations, le chercheur diminue le nombre de théories possibles; il reste que plus le nombre d'unités interconnectées s'accroît plus le rapport du nombre de théories sur le nombre d'états stables augmente.

La sous-détermination des théories par les faits permet d'apprécier la complexité d'un système. Le système est analysable, mais non réductible à une description unique. Une compréhension complète et déterminée d'un système composé de millions (sinon de milliards) d'unités interconnectées devient hors de portée, même avec une connaissance totale de chaque élément pris isolément. Plus un phénomène est complexe, plus s'accroît la sous-détermination d'une théorie qui en rend compte. Cela offre à l'intention des possibilités de choix et l'existence de nombreux moyens différents pour atteindre un même objectif. Mais cela ne correspond pas nécessairement à une indétermination en amont des séries déterminées.

***4 – 6 – 7 – La complexité pourrait être générée par le bruit, c'est à dire par de l'indéterminisme, mais il ne peut pas être celui qui permet***

---

<sup>98</sup> Jean-Claude Ameisen, *La sculpture du vivant*, Paris, Seuil, 2003.

### *L'activité intentionnelle*

C'est Ashby<sup>99</sup> qui, le premier, montra l'impossibilité logique d'une auto-organisation dans un système fermé, dépourvu d'interaction avec l'environnement. L'organisation fonctionnelle d'un système peut être décrite par la fonction  $f$ , projection du produit de l'ensemble des états internes  $E$  par l'ensemble des états d'entrées  $I$  sur l'ensemble des états internes. Dans son sens strict, le système est auto-organisateur s'il est capable de changer sa fonction  $f$ . Cela n'est pas possible si  $I$  est un ensemble vide, car si  $f$  peut être changée comme conséquence de  $E$ , c'est selon une autre fonction  $f'$ , constante, régissant le changement, déterminé, de  $f$ . Ce qui revient à dire que ce n'est pas  $f$  qui décrit l'organisation fonctionnelle du système, mais  $f'$ . Pour changer l'organisation et non pas seulement les états de l'organisation, il faut des éléments venus de l'extérieur du système. Pour un système ouvert, soit le changement est produit par une action intentionnelle extérieure au système, soit il est produit par des facteurs aléatoires.

Il existe des appareils utilisant des facteurs aléatoires pour fonctionner, sans que cette utilisation change les états du système. C'est la montre qui se remonte en fonction des mouvements du poignet, ou le balancier dans une voiture qui utilise les mouvements de la voiture pour générer son balancement monodirectionnel. Il existe, au niveau moléculaire, de tels moteurs avec taquet qui utilisent le mouvement brownien pour créer un mouvement monodirectionnel<sup>100</sup>. Les plus connus sont la kinésine, et le couple actine-myosine. Que l'aléa extérieur puisse être utilisé par un système orienté pour utiliser les événements conformes à son orientation signifie que le système est déjà orienté. Lorsque nous avons un projet, nous rencontrons sans cesse autour de nous des informations de toutes sortes qui nous aident. Mais rien ne dit que l'indéterminisme propre à un système auto-organisateur, qui peut se situer à n'importe quel niveau des boucles de rétroaction, soit celui qui permette l'action intentionnelle. C'est un indéterminisme qui peut provenir de l'indépendance relative des différents niveaux de fonctionnement (par exemple l'indétermination du positionnement de ma main, tel que décrit ci-dessus). Ce n'est pas une non détermination

---

<sup>99</sup> W.R.Ashby, *Principles of the self organizing system*, in *Principles of self organization*, Von Foerster et Zopf (eds), New York, Pergamon, 1962, P 255-278

<sup>100</sup> Dean Astumian, *Les moteurs moléculaires*, Pour La Science, n° 290, décembre 2001, p 66-73.

fondamentale grâce auquel l'intention pourrait agir en amont des séries déterminées permettant l'action.

Les chercheurs dans les domaines reliant la biologie, la cybernétique, et les théories de l'organisation, reconnaissent l'importance du hasard, donc de l'indéterminisme. Ils le déduisent comme nécessité pour la réussite de processus d'auto-organisation. Le hasard peut être utilisé par une organisation dont le fonctionnement est à la fois dirigé et/ou capable d'auto-modification dirigée. C'est bien un hasard qui est utile pour une action intentionnelle, dans la mesure où celle-ci peut demander des coordinations fonctionnelles par la rencontre de séries déterminées indépendantes, ou encore le fonctionnement de processus régulateurs. Si je décide de courir, cela entraîne une série de régulations nécessaires pour maintenir les constantes du milieu interne à l'organisme comme j'exige que celui-ci déplace les équilibres. L'auto-organisation est nécessaire pour permettre le fonctionnement de l'action, comme le déterminisme est, lui aussi, nécessaire.

C'est dans le cadre de recherches sur la fiabilité des automates que certains résultats sur l'indéterminisme des systèmes ont été obtenus : *« Ces recherches ont abouti à la définition de conditions nécessaires (et suffisantes) pour la réalisation de tels automates. Le plupart de ces conditions (redondance des composants, redondance des fonctions, complexité des composants, délocalisation des fonctions) aboutissent à une espèce de compromis entre déterminisme et indéterminisme dans la construction de l'automate, comme si une certaine quantité d'indétermination était nécessaire, à partir d'un certain degré de complexité, pour permettre au système de s'adapter à un certain niveau de bruit. »*<sup>101</sup> Si biologistes et cybernéticiens reconnaissent que la capacité à s'adapter à un « certain niveau de bruit » exige une « certaine quantité d'indétermination », ils peuvent comprendre que toute activité intentionnelle exige aussi une forme d'indéterminisme. Mais l'indéterminisme propre à l'intention, que j'appelle non détermination, ou indétermination, doit en outre se situer en amont des fonctions déterminées qui permettent l'action intentionnelle et en amont des processus incluant l'aléatoire qui permettent l'auto-organisation. Ces processus aléatoires permettent les ajustements que demande l'action intentionnelle, puisque cette dernière modifie de

---

<sup>101</sup> Henri Atlan, ouvrage cité, p 41

manière indéterminée les équilibres de l'organisme. Ces processus permettent des actions intentionnelles sans conscience des adaptations globales de l'organisme à ces actions.

***4 – 6 – 7 – On peut en déduire que la non détermination qui permet l'intention se situe dans le système nerveux central***

Les fonctions qui permettent une adaptation automatique de l'être vivant doivent être entièrement déterminées, ou, comme dirait Pierre Vendryès, contra-aléatoires. L'organe correspondant est une sorte de machine répondant à toute variation de son environnement de manière mécanique, et ce, quelle que soit la complexité de son fonctionnement, et même si, pour des raisons de nature physico-chimique, il s'agit en fait de fonctionnements qui ne peuvent être décrits que par des lois statistiques, aussitôt que la précision de la mesure est grande.

Le système digestif, par exemple, composé d'une succession d'organes, est déterminé, ce qui n'empêche pas une adaptation physiologique aux variations des aliments ingérés. Ainsi en est-il du fonctionnement de tous les mécanismes de régulation qui permettent au système sanguin d'apporter l'énergie nécessaire au fonctionnement des organes, ainsi que les médiateurs biochimiques déclenchant des mécanismes déterminés dans ces organes. Nul n'imaginerait que le fonctionnement des articulations du squelette et des muscles qui leur permettent de se mouvoir ne soit pas déterminé causalement. Comment une action peut-elle réussir si elle n'est pas déterminée (cf 4-1-2) ? Pourtant, le seul fait de l'articulation, c'est-à-dire l'indépendance des os, est une forme d'indéterminisme, puisque les deux os ont une forme d'indépendance l'un par rapport à l'autre<sup>102</sup>. Cette indétermination spécifique ne peut pas être celle par laquelle l'intention agit directement sur le fonctionnement corporel, même si elle offre à l'intention une gamme d'actions possibles grâce à ces articulations partiellement aléatoires.

La plupart des organes fonctionnent selon les principes du déterminisme, ainsi qu'il en est des machines, créées par l'homme, dont les structures définissent des relations déterminées entre les parties. Le fonctionnement de ces organes dépend des mécanismes régulateurs mis en route par des capteurs internes ou externes, selon les organes. Ainsi la

---

<sup>102</sup> Pierre Vendryès, *Vers la théorie de l'homme*, Paris, PUF, 1973, chap. 3

contraction musculaire est-elle déterminée par les signaux reçus des neurones moteurs. Les fonctions qui sont à l'origine de l'orientation des actions, les fonctions dans lesquelles sont initiées les séries déterminées, sont des fonctions dans lesquelles il doit y avoir de l'indéterminisme. Ces fonctions sont situées dans les organes qui déclenchent les stimuli définissant les actions finalisées.

L'indéterminisme sur lequel l'intention peut être agissante doit donc se situer dans un espace délimité, et ce même si cet espace comporte un ensemble constitué de nombreuses cellules. Cet indéterminisme nécessaire se situe dans les lieux où se situent les « commandes » de l'organisme. Cela ne signifie pas que d'autres lieux ne soient pas concevables, dans lesquels existerait de l'indéterminisme, réduit par la loi des grands nombres. Par contre, cette nécessité existe pour ce qui concerne les « fonctions de pilotage » de l'organisme. Cet indéterminisme suppose que, malgré sa localisation spatiale – là d'où commencent les séries déterminées – il ait une source non définie spatialement. L'indéterminisme de type auto-organisationnel, ou propre aux régulations physiologiques, ou encore propre à la structure articulaire du corps, reste nécessaire pour que l'intention puisse disposer d'une gamme de possibles, puisque l'action de l'intention déplace les différents équilibres de l'organisme et le met en mouvement. Mais il ne s'agit pas, ici, de la non détermination que nous recherchons.

Cette indétermination, que l'existence de l'action intentionnelle rend nécessaire, doit être située au niveau du système nerveux, puisque c'est l'organe, dans son sens large, qui porte les fonctions de transfert et de traitement d'information ainsi que les fonctions de commande des activités motrices. Même s'il est possible que de l'indétermination soit présente dans d'autres organes, celle que nous recherchons se trouve dans le système nerveux, et pas n'importe où dans le système nerveux. On conçoit mal que cette indétermination puisse être située dans les réseaux afférents qui transmettent les informations des différents sens, ou dans les réseaux efférents moteurs, ou encore dans le système sympathique. Ces derniers sont des réseaux qui doivent au contraire être « parfaitement » déterminés puisque leur rôle est de transmettre des ordres ou des informations, avec la plus grande fiabilité possible. Cette indétermination se trouve donc dans le système nerveux central. La multiplicité des intentions possibles, la variété des représentations

associées, la gamme de fonctions corporelles impliquées, et le fait que tous les sens peuvent être impliqués dans une action intentionnelle, conduit à la nécessité d'un espace cérébral relativement important et interconnecté à quasi toutes les fonctions de l'organisme qui le mettent en relation avec son environnement.

À la diversité des situations, telle que décrite ci-dessus, s'ajoute un autre aspect qui complexifie encore le positionnement de cette « région d'indétermination ». Dans le cadre d'une intention donnée, cette « région d'indétermination » peut englober certaines sous-fonctions déterminées dans le cadre d'une autre intention. On conçoit que diverses intentions puissent être mobilisatrices, dès la représentation de l'activité en question, de fonctionnalités cérébrales différentes : l'intention de prendre un verre pour boire, ou de « préparer un pot » pour des invités, ou l'intention de jouer d'un instrument de musique ou d'écouter un disque, de sortir chez des amis, de lire un livre, de téléphoner, de tenter de séduire une personne... La « région d'indétermination » est une zone cérébrale variable qui couvre potentiellement toutes les fonctions qui peuvent être impliquées le plus en amont des séries cérébrales déterminées, sans pour autant les couvrir constamment ni dans le cadre d'une activité intentionnelle spécifique, ni pour différentes activités intentionnelles. Par exemple, il semble que l'aire motrice supplémentaire (zone située au pied de la première circonvolution frontale gauche dans sa partie interne, appelée aussi aire de Penfield ou aire 8 de Broadman) puisse influencer la planification et l'initiation des mouvements en fonction des expériences passées. Le simple fait d'anticiper un mouvement déclenche une transmission nerveuse dans la zone supplémentaire.

Cette nécessité mène à la conclusion que le cerveau n'est pas un organe comme un autre. Si nous devons concevoir un système articulé préhensile, pour un robot par exemple, nous n'aurions pas de difficulté particulière à le concevoir, ni à analyser le fonctionnement de notre membre supérieur, bras et main, comme solution possible. De même, si nous devons concevoir une pompe, le cœur peut être analysé comme mécanisme modèle. Il en est ainsi de presque tous les organes. Seul le cerveau fait exception. Nous sommes incapables de concevoir un organe qui permette la production de représentation ou d'anticipation. Nous sommes encore plus incapables de concevoir comment cette



indétermination peut elle-même être variable et être l'objet de modifications de son champ d'action. Comme le remarquent les neurologues Edelman et Libet, le cerveau n'est pas un ordinateur.

Nous concevons toute machine productrice d'images, de signes, ou de musiques, comme un système déterminé, tel un ordinateur, un projecteur, un lecteur de disque. Par contre, notre cerveau a cette caractéristique d'utiliser une source d'indétermination pour ses mécanismes associés à des intentions.

#### ***4 – 6 – 8 – Les sous-fonctions cérébrales activées lors des représentations et des intentions doivent être les lieux d'une forme d'indéterminisme***

Malgré le nombre de questions qui restent à élucider sur son fonctionnement, les connaissances de l'organisation et du fonctionnement du cerveau permettent de décrire les sous-fonctions et les déterminations de leur fonctionnement. Les nombreuses sous-fonctions identifiées sont peu à peu reliées aux différentes structures matérielles décrites. J'ai donné un aperçu du déterminisme neurologique en 3-5. Il reste que les fonctions cérébrales gardent une imprécision, une variabilité inter-individuelle, et une structure en réseau en modification constante, qui font du cerveau un organe complètement à part, d'une immense complexité, composé de nombreux sous-organes qui porteraient de nombreuses sous-fonctions sans limite précise et stable<sup>103</sup>. Les remarques faites en 4-2-5 suggèrent que dans certains cas des recouvrements fonctionnels sont concevables.

Il ne semble pas nécessaire que toutes les aires cérébrales soient potentiellement à l'origine de séries déterminées. C'est concevable, mais les fonctions de traitement basique de l'information (reconnaissance des formes, des couleurs, des visages, des sons, des voix, des mouvements, mémorisation à court terme et à long terme, etc...) pourraient mieux fonctionner selon des successions de séries déterminées, ou selon des processus d'analyse statistique. De plus, le cerveau est aussi l'organe de contrôle de nombreuses fonctions de type homéostatique, cénesthésique, proprioceptif, ou concourant à l'équilibre du corps. L'indéterminisme de ces fonctions pourrait être un inconvénient pour le fonctionnement global de l'organisme dans la mesure où il n'apporterait pas la réponse précise

---

<sup>103</sup> Par exemple, Olivier Houdé et al, ouvrage cité, p 159-184

et nécessaire à certains stimuli. Il paraît fort probable que certaines fonctions cérébrales, présentes en des parties définies du cerveau, sont déterminées, ou que, si indétermination il y a, elle corresponde à des régulations davantage qu'au fait de pouvoir être l'amont des séries déterminées sur lesquelles agit l'intention. Ces fonctions seront impliquées dans des mécanismes qui ne pourront pas être mobilisés en tant qu'origine des séries déterminées sur lesquelles peut agir l'intention. Il n'est pas nécessaire que tout le cerveau contienne des « régions d'indétermination », par contre il est nécessaire qu'un certain nombre d'aires cérébrales en contiennent. Il est difficile de concevoir *a priori* quelles peuvent être toutes les fonctions qui seront partiellement indéterminées, c'est la recherche en neurologie qui fournira les réponses. De plus, nous avons aujourd'hui peu d'outils conceptuels nous permettant de définir quelle devrait être la structure et le fonctionnement d'un organe permettant la production de représentation ou d'anticipation et capable d'action intentionnelle. À ce stade de notre analyse, nous n'avons aucune raison de considérer cette incapacité comme une incapacité de principe, elle pourrait provenir du fait que nous n'avons pas, et ce malgré le développement des sciences cognitives, suffisamment de connaissances précises sur les fonctions nécessaires à la capacité représentative et anticipatrice.

Il semble que les sciences cognitives fassent une erreur de principe sur l'analyse de ce qui est intentionnel. Identifier des fonctions de cognition avec des fonctions neurologiques est judicieux, mais l'intention n'est pas une fonction de traitement de l'information. Vouloir rechercher **la fonction** cérébrale de l'intention est une erreur de principe. Vouloir identifier la conscience à des décharges neuronales est probablement aussi une erreur de principe, car la conscience n'est pas un traitement de l'information, que ce traitement soit neuronal ou autre. Dira-t-on, parce qu'il est capable de calculer mieux qu'un autre, qu'un sujet est plus conscient ? Alors, un ordinateur serait déjà à un niveau supérieur à celui de l'homme. Le fonctionnement n'est pas l'intention. Il faut chercher dans le cerveau ce qui est à la fois indéterminé, non-local, et permet autant l'intégration du traitement neuronal que l'action sur les neurones des aires cérébrales concernées par l'action intentionnelle.

Je me bornerai, à ce stade, à affirmer que cette indétermination doit être présente de manière prévisible dans les aires cérébrales à l'origine

des séries déterminées que l'intention met en fonctionnement. Elle pourrait être présente dans des aires dont nous ne soupçonnons pas l'implication au niveau de la genèse de l'intention ou de son action sur les séries neuronales déterminées. Cette « région d'indétermination » cérébrale peut être conçue comme une aire partiellement mouvante, impliquant des aires différentes selon les types d'activités intentionnelles, et selon la nature de l'intention. Il n'y a aucune raison qui empêche que certaines aires cérébrales soient toujours impliquées. Il s'agit en particulier des fonctions cérébrales utilisées lors de la constitution mentale des représentations, des croyances, des projets.

En conséquence, on peut s'attendre à trouver de l'indéterminisme de manière générale dans les aires cérébrales corticales impliquées lors de la réflexion, de la constitution des plans d'action ou de toute forme de représentation.

## Chapitre trois

### Solution du problème

## Les lois de la physique ne sont pas contradictoires avec l'activité intentionnelle

### 1 – La physique quantique découvre l'indéterminisme

L'indéterminisme du soubassement de la matière est une des découvertes de la physique quantique. Avant d'analyser l'intérêt de cet enseignement pour notre problématique, je rappellerai la rupture épistémologique apportée par la mécanique quantique, puisque, jusqu'à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, les succès de la physique classique avaient imposé une conception déterministe de la nature, encore prégnante dans la philosophie actuelle.

#### 1 – 1 – La science, jusqu'au début du 20<sup>ème</sup> siècle, s'appuyait sur une conception déterministe des lois de la nature.

*1 – 1 – 1 – Pour le déterminisme, les lois déterminées de la nature se maintiennent de l'infiniment grand à l'infiniment petit et ne laissent aucune place à l'intention*

Pour la physique du 19<sup>ème</sup> siècle, il paraissait évident que le décryptage des lois de la nature se poursuivrait à l'infini. On pouvait concevoir que le déterminisme se poursuivrait à l'infini, selon le modèle célèbre de Pascal<sup>104</sup> : « *Qu'un ciron lui offre dans la petitesse de son corps des parties incomparablement plus petites, des jambes avec des jointures, des veines dans ces jambes, du sang dans ces veines, des humeurs dans ce sang, des gouttes dans ces humeurs, des vapeurs dans ces gouttes ; que, divisant*

---

<sup>104</sup> Blaise Pascal, *Pensées*, II, 72

*encore ces dernières choses il épuise ses forces en ces conceptions, et que le dernier objet où il peut arriver soit maintenant celui de notre discours ; il pensera que c'est là l'extrême petitesse de la Nature. Je veux lui faire voir là-dedans un abîme nouveau. Je veux lui peindre non seulement l'univers visible, mais l'immensité qu'on peut concevoir de la nature, dans l'enceinte de ce raccourci d'atome. Qu'il y voit une infinité d'univers, dont chacun a son firmament, ses planètes, sa terre, en la même proportion que le monde visible ; dans cette terre, des animaux, et enfin des cirons, dans lesquels il retrouvera ce que les premiers ont donnés ; et trouvant encore dans les autres la même chose sans fin et sans repos, qu'il se perde dans ces merveilles, aussi étonnantes dans leur petitesse que les autres dans leur étendue [...] ».*

Cette conception signifie à la fois un fondement infini des causes et l'impossibilité de l'action intentionnelle. Ce fondement est accessible de principe à la recherche, mais demandera un temps infini pour l'atteindre. Par le maintien des lois de la nature dans la recherche de l'infiniment petit, le hasard reste « la mesure de notre ignorance des causes ». Dans ces conditions, il n'est possible ni d'expliquer ni de comprendre comment nous pouvons être capables d'action intentionnelle. La reconnaissance de la réalité de l'action intentionnelle de l'homme aurait pu conduire à refuser cette hypothèse, mais cela n'était guère concevable jusqu'à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle.

Émile Boutroux<sup>105</sup>, reconnaissant l'existence de l'action intentionnelle, avait conclu à la contingence des lois de la nature, et avait montré l'indéterminisme des niveaux hiérarchiques, mais il ne pouvait enraciner sa conception dans celle de la physique de son temps ; au contraire, elle y était opposée. La définition du hasard par Antoine Cournot posant la possibilité de l'existence de séries indépendantes capables de se rencontrer, conduisait, en accord avec Boutroux, à nier que le hasard ne fût que l'ignorance des causes. Rompant avec le déterminisme, Antoine Cournot établit que le hasard a une réalité objective. Mais, là encore, la physique du 19<sup>ème</sup> siècle n'offrait pas de solution scientifique. Même la thermodynamique statistique de Boltzmann était fondée sur une approche mécanique du comportement des molécules conforme à la pensée classique (même s'il oubliait le postulat d'indépendance du mouvement de chaque molécule).

---

<sup>105</sup> Émile Boutroux, ouvrage cité

### ***1 – 1 – 2 – La physique classique a consacré le succès de l’approche déterministe.***

Jusqu’au début du 20<sup>ème</sup> siècle, les succès continus de la physique n’ont jamais remis en cause le déterminisme. Tous les grands domaines de la physique, la mécanique, l’électromagnétisme, la thermodynamique, ont été développés selon des approches rigoureusement déterministes. Cette influence de la physique « classique » a été si grande que même après 1930, de nombreux biologistes gardaient encore le modèle de la mécanique et s’y référaient selon une sorte d’objectif possible pour la construction future de théories biologiques générales. Le Dantec pouvait encore, même durant la deuxième décennie du 20<sup>ème</sup> siècle, prétendre qu’aucun fait n’avait jamais été apporté qui fût indéterministe.

### ***1 – 1 – 3 – La géologie, la biologie et la chimie, tout en concevant des changements des lois de la nature selon l’échelle des phénomènes, étaient déterministes.***

Même si le sens commun pouvait constater qu’un objet matériel change de qualité lorsque son rapport surface sur volume augmente, cela n’avait pas pour conséquence que le déterminisme fût mis en cause. Galilée fut le premier à découvrir que les lois de la physique ne se conservaient pas avec l’échelle. Comme la résistance d’un os dépend de sa section efficace, pour un os deux fois plus grand, son poids sera huit fois plus lourd et la section efficace ne sera que quatre fois supérieure. La résistance croît comme le carré quand le poids croît comme le cube de la dimension<sup>106</sup>. On peut l’observer chez les végétaux ; les rapports entre le tronc, les branches et les feuilles sont, chez le séquoia, différents des mêmes rapports chez le blé. Observés de loin, les mouvements d’une baleine, laquelle paraît petite à grande distance, suggèrent inmanquablement, par leur lenteur, que l’animal est énorme. L’aigle ne peut battre des ailes à la vitesse qu’est capable d’atteindre l’oiseau mouche. Une puce peut sauter dix fois sa propre hauteur, l’homme difficilement plus que sa propre hauteur, et l’éléphant guère plus qu’un dixième de sa hauteur. La capacité de rétention en eau d’un sol dépend de la taille des particules qui le constituent. Si l’on constatait que la petitesse des particules constituantes devait entraîner des changements de

---

<sup>106</sup> Galilée, 1638. Trad. P.H. Michel, *Dialogue des sciences nouvelles*, Paris, Hermann, 1968

fonctionnement, cela n'était pas pour autant une raison de rejet du déterminisme. Celui-ci est en premier lieu une exigence de l'esprit, mais en outre, le changement de propriété pouvait être expliqué ; le changement des rapports de la surface sur le volume entraîne des conséquences nécessaires. L'impact de la gravitation change selon la taille du corps céleste, et ce résultat est calculable.

Même si la nature est formée d'une pluralité de niveaux, chaque niveau est régi par des lois propres au niveau en question. Dans chaque niveau, les mécanismes sont déterminés, les lois différentes, mais, de principe, déductibles d'un niveau à l'autre. En conséquence, les chimistes, les biologistes, les géologues, sont, par leur activité de recherche, des tenants du déterminisme de méthode. Les changements liés à l'échelle des phénomènes ne peuvent remettre en cause leur conception du déterminisme des lois du domaine qu'ils étudient, et plus généralement des lois de la nature. Les chimistes montrent qu'il est possible de déduire des phénomènes se passant à notre échelle à partir de la connaissance des structures des éléments fondamentaux. La physiologie expérimentale démontre le déterminisme du fonctionnement physiologique et de ses régulations. Malgré les changements des lois de la nature selon l'échelle d'analyse du phénomène, on peut concevoir, de principe, que toute loi à une échelle peut être déduite des lois à une échelle moindre. Puisque tous les objets sont matériels, ils doivent obéir aux lois de la physique, laquelle est déterministe.

La conclusion était conforme aux présentations des points de vue déterministes (cf chap. 1, 2-3-1). Les biologistes, conscients que les lois de fonctionnement du vivant ne pouvaient être découvertes selon les méthodes de la physique, maintenaient un point de vue déterministe qui s'avérait fécond. Puisque la conservation des lois de la nature selon l'échelle semble impossible en pratique, un changement à chaque échelle pouvait se concevoir. Mais ce changement lui-même finirait par se déduire de manière déterminée. Il ne pouvait s'agir d'un empilement de lois qui n'auraient aucune relation déterminée entre elles. Le point de vue déterministe était conforté par le fait que nous n'avions pas d'exemple d'émergence pour laquelle l'irréductibilité du niveau supérieur au niveau inférieur apparût comme un état de principe. Même l'existence de l'activité intentionnelle n'était plus un argument. Les tenants du déterminisme assimilaient l'émergence de la conscience à celle d'une

propriété macroscopique par rapport aux constituants de base. Les développements de la chimie et la découverte que les êtres vivants étaient faits de composés chimiques ne pouvaient que conforter cette conception.

### **1 – 2 – Les atomistes antiques avaient compris que l'activité intentionnelle nécessite l'indéterminisme au niveau atomique**

Dès le 5<sup>ème</sup> siècle avant Jésus-Christ, Leucippe, puis Démocrite, philosophes ioniens de la cité d'Abdère, nomment atomes du grec « atomos » (ce qui ne peut être coupé) la plus petite unité de matière, éternelle, et animée d'un mouvement constant. Cette conception est reprise par Épicure qui le premier a proposé une hypothèse qui, tout en maintenant le déterminisme des lois de la nature, et en définissant une description « atomiste » de la nature, a posé que le comportement de ces atomes n'était pas totalement déterminé (concept de *clinamen* ou déviation). Je reprendrai ici la description de Lucrèce<sup>107</sup>, qui se considérait comme un transmetteur de l'enseignement d'Épicure : « [...] *il n'y a que deux sortes de corps : les atomes et les composés de ces atomes. L'atome, aucune force ne parvient à le détruire : [...] Les corps premiers sont donc solides et sans vide. [...] la matière, étant constituée de corps solides, a le pouvoir d'être éternelle quand tout se désagrège. [...] Enfin, malgré la parfaite solidité des atomes, on peut rendre compte de tous les corps mous venant à se former, l'air, l'eau, la terre et le feu, expliquer le moyen et la cause de leur naissance, dès lors que le vide existe, mêlé aux choses. Supposons au contraire que les atomes soient mous, expliquer la création des roches dures et du fer devient impossible car foncièrement toute la nature manquera d'un principe fondateur. Les atomes se prévalent donc d'une solidité parfaite. [...] Et, faute d'un minimum, les éléments les plus petits seront constitués d'une infinité de parties, puisque la moitié d'une moitié toujours aura une moitié, sans limite à la division. Quelle différence existera-t-il encore entre l'ensemble et la plus petite des choses ? Aucune : si infini que soit foncièrement l'ensemble universel, les corps les plus petits seront constitués de parties tout aussi infinies. Mais la droite raison se révolte et proteste : l'esprit ne peut le croire, enfin tu dois te rendre. Admets donc l'existence d'éléments sans parties, « minima » de la nature, admets en corollaire des atomes solides, éternels, il le faut. »*

---

<sup>107</sup> Lucrèce, *De rerum natura*, I, Paris, Flammarion, 1997, p 483-634



Lucrèce décrit le mouvement, la vitesse et la déviation des atomes en des termes surprenant par leur précision<sup>108</sup> : « *Puisqu'il en est ainsi, dans le vide infini aucun repos n'est jamais accordé aux atomes, mais, animés d'un mouvement incessant et varié, ils se heurtent et sautent à de grandes distances ou, faiblement repoussés, s'éloignent de peu. Tous ceux qui, formant plus denses compagnies, ne rebondissent qu'à de faibles intervalles et s'enchevêtrent dans leurs figures complexes constituent les dures racines de la pierre, le corps sauvage du fer et tous leurs semblables. Les autres atomes errent dans le grand vide ; quelques-uns sautent bien loin et bien loin s'écartent à de grands intervalles : ce sont eux qui nous donnent l'air subtil, la lumière éclatante du soleil ; les plus nombreux enfin errent dans le grand vide, exclus de l'assemblage des choses car nulle part ils ne furent admis à joindre leurs mouvements.[...] Oui, tu verras souvent ces corps changer de route et retourner en arrière sous d'aveugles chocs, tantôt ici, tantôt là, partout et en tout sens. »*

Les atomistes antiques avaient compris la contradiction entre intention et déterminisme. Lucrèce décrit la solution par l'indéterminisme atomique, en reprenant la théorie du clinamen d'Épicure<sup>109</sup> : « *d'où viens, dis-je, cette volonté arrachée aux destins qui nous permet d'aller où nous conduit notre plaisir et d'infléchir nous aussi nos mouvements, non pas en un moment ni en un lieu fixés, **mais suivant l'intention de notre seul esprit ? Car, en ce domaine, la volonté de chacun prend évidemment l'initiative et c'est à partir d'elle que les mouvements se distribuent dans le corps***<sup>110</sup> . [...] *Ainsi, vois-tu, la source du mouvement est le cœur, c'est de la volonté qu'il procède tout d'abord, puis il se communique à l'ensemble de l'organisme. [...] Il faut donc reconnaître que les atomes aussi, outre les chocs et le poids, possèdent en eux-mêmes une cause motrice d'où nous vient ce pouvoir puisque rien, nous le voyons, de rien ne procède. Oui, le poids empêche que tout arrive par des chocs, par une force étrangère, mais si l'esprit n'est pas régi en tous ses actes par la nécessité interne, s'il n'est pas, tel un vaincu, réduit à la passivité, **c'est l'effet de la légère déviation des atomes en un lieu, en un temps que rien ne détermine***<sup>111</sup> . »

<sup>108</sup> Lucrèce, ouvrage cité, II, p 67-250

<sup>109</sup> Lucrèce, ouvrage cité, II, p 251-293

<sup>110</sup> C'est nous qui soulignons. Lucrèce ne cherche pas à prouver que l'intention est le produit direct de l'indéterminisme, car il a bien compris que ce n'est pas possible; il conclut uniquement de l'existence de notre intentionnalité que les atomes sont nécessairement partiellement indéterminés.

<sup>111</sup> C'est nous qui soulignons.

La déviation des atomes « *en un lieu en un temps que rien ne détermine* » est la première définition de l'indéterminisme atomique lequel, pour Épicure, permettait à l'homme d'agir intentionnellement, c'est-à-dire, pour reprendre une terminologie moderne, permettait une causalité descendante. Épicure offrait une solution à l'action intentionnelle, en définissant un indéterminisme spécifique aux éléments unitaires de la matière, éléments dont il concevait que sont formés tous les corps que nous observons à notre échelle. Le problème restait la définition d'un atome indestructible, corpusculaire, et doté d'un indéterminisme, c'est-à-dire d'une capacité de « *déviaton* », « *en un lieu en un temps que rien ne détermine* ». Les découvertes décrites par la physique quantique affectent cette *déviaton* aux particules élémentaires. Ces découvertes ont montré que pour qu'un élément corpusculaire puisse être doté de caractéristiques indéterminées, il faut qu'il soit doté de propriétés paradoxales et inconcevables. Cela ne pouvait probablement pas être déduit par le seul raisonnement, c'est la recherche scientifique qui l'a prouvée.

### **1 – 3 – Les conceptions atomistes modernes ne remettaient pas en cause le déterminisme**

John Dalton, physicien britannique, combine en 1803 les idées de Démocrite et de Lavoisier afin de décrire les réactions chimiques. Il considère que la matière est faite d'atomes et que lors d'une réaction chimique, ces atomes de forme sphérique pleine, et qui ont la propriété d'être insécables, peuvent se combiner avec d'autres atomes. Il décrit ainsi le premier modèle atomiste moderne historiquement connu sous le nom de « *Modèle de Dalton* ». Amedeo Avogadro, chimiste et physicien italien émit, en 1811, l'hypothèse selon laquelle, pour une température et une pression identique, il y a toujours le même nombre de molécules dans des volumes égaux de gaz différents. La valeur du nombre d'Avogadro a été déterminée par Jean Perrin, physicien français, en 1926 (soit 115 ans plus tard). La valeur de la constante d'Avogadro n'a pas été déterminée par Avogadro lui-même, mais porte son nom en son honneur. Elle conduit au concept de mole, laquelle est définie comme la quantité de molécules d'un composé pur égale au nombre d'atomes de carbone présents dans 12 grammes de carbone  $^{12}\text{C}$  (ce nombre est le "nombre d'Avogadro"). Jusqu'à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, des scientifiques de renom nièrent l'existence des atomes, ce qui signifie que ce concept ne put être

définitivement accepté que lorsque toutes les preuves en furent apportées, en 1905, c'est-à-dire jusqu'à l'explication théorique du mouvement brownien (Einstein) et la mesure du nombre d'Avogadro (Jean Perrin).

Plusieurs expérimentations sur les décharges électriques dans les gaz avaient amené Jean Perrin à postuler l'existence de particules électriquement chargées, environ 2000 fois plus légères que l'atome d'hydrogène et faisant partie de la matière : l'électron fut ainsi découvert. John Thomson, physicien anglais, grâce à l'utilisation d'un tube cathodique, démontra, en 1897, que ces grains de matière identifiés par Jean Perrin, qu'il nomma « électrons », étaient tous identiques, quel que soit le corps qu'il étudiait. Il conclut qu'un atome d'hydrogène avait une masse de l'ordre de 1000 fois plus grande que ceux-ci. Il conclut de ses expérimentations que les éléments constitutifs de l'atome étaient des particules positives et négatives. Il imagina un nouveau modèle atomique nommé Plum-Pudding, en 1898, dont l'agencement consistait en une enveloppe positive contenant des charges négatives appelées électrons.

En analysant la déviation de rayonnement alpha sur des feuilles d'or, Ernest Rutherford, physicien néo-zélandais, déjà connu pour ses travaux sur la désintégration des éléments et sur la chimie de la radioactivité, observa que la majorité des particules alpha n'étaient pas déviées alors que certaines l'étaient faiblement, et qu'un très petit nombre de particules alpha étaient très fortement déviées et ne passaient pas la feuille d'or. Il en tira une conclusion qui remettait en doute l'idée, jusque-là admise, que les atomes sont des sphères pleines. Ces résultats amenèrent Rutherford à penser que le modèle de Thompson n'était pas bon et qu'il fallait en formuler un autre. En 1911, il émit une théorie révolutionnaire : l'atome est constitué principalement de vide. Il est formé au centre, d'un noyau massif, chargé positivement, autour duquel se déplacent les électrons. La théorie de la structure lacunaire, ou nucléaire, de la matière était née.

Niels Bohr, physicien danois, élaborà, en 1913, le modèle qui portera son nom. Les atomes sont faits de noyaux de taille négligeable face à celle de l'atome entier, mais qui représentent la quasi-totalité de la masse de l'atome. Autour de ce noyau se trouve un « cortège » électronique. Les électrons sont situés sur des orbites fixes et se déplacent autour du noyau comme les planètes autour du Soleil, mais

selon des lois différentes. Ce modèle a la particularité de permettre l'application de la théorie des quanta d'énergie que Max Planck avait conçue. Les électrons peuvent « sauter » d'une orbite à une autre par gain ou perte d'un quantum d'énergie, et ne peuvent pas être dans des positions intermédiaires. Le concept de quantum, à l'origine compris comme une « astuce mathématique », semblait correspondre à une réalité physique. Il s'agissait du dernier modèle atomique conforme à la vision déterministe, tout en étant le modèle qui allait conduire à concevoir l'indéterminisme quantique, car l'impossibilité des électrons à se situer dans des positions intermédiaires ne pouvait être décrite que par une nouvelle physique.

### ***1 – 3 – 1 – Atome et particule sont des concepts utilisables par la mécanique classique***

Le concept de particule, l'atome étant considéré en premier lieu comme la particule ultime, est fondé sur la relation que nous avons avec la matière, à notre échelle. D'un côté un objet est doté de qualités bien spécifiques, et de l'autre nous constatons la séparabilité de la matière. Ce concept de particule a permis le développement de la mécanique, modèle de la relation de cause à effet. La mécanique analyse les mouvements de la matière. Comment un objet se meut-il, comment deux objets se rencontrent-ils, comment définir et calculer les forces qui entraînent le mouvement d'un corps ? Le premier modèle de la mécanique fut la mécanique céleste, le mouvement des corps étant celui des planètes.

L'analyse du mouvement pouvait être réalisée sur des corps plus petits, la bille devenant le modèle-type du corps en mouvement. Ainsi que les atomistes grecs l'avaient déjà décrit, à partir du moment où un corps existe, il doit être possible de le diviser et de chercher ses constituants. C'est l'analyse de la matière solide qui a permis d'accéder au concept de corpuscule puis de particule, jusqu'à la particule dite élémentaire semblable à l'atome d'Épicure. Un corpuscule est un idéal-type à partir duquel il est possible de représenter un objet réel de petite taille selon la logique géométrique du point. On peut lui affecter un positionnement dans l'espace à partir des trois coordonnées d'espace et, en ajoutant la dimension du temps, de calculer un mouvement. On peut lui affecter une masse ce qui permet de calculer la relation entre la force appliquée à l'objet et l'accélération qu'il subit comme conséquence de

l'action de cette force sur l'objet. On écrit :  $F = m \cdot \gamma$ . Selon la taille de l'objet en fonction de l'unité de mesure, il est possible de calculer son volume. Il n'est plus un point et les équations permettent de préciser les forces auxquelles est soumise cette masse dans le volume défini, et en conséquence les accélérations, vitesses, quantités de mouvement, etc...

Un corpuscule est un objet de volume défini, de masse définie, dont la position, la vitesse, l'accélération, la quantité de mouvement, peuvent être calculés. S'il est en rotation sur lui-même (comme une planète), l'axe de rotation peut être défini, et la vitesse de rotation angulaire peut être calculée. Connaissant un positionnement défini, la vitesse à cette position, et les forces appliquées, le mouvement d'une particule peut être décrit et prédit dans le temps. Tout corpuscule est positionné dans l'espace et le temps. Selon Kant, l'espace et le temps sont des formes *a priori* de notre sensibilité, c'est-à-dire des structures de notre rapport à nous-mêmes et au monde constitutives de notre sensibilité. Pour Kant, quoi que nous percevions du monde, nous le percevons « dans l'espace » et quoi que nous percevions de notre vie intérieure et du monde, nous les percevons « dans le temps ». Même si nous faisons abstraction de toute matière sensible, il subsiste la forme même des intuitions : l'espace et le temps. La conception d'un monde fait de corpuscules semble en adéquation avec notre forme d'intuition, telle que décrite par Kant.

### ***1 – 3 – 2 – Jusqu'au début du 20<sup>ème</sup> siècle, on concevait une mécanique déterministe des atomes***

Le corpuscule étant un élément de matière, tout mouvement qui l'affecte concerne la matière dont ce corpuscule est constitué. La quantité d'énergie, associée à la masse de la particule, est une fonction de la vitesse acquise sous l'effet de la force qu'elle subit ( $1/2 mv^2$ ). L'énergie transférée à la particule est calculable par le mouvement que celle-ci acquiert. Comment deux corpuscules interagissent-ils l'un envers l'autre ? Soit directement par choc, soit indirectement par un champ de force. Deux champs de force ont d'abord été identifiés : la gravitation, et le champ électromagnétique. Puis ont été décrits, dans le cadre de la physique quantique, l'interaction nucléaire faible et l'interaction nucléaire forte.

Considérons, comme l'a fait Épicure, que la matière est formée de

particules si petites qu'il n'est plus concevable qu'elles puissent être séparées en entités plus petites. Nous dirons qu'il s'agit ainsi d'une unité de matière. Nous pouvons idéaliser la conception d'une particule par un point, par une sorte de calcul à la limite, mais en réalité, il s'agit là de la conception d'une unité minimale d'espace. Nous pouvons ainsi définir sa masse comme une unité de matière. L'unité de matière remplit une unité d'espace, et deux unités de matière ne peuvent remplir le même espace (principe d'exclusion de Pauli, en physique quantique). Appelons la « quanton », selon un terme défini dans les années 20 mais qui n'a pas eu de succès. Tout ce que nous observons à notre échelle peut être, en principe, défini comme la résultante des interactions des unités de matière (les quantons). Comment interagissent les quantons ? Selon les règles de la mécanique classique : soit par choc direct, soit par l'intermédiaire de champ de force. La matière est donc discontinue ; le concept de champ de force, immatériel, pourrait décrire quelque chose qui relève de l'espace et qui serait continu.

Grâce aux apports de la mécanique telle que développée durant les 18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> siècles, l'atomisme théorique d'Épicure est consolidé, mis à part le « clinamen » qui est en quelque sorte oublié. À ce stade de l'histoire de la Physique, nous avons une conception cohérente de la matière. Celle de Lord Kelvin qui, s'adressant aux étudiants en physique, dans la dernière décennie du 19<sup>ème</sup> siècle, leur affirmait qu'ils arrivaient comme la physique était quasi achevée mis à part deux « détails »<sup>112</sup>. Tout ceci semble parfaitement concevable et déterministe.

### **1 – 4 – Mais la physique quantique introduit un indéterminisme fondamental**

C'est en 1927, que Werner Heisenberg, physicien allemand, tira la conclusion des matrices qu'il avait conçu en 1925 pour décrire les propriétés des particules subatomiques : il est impossible de connaître à la fois la position et la quantité de mouvement d'un électron. Cette impossibilité s'applique à toutes les caractéristiques complémentaires des particules dont les valeurs montrent une symétrie. C'est le principe d'indétermination qui porte son nom, et qui signe la fin du déterminisme

---

<sup>112</sup> Cet exposé de Kelvin est souvent présenté de façon à rendre risible les prétentions des scientifiques ; il reste que Kelvin avait identifié les deux « détails » dont la résolution allait révolutionner la physique puisqu'ils donneront la mécanique quantique et la relativité : le problème du rayonnement discontinu du corps noir, et la constance de la vitesse de la lumière.

absolu en physique. Erwin Schrödinger, physicien autrichien, en 1926, confirma cette théorie, sur la base d'équations décrivant par une fonction d'onde le « nuage électronique », lequel remplace le concept de « cortège électronique » (lequel se voulait analogue au cortège des planètes du système solaire). Puis il démontra que sa mécanique ondulatoire était équivalente à la mécanique matricielle présentée par Heisenberg en 1925, impliquant les mêmes indéterminations. Cette unification confirma l'indéterminisme quantique, et fut l'un des événements majeurs qui parvinrent à convaincre l'ensemble des physiciens qu'ils étaient en train de vivre une révolution scientifique de grande ampleur. Il est seulement possible de déterminer la zone de l'espace où les électrons sont présents le plus souvent, par la description d'une probabilité de présence d'un électron dans une zone située autour du noyau. Le rayon de l'atome devient le rayon de la zone de probabilité maximale des électrons autour du noyau. Même si les calculs de probabilités utilisés font référence au concept de probabilité fondé sur la mesure du réel macroscopique (indépendance des séries), il s'agit d'un indéterminisme fondamental.

Je simplifierai mon analyse au maximum, car, d'un côté de nombreuses présentations de la physique quantique existent à ce jour<sup>113</sup> et les physiciens qui en ont posé les bases ont eux-mêmes écrit longuement sur cette découverte qui les déconcertait. De plus, notre objectif est de savoir si ce que décrit la physique quantique, en ce qui concerne l'indéterminisme, est bien la réponse à notre recherche.

On peut simplifier la représentation de la théorie. Un système physique isolé est représenté par un vecteur d'état (synonyme de la « fonction d'onde ») d'un espace de dimension infinie (l'espace de Hilbert). L'emploi du formalisme des vecteurs dans un espace de Hilbert est désormais surclassé par le formalisme des intégrales de chemin (Richard Feynman) sans que cela change fondamentalement la problématique. L'évolution de ce vecteur d'état, dans cet espace, est décrite par une équation différentielle (l'équation de Schrödinger). Ce vecteur d'état, ou cette fonction d'onde, décrit une particule élémentaire, mais peut aussi décrire un atome, une molécule, et, théoriquement,

---

<sup>113</sup> Franco Selleri, *Le grand débat de la théorie quantique*, Paris, Flammarion, 1986; François Lurçat, *Niels Bohr*, Paris, Critérian, 1990; Etienne Klein, *Petit voyage au monde des quanta*, Paris, Flammarion, col Champs, 2004; Michel Crozon, Yves Sacquin, *Un siècle de Quanta*, Paris, EDP-Science, 2003.

l'univers. Ce que décrit cette fonction d'onde est un système isolé, et, finalement, rien n'est complètement isolé, sinon l'univers entier. Cette fonction d'onde prédit le résultat d'une mesure selon une probabilité. Car une mesure ne sera, selon ces équations, qu'un tirage au sort. Cela ne veut pas dire que la théorie ne prédit pas les résultats, mais elle les prédit de manière probabiliste. Une mesure peut aussi être conçue comme un coup de sonde, ou, métaphoriquement, comme une pêche des données par un scaphandrier qui plonge dans l'obscurité. La théorie permet de prévoir tous les cas possibles et leur probabilité respective. Elle permet de calculer les caractéristiques des particules élémentaires de manière extraordinairement précise (masse, moment magnétique, etc...), mais elle ne permet pas d'obtenir tous les renseignements de manière également précise sur toutes ces caractéristiques, pour la même particule, en une seule mesure. Il faut une accumulation de mesures. Bref : mesurer en physique quantique, c'est en quelque sorte tirer au sort. De là, la formule de Einstein, lequel ne pouvait accepter ce résultat : « Dieu ne joue pas aux dés ».

#### ***1 – 4 – 1 – L'analyse de la lumière confirme l'indéterminisme quantique***

La nécessaire résolution du comportement paradoxal de la lumière a été un des éléments à partir desquels les physiciens du premier tiers du 20<sup>ème</sup> siècle construisirent les théories de la physique quantique. Historiquement, c'est la théorie des quanta de Max Planck et l'explication de l'effet photoélectrique par Einstein qui en posa les premières bases. Mais l'analyse de la lumière permet de saisir l'indéterminisme quantique.

#### ***1 – 4 – 1 – 1 – Il fallut deux siècles de débats et de recherche pour découvrir la nature paradoxale de la lumière***

Richard Feynman affirmait, au milieu du 20<sup>ème</sup> siècle, que toute la physique quantique pouvait être conçue des résultats d'expérimentations réalisées à partir des fentes de Young. Pourtant cet outil était connu depuis longtemps. Cela confirme qu'il est difficile, sinon impossible, de tirer toutes les conclusions d'une expérimentation si les outils conceptuels ne sont pas disponibles. En 1690, dans « Le traité de la lumière », Christiaan Huygens, physicien, astronome et mathématicien néerlandais, soutint la première théorie ondulatoire de la lumière et



énonça le principe des ondes enveloppes fondé sur la vitesse de propagation. Mais l'optique du 18<sup>ème</sup> siècle fut dominée par les conceptions corpusculaires de Newton, elles-mêmes soutenues par les travaux antérieurs de Descartes. Car les résultats de Descartes (lois de la réfraction et de la réflexion) et de Newton (explication des couleurs) avaient imposé une conception corpusculaire de la lumière. En 1807, Thomas Young, physicien et archéologue anglais, publia *Course of lectures on natural philosophy and mechanical arts*, dans lequel il explique le phénomène des interférences lumineuses, observé à partir des irisations des bulles de savons. À ce moment, il était à peu près le seul à se livrer à une critique, dès 1799, des idées newtoniennes qui avaient dominé les conceptions de l'optique du 18<sup>ème</sup> siècle. Il suggéra un retour à l'hypothèse des ondulations, mise en valeur plus de cent ans auparavant par Huygens. Il réalisa les premières fentes permettant de montrer les irisations qu'il interprète comme des interférences. À partir de 1814, Augustin Fresnel, ingénieur français, entreprit, sans connaître les derniers travaux de Young, une série d'expérimentations sur la diffraction de la lumière. En montrant que le mouvement transmis par une onde sphérique se détruit partiellement par interférences, il écarta l'objection, déjà faite à Huygens, que la théorie ondulatoire ne permettait pas d'expliquer la propagation rectiligne de la lumière ; l'optique ondulatoire était née. Fresnel détermina, d'abord, à l'aide d'une expérimentation « directe », les conditions d'interférences en lumière polarisée. Deux fentes voisines et parallèles (les fameuses fentes de Young), F1 et F2, sont percées dans un petit écran. On éclaire la fente F1 par un premier faisceau polarisé, la fente F2 par un second faisceau polarisé, dont le plan d'incidence est à l'angle droit du premier. Fresnel, aidé par Arago, s'assura qu'aucune frange n'est observée. Si les deux faisceaux sont polarisés dans le même sens, les franges apparaissent. Fresnel substitua au concept de vibrations longitudinales celui de vibrations transversales, qui, sans remettre en cause l'explication qu'il avait déjà donnée de la diffraction, lui permirent une interprétation cohérente des phénomènes observés en lumière polarisée. Mais Fresnel restait prisonnier des conceptions de son époque : aucune vibration ne peut se propager sans un support matériel. Il posa donc l'existence de l'éther. Il faudra attendre la théorie électromagnétique de Maxwell pour que se forme la conviction que les vibrations lumineuses ne sont pas de

nature mécanique et n'exigent pas de milieu élastique pour se propager. Les formules de Fresnel, dites des sinus et des tangentes, ont gardé leur valeur, malgré l'abandon de l'éther en tant que substance vibrante avec les théories de la relativité.

Mais en 1905, Einstein prouva, par l'explication de l'effet photoélectrique, que la lumière est bien constituée de corpuscules. Cette dualité « onde-corpuscule » de la lumière ne sera complètement élucidée que par la physique quantique. On peut aujourd'hui interpréter différemment le comportement de la lumière à travers les fentes de Young, car nous avons une théorie qui coïncide avec les phénomènes observés, mais cette théorie implique un changement radical dans les conceptions déterministes de la mécanique classique. Cette théorie a été construite par une communauté de physiciens elle-même ébranlée par les conclusions de ses théories. *« Ce point-là est tout à fait singulier : jamais une autre discipline scientifique n'avait à ce point exigé que soit également mis en œuvre un travail d'interprétation pour pouvoir être comprise et appliquée. Cette particularité a provoqué un certain nombre de tensions au sein de la physique quantique, toujours d'actualité, à propos du lien entre le formel et le réel, entre le virtuel et l'actuel, entre le possible et l'effectif, entre le hasard et le déterminé »*<sup>114</sup>

#### *1 – 4 – 1 – 2 – La nature ondulatoire de la lumière apparaît lors de son passage à travers une fente*

La première expérimentation consiste à étudier le comportement de la lumière passant à travers une fente verticale et projetée sur un écran. Pour comprendre le problème, nous considérerons des conditions d'expérimentation simplifiées et bien définies, telles que décrites ci-après, et qui n'existaient pas toutes au début du 20<sup>ème</sup> siècle. Nous considérons d'abord, que nous disposons d'une source lumineuse capable d'émettre les photons un à un (ce qui signifie que nous savons que la lumière est constituée de particules) ou en nombre variable par unité de temps ; deuxièmement, nous sommes capables de positionner, entre la source lumineuse et l'écran, un cache dans lequel nous ouvrons une fente qui peut être de largeur variable et contrôlable, de 5 mm à moins de 1  $\mu\text{m}$  ; troisièmement, l'écran noir sur lequel la lumière est

---

<sup>114</sup> Étienne Klein, *Petit voyage dans le monde des quanta*, Paris, Flammarion, col. Champs, 2004, p 16

projetée est capable de produire un point blanc, très petit mais visible, pour chaque impact de photon (en réalité, il en faut plus d'un, mais nous pouvons garder ce point de vue pour plus de clarté dans la présentation et le raisonnement).

Que se passe-t-il lorsque nous éclairons fortement, c'est à dire que nous envoyons un nombre énorme de photons simultanément ? Si la fente est suffisamment large, nous obtiendrons sur l'écran une image fidèle de la fente, sous la forme d'une tâche rectangulaire précise. Cela correspond à ce que nous attendrions intuitivement et que nous connaissons d'expérience, puisque les photons passent à travers la fente et sont projetés sur l'écran, selon une trajectoire rectiligne. Leur trajectoire est rectiligne et en fonction des distances respectives de la source lumineuse, du cache et de l'écran, les lois géométriques de Thalès s'appliquent : les proportions du rectangle sont celles de la fente. Selon le montage, on pourrait obtenir un rectangle blanc sur l'écran identique à celui de la fente. Mais si nous diminuons la largeur de la fente, nous commençons à voir que les bords de la tâche obtenue sur l'écran deviennent moins nets, puis, si nous diminuons de plus en plus la largeur de la frange, ce flou s'accroît et s'agrandit. Un véritable halo entoure la bande centrale, l'image s'agrandit tout en devenant moins claire. Pour une fente d'environ  $1 \mu\text{m}$ , le nombre d'unités d'impact dans le halo apparaît majoritaire par rapport aux impacts attendus uniquement sur le trait central. C'est d'ailleurs cette observation, réalisée dès la fin du 18<sup>ème</sup> siècle par Young, puis par Fresnel, qui conduisait à affirmer que la lumière est de nature ondulatoire et non corpusculaire. Toute onde, par exemple une onde sur un plan d'eau, si elle doit passer à travers un passage rétréci, provoquera ce phénomène de halo qu'on appelle diffraction. Plus étroit est le passage et plus importante est la diffraction. Il est possible de quantifier cette diffraction par une formule mathématique. La diffraction de la lumière étant bien établie, on peut conclure que sa nature est ondulatoire. Le problème, ici, est pourtant différent, car nous savons que les photons se comportent comme des corpuscules. Nous le savons par d'autres expérimentations, par exemple par l'effet photoélectrique, mais aussi dans le cadre de cette expérimentation puisque avec un seul photon on obtient un point sur l'écran, et un seul. Diffraction ou pas, il semble que le photon passe à travers la fente et atteint l'écran en un lieu précisément identifiable.

Mais, répondra-t-on, le phénomène de diffraction résulte du fait que les photons sont très nombreux. De la même manière qu'une onde sur l'eau n'est qu'un phénomène dynamique porté par un nombre gigantesque de molécules de  $H_2O$ , l'onde lumineuse doit être un phénomène dynamique dû au fait que les photons qui passent à travers la fente sont aussi extrêmement nombreux. On peut y répondre expérimentalement. Il suffit d'envoyer un millier de photons un à un et de noter le point blanc que donne chaque impact, pour chaque largeur choisie de la fente. C'est là que nous obtenons notre première surprise. Si la fente est large, disons 5 mm, les photons impacteront l'écran dans le rectangle défini selon Thalès. Ce n'est pas pour autant que nous sommes absolument certains que leur trajectoire sera rectiligne, mais ils resteront au moins dans ce rectangle. Dans le cadre de notre précision, soit 5 mm, nous ne notons pas de déviation. Si nous resserrons notre fente en dessous d'un demi-millimètre, les trajectoires des milliers de photons envoyés successivement pour chaque largeur diffèrent. Ils sont déviés mais cette déviation diffère pour chaque photon. Nous obtenons finalement ce halo, cette diffraction de la lumière. Mais au lieu d'être un résultat dû à une onde, c'est un résultat dû à un comportement imprévisible de chaque photon pris individuellement. Imprévisible ? En partie seulement. Pour simplifier le raisonnement, et puisque nous utilisons une fente verticale dont on resserre la largeur, nous n'analyserons la diffraction que horizontalement. On peut découper l'espace de l'écran en bandes fines verticales, d'égale largeur, dans le rectangle d'impact théorique obtenu si tous les photons de propageaient de manière rectiligne. Nous pouvons établir une répartition, calculer la proportion de photons qui sont situés dans chaque bande, en définissant chaque bande par sa distance par rapport au rectangle central, image de la fente. Nous pouvons donc définir une loi statistique de répartition des photons sur l'écran selon leur déviation horizontale.

Cela signifie que les photons se comportent individuellement comme des particules, mais que leur déviation, indéterminable individuellement, a pour conséquence de devoir analyser leur comportement statistiquement. Resserrons encore davantage notre fente. La diffraction s'accroît encore, nous aurons une répartition différente, dont la moyenne de déviation par rapport à la ligne centrale, image directe de la fente, s'accroîtra. Cela signifie que plus la fente est étroite et

moins nous pouvons prévoir, pour un photon défini, où il impactera l'écran. Cela ne nous empêche nullement de prédire la répartition de l'impact d'une population de photons. Plus grande sera la population de photons et plus précise sera la prédiction. Mais elle sera *probabiliste*.

Or tous les photons sont passés par la fente. Nous pouvons définir d'un côté leur position au niveau de la fente, selon une précision qui est celle de la largeur de la fente, et prédire de l'autre côté, leur déviation par rapport à un chemin rectiligne, selon leur répartition sur l'écran, mais cela, selon certaines lois. Moins la précision de notre mesure est grande au niveau de la fente (fente large) et plus nous serons précis au niveau de la répartition des photons sur l'écran. Mais plus nous serons précis au niveau de la fente (fente étroite), et moins nous pourrions l'être au niveau de la répartition des photons sur l'écran. Pour une fente de un millième de micron, l'écran risquerait de ne pas être assez large pour réceptionner tous les photons. Ainsi, plus nous cherchons à préciser la position du photon au niveau de la fente et moins nous pouvons déterminer l'angle de son passage en ce lieu, et réciproquement. Nous avons là une image de deux caractéristiques fondamentales de la physique quantique : le principe dit d'indétermination et l'aspect probabiliste (aspect qui est directement lié au précédent). Une mesure précise du comportement probabiliste a conduit à écrire une équation telle que le produit de l'indétermination de nos deux paramètres sera une constante. Plus une mesure est précise, plus l'autre mesure est floue, et réciproquement. Le terme « déviation » correspond exactement à celui du « clinamen » d'Épicure.

À ce stade, la question de savoir si le photon est une onde ou est une particule n'est pas pertinente. On a remplacé le concept d'onde par une probabilité. On pourrait dire que l'indéterminisme de la déviation de chaque photon est résolu par la répartition statistique d'une population de points sur l'écran. On ne peut prédire à la fois la position d'un photon et sa déviation de manière très précise. Les deux mesures sont statistiques, mais plus la précision d'une des deux mesures est grande et moins l'est celle de l'autre. Nous en ignorons les raisons (ou les causes si cause il y a), mais nous pouvons l'admettre. De toute façon, en termes de population, nous pouvons prédire le comportement global. Il n'y a pas de mystère, mais seulement une énigme. Le lecteur qui connaît certains débats issus de la physique quantique, et entre autre l'interprétation dite

de Copenhague, peut être surpris que nous ne mettions nullement en cause le concept de réalité en ce qui concerne le photon. Cela vient du fait que nous n'avons ici analysé qu'un aspect : les conséquences du passage de la lumière à travers une seule fente.

*1 – 4 – 1 – 3 – L'analyse de la lumière passant à travers deux fentes confirme la nature ondulatoire de lumière et conduit à l'indéterminisme quantique*

Que se passe-t-il si nous étudions maintenant le comportement des photons lorsque que nous faisons passer la lumière non à travers une fente, mais à travers deux fentes suffisamment rapprochées ? Si la lumière est une onde, on sait, par toutes les expérimentations qui ont été réalisées sur les ondes (par exemple les ondes sonores, ou les vagues sur une surface liquide), que des ondes passant de manière synchrone à travers deux orifices, ou émises simultanément et de manière synchrone par deux sources, vont créer des interférences.

Nous venons de conclure que ce sont, d'après l'expérimentation précédente, les photons qui ont un comportement individuellement indéterminé, mais déterminable statistiquement. En population, ils forment une onde ; individuellement, leur comportement serait seulement probabiliste, selon des probabilités qui sont conformes à une répartition ondulatoire. Si cette hypothèse est la bonne, pour deux fentes parallèles situées entre la source de photons et l'écran, même si nous envoyons les photons un à un, l'image devrait être la somme des deux répartitions centrées. Mais ce n'est pas ce que nous obtenons. Au lieu d'obtenir deux bandes lumineuses sur l'écran, diffractant chacune, nous obtenons des franges d'interférence. Si nous fermons la fente droite, ou la fente gauche, le diagramme de diffraction prévu apparaît. La lumière est donc la conséquence d'ondes et non la somme de particules dont la répartition simule une onde globale.

Les franges d'interférence sont constituées d'alternance de bandes lumineuses et de bandes sombres et d'un dégradé de clarté entre les deux types de bande. Sur les bandes lumineuses, les deux sources arrivent en phase, et sur les bandes sombres elles sont en contre-phase. Focalisons-nous sur les bandes sombres et envoyons les photons un à un. Sur ces bandes sombres, il n'en arrive jamais aucun. Le principe d'indétermination lui-même est la conséquence du fait que chaque photon se comporte comme une onde, ou même « comme si » il était une

onde. Car aussi bien les constatations que les prévisions issues des équations montrent qu'il n'y a pas d'impact sur les bandes sombres. C'est une conséquence du déplacement du photon comme s'il était une onde, c'est-à-dire une conséquence **de son interférence avec lui-même**. Ce qui signifie qu'il passe par les deux fentes... Mais alors, peut dire l'observateur, ce n'est pas une particule ! Et pourtant si, car il ne fait bien qu'un seul point d'impact sur l'écran. Interfère-t-il vraiment avec lui-même ? On est en droit d'en douter. Car une interférence n'a rien d'aléatoire, c'est la rencontre de deux ondes qui peuvent être en opposition de phases ou au contraire en phase. Or ici, il est manifeste que l'on peut faire un grand nombre de fois la même expérience (envoyer un photon), mais chaque photon aura une trajectoire différente. L'interférence, en termes d'onde, n'apparaît que si le nombre de photon finit par atteindre un nombre suffisant, et les franges d'interférence apparaîtront sur l'écran. On ne voit apparaître une structure ondulatoire que dans des conditions statistique. Pour chaque photon pris séparément on ne peut que définir une probabilité de trajet. Cette probabilité a une structure de répartition qui est celle d'une onde. Mais le photon lui-même, par où est-il passé ?

Depuis les premières découvertes de la physique quantique, des améliorations théoriques ont été apportées qui ne remettent pas en cause ce que nous venons de présenter et au contraire accroissent le mystère. Richard Feynman, un des plus grands théoriciens de la physique de la deuxième moitié du 20<sup>ème</sup> siècle a réussi à proposer une théorie, dite « électromécanique quantique » qui a apporté une unification globale au « monde quantique ». Sa théorie permet de sommer la racine carrée des amplitudes de probabilité. Le chemin du photon devient la somme des probabilités sur tous les chemins possibles<sup>115</sup>. Si l'on voit qu'une population finit par produire des franges d'interférences, c'est que chaque photon est capable de passer par deux fentes à la fois. Quand il se déplace, il semble être une onde ; quand on le mesure, c'est une particule.

Le photon, défini comme quanton, c'est à dire unité particulière, est en réalité un quanton d'onde, ce qui est contradictoire autant avec le concept initial d'onde qu'avec le concept de particule. J'analyserai ce que

---

<sup>115</sup> Richard Feynman, *Lumière et matière – Une étrange histoire*, Paris, Interédition, 1987. Col Point, 1992

peut signifier ce concept de quanton d'onde plus loin. Mais dans la mesure où le photon est un quanton (une particule « élémentaire ») et une onde, ce terme est approprié. Nous ne savons pas décrire ce qui ondule, dans le quanton. Le quanton d'onde est ondulatoire, mais cette ondulation est décrite en termes de probabilité. On peut ainsi déduire de nombreuses conséquences qui semblent défier l'intuition commune. Le fait de positionner un appareil de mesure juste avant une fente pour vérifier que le quanton d'onde passe, ou pas, par cette fente, conduit à définir qu'il y passe bien ; il ne passe pas par l'autre fente. En conséquence, il n'y a plus d'interférence, et les bandes noires disparaissent. Ce qui signifie que mettre un appareil de mesure uniquement sur une fente change ce qui passe par l'autre fente, puisque cette dernière permettra à des photons d'atteindre la bande noire.

Si les outils de mesure sont situés juste après chaque fente, cela a le même effet. Si c'est une onde qui est en interaction avec les deux fentes, même si cette onde est un photon unique, il ne peut y avoir de différence entre la mesure juste avant ou juste après la fente. Cela signifie que le même photon entre en interaction avec les deux fentes, ce que le langage courant traduirait de manière peut-être inadapté par : « le même photon passe à travers les deux fentes ». En fait, « *si nous utilisons un appareil rendant les chemins indiscernables, c'est l'aspect ondulatoire de la particule qui se manifeste. Mais si nous utilisons un appareillage permettant de distinguer les chemins, c'est son aspect corpusculaire qui apparaît* »<sup>116</sup>.

On peut en déduire qu'il n'est pas possible de « piéger » une particule élémentaire, son indéterminisme est absolument fondamental. Brian Greene l'exprime de manière imagée : « *Si l'on pouvait capturer un électron dans une grosse boîte bien solide, dont on rapprocherait ensuite les parois jusqu'à localiser sa position avec de plus en plus de précision, on verrait l'électron s'y agiter de plus en plus frénétiquement. [...] La Nature n'autorise pas que l'on accule ses constituants.* »<sup>117</sup>

*1 – 4 – 1 – 4 – La réfutation de la théorie des variables cachées définit cet indéterminisme comme fondamental*

C'est en 1935 qu'Einstein, Podolski et Rosen, publiaient un article

---

<sup>116</sup> Étienne Klein, Ouvrage cité, p 35

<sup>117</sup> Brian Greene, *L'univers élégant*, Paris, trad franç. Robert Laffont, 2000 ; Gallimard, col Folio essais, 2005, p 193 – 194



qui devait avoir un très fort impact sur notre représentation de la physique quantique.

La première compréhension de cet article est de considérer qu'il posait l'incomplétude de la mécanique quantique, son indéterminisme venant de l'existence de variables cachées non encore trouvées. En cela, il n'avait pas nécessairement tort, car concevoir qu'une particule minimale puisse passer à travers deux fentes, ou que deux particules puissent être enchevêtrées comme des ondes est manifestement hors de notre portée. « *Mais rien ne prouve que notre raison doive nécessairement être toujours pleinement satisfaite. Les avantages réels ou imaginaires de l'explication causale peuvent expliquer psychologiquement l'effort du savant qui cherche à remplacer une théorie statistique par une théorie causale ; mais ils ne permettent pas d'affirmer que cet effort sera nécessairement couronné de succès.* »<sup>118</sup>. L'influence de Einstein, et le fondement pertinent de cet article, ont conduit à poursuivre un long débat sur la mécanique quantique.

L'article dit « EPR » peut être considéré selon une autre approche. Elle montre au contraire le génie d'Einstein, puisqu'elle pose de manière précise le phénomène d'intrication comme une conséquence directe des théories quantiques. Aucun des trois auteurs ne remettaient en cause les résultats de la physique quantique, ni les prédictions qu'elle permettait. Par l'expérience de pensée proposée, ils apportaient une preuve théorique. Ils montraient que l'intrication est une conséquence inéluctable des lois de la physique quantique. Si la physique quantique est une science complète, elle conduit au concept nouveau d'intrication. La question devient : si l'intrication existe, peut-elle être compatible avec une explication fondée sur des éléments de réalité ? On pouvait penser que non, mais ce n'était pas démontré.

Considérons deux quantons qui interagissent puis se séparent. Pour les trois auteurs cités, et ce en accord avec la théorie, ce système est décrit par une seule fonction d'onde exprimant des relations de conservation. En mesurant l'un, on peut déduire automatiquement la valeur de l'autre, sans perturber le système. Mais on peut poser deux hypothèses simples : d'abord que les prédictions de la mécanique quantique sont justes et ensuite qu'aucune influence ne peut se propager

---

<sup>118</sup> Alexandre Kojève, *L'idée de déterminisme*, Paris, Livre de poche, Col Biblio essais, 1990, p 261

plus vite que la lumière. Ainsi, en concluent ces auteurs dans leur article « *si, sans perturber d'aucune façon un système, on peut prédire avec certitude (c'est à dire avec une probabilité égale à l'unité) la valeur d'une quantité physique, il existe un élément de cette réalité physique qui correspond à cette quantité physique* »<sup>119</sup>. Ceci implique que les valeurs sont déterminées avant la mesure, ce qui est contraire à la physique quantique. Les deux quantons peuvent être à grande distance l'un de l'autre ; il n'est pas imaginable que ce soit la mesure réalisée sur l'un qui concrétise celle de l'autre, car cela obligerait à des échanges d'« information » à des vitesses infinies, ou à nier l'espace ou le temps. Dans une mesure de vitesse ou de position, ces deux variables sont déterminées avant la mesure, et la théorie quantique est incomplète (ce qui revient à dire que le concept de quanton d'onde est faux). Il restait à poser le problème dans des termes tels qu'une expérimentation puisse séparer les deux conceptions.

David Bohm proposa en 1951 une modification à l'expérience, celle-ci ne s'appuyant plus sur la mesure des paramètres position-vitesse de particules corrélées, mais sur celle de variables ne prenant que deux valeurs comme le spin ou la polarisation. À partir de cette idée, John Bell, du laboratoire IBM de Zurich, démontra en 1964, sur la base d'un calcul de probabilité, que si ces mesures pouvaient être faites sur un nombre de couples suffisants, leurs résultats devraient respecter certaines inégalités statistiques si l'argumentation dite EPR était correcte ou, au contraire, violer ces inégalités si l'argumentation quantique l'était. Puisqu'il n'était pas possible de travailler sur un seul couple de particules, il s'agissait de définir une relation statistique.

En 1976, Alain Aspect décrivit des conditions expérimentales utilisant la polarisation, et permettant de tester les inégalités de Bell. Dans ces conditions expérimentales, des particules de types EPR devaient montrer des corrélations « instantanément communiquées » aux autres particules avec lesquelles elles étaient intriquées, comme s'il n'y avait pas d'espace entre elles. Comme il n'est pas possible de mesurer deux polarisations sur le même quanton en une fois, il s'agissait de réaliser un grand nombre de mesures et de réaliser des analyses statistiques. C'est en 1982 qu'eut lieu l'expérimentation décisive réalisée par Alain Aspect et son équipe du laboratoire d'Orsay, par laquelle fut

---

<sup>119</sup> A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, *Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?*, Physical Review 41, 777 (15 May 1935)

mis en évidence, de façon irréfutable, la violation des inégalités de Bell, ce qui confirma que si l'on effectue une mesure sur l'une des particules jumelles, les probabilités associées à l'état de l'autre particule disparaissent aussi (notion de non séparabilité à laquelle s'opposait Einstein). L'expérience d'Aspect fut réalisée dans des conditions permettant d'éliminer toute possibilité de transfert d'information entre la source de photons et les outils de mesure, ce qui permettait de rejeter toute critique fondée sur des suppositions de variables cachées.

Le changement de valeur d'une variable d'une particule change la valeur de la même variable pour l'autre particule avec laquelle elle est intriquée (ou enchevêtrée). Ce qui signifie que, dans l'indéterminisme quantique, existe un déterminisme certain dans la relation entre particules intriquées. Néanmoins, l'intrication n'est plus compatible avec une explication fondée sur des éléments de réalité.

#### ***1 – 4 – 2 – L'indéterminisme quantique est applicable aux particules élémentaires, aux atomes, voire à des molécules***

Les interférences quantiques ne concernent pas que les photons. De nombreux scientifiques avaient déjà constaté des effets d'interférences quantiques pour des objets non macroscopiques mais considérés comme matériels : électrons, atomes et petites molécules. En 1999, un groupe de scientifiques viennois observa que les molécules C60 et C70 présentaient des propriétés d'onde. Les mêmes physiciens autrichiens ont observé le phénomène de décohérence, c'est-à-dire de transition du comportement quantique au comportement classique, pour des molécules de carbones C70. Avec un diamètre d'environ un nanomètre, il s'agissait des plus gros objets connus à manifester un phénomène d'interférences quantiques. Depuis, l'équipe a observé ce phénomène de propriétés d'onde pour de plus gros objets, dont le tétraphénylporphyrine, molécule présente dans la chlorophylle et l'hémoglobine et dont le diamètre est d'environ deux nanomètres. Markus Arndt, Anton Zeilinger et leurs collègues de l'Université de Vienne ont, lors de leurs dernières expérimentations, dirigé un faisceau de molécules C70 à travers un système laser destiné à les chauffer à 5000 Kelvin. À mesure que les molécules se refroidissaient, elles passaient à travers un interféromètre contenant des réseaux de diffraction dotés de deux fentes, permettant de recueillir des informations sur leur comportement. D'après les résultats,

les molécules C70 adoptent un comportement d'onde quantique, se matérialisant par une haute qualité de la figure des franges d'interférence, en dessous de 1000 Kelvin environ. Les molécules deviennent graduellement classiques lorsqu'elles sont refroidies ; le phénomène d'interférences s'affaiblit jusqu'à disparaître. Ce groupe prévoit maintenant d'analyser la décohérence pour ce qui concerne de plus grandes molécules telles que les protéines.

Ce concept avait été traduit par Louis de Broglie, dès 1925, sous la forme : Toute particule de masse  $m$  et de vitesse  $v$  se comporte comme une onde de longueur d'onde,  $\lambda=h/mv$ , où  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J.s. La constante  $h$  est la constante de Planck. Cela signifie que les particules de matière solide sont aussi des ondes. Plus le corps est important et/ou se meut rapidement, et plus sa longueur d'onde est petite : ses propriétés matérielles l'emportent sur ses propriétés ondulatoires, et les interférences deviennent négligeables. La mécanique classique devient ainsi un cas particulier de la physique quantique, et non l'inverse. Une interprétation intéressante de la mécanique quantique consiste à affirmer qu'elle est déterministe dans sa description du niveau quantique, mais qu'elle ne devient indéterministe que lorsqu'il s'agit de réaliser une mesure, c'est-à-dire de révéler au niveau macroscopique ce qui se passe au niveau microscopique<sup>120</sup>. Cette interprétation ne change rien à la conclusion de notre recherche. Puisque que l'intention se définit par des buts à notre échelle (macroscopique), si elle agit au niveau quantique, cet indéterminisme est révélé. Mais affirmer que c'est cette interface qui est indéterminée signifie que monde quantique et monde classique sont indépendants ; or cette conclusion soulève un problème du même ordre que celui de l'existence de l'intention.

### ***1 – 4 – 3 – Peut-on préciser les problèmes ontologiques de la physique quantique ?***

Nous présenterons ci-après une analyse montrant que les théories de la physique quantique, qui avaient pour but de répondre aux faits observés, sont fondées sur un concept « inconcevable », le concept que nous avons nommé « quanton d'onde ». Ce n'est certes pas à partir de ce concept que les physiciens ont bâti leurs théories, mais il ressort que ce

---

<sup>120</sup> Roger Penrose, *Les deux infinis et l'esprit humain*, Paris, Flammarion, col. Champs, 1999, p 65-109

concept est probablement la clé du problème, car il résout la contradiction entre continuité et discontinuité, contradiction déjà identifiée par les penseurs grecs antiques. Si la théorie a fini par conduire à postuler l'existence paradoxale du quanton d'onde, il peut être intéressant de savoir si en posant ce concept, ce qui est inimaginable sans contrainte venue du réel conduisant à le poser, on peut arriver aux mêmes conclusions. Si tel est le cas, cela permet d'affirmer que ce que décrit la physique quantique est bien l'indéterminisme que nous recherchons.

*1 – 4 – 3 – 1 – La physique quantique est d'abord une mécanique ondulatoire*

Nous avons pu constater que la physique quantique provient de la nécessité d'associer le concept de particule à celui d'onde. C'est l'existence d'une mécanique ondulatoire sans support matériel qui est le fondement de la physique quantique.

*1 – 4 – 3 – 2 – Le concept d'onde sans support matériel conduit à une mécanique indéterministe*

L'onde est classiquement décrite comme un mouvement non de matière, mais dans la matière. Il reste que ce qui ondule, c'est-à-dire son support, n'est pas l'ondulation, c'est-à-dire ce qui se propage. On peut concevoir que l'onde puisse être le principe énergétique, comme la particule est le principe matériel. Mais depuis la découverte de l'équivalence de l'énergie et de la masse physique par Einstein, il n'est plus possible de séparer au niveau du monde subatomique ce que nous séparons si facilement à notre échelle. Ainsi, le photon est sans masse, c'est une ondulation en mouvement incessant. S'il est mesuré, il est mesuré par son effet sur une particule. L'électron a une masse bien définie, pourtant, si nous le faisons se déplacer, il ressemble étrangement à une onde en mouvement, il peut lui aussi « passer à travers deux fentes ». Si nous le mesurons, nous trouvons une particule. J'essaierai de présenter comment les principales conclusions de la physique quantique peuvent être conçues comme la conséquence ontologique de la reconnaissance de l'identité entre concept d'énergie et concept d'onde et de l'acceptation du concept de « quanton d'onde ». Cette identité est reconnue par les physiciens, implicitement, sans pour autant que des conclusions autres qu'opératoires soient exposées.

1 – 4 – 3 – 2 – 1 – Une onde est conçue d'abord comme une propagation dans la matière

Le concept d'onde vient d'abord de l'observation des vagues sur la mer ou sur un lac. On peut produire des ondes sur une surface d'eau même de faible surface en frappant l'eau avec un objet. Une ride circulaire dont le centre se situe sur le lieu d'impact s'éloigne de ce lieu à vitesse constante. Si nous frappons l'eau à intervalle régulier, des ondes successives concentriques sont formées, dont la vitesse d'éloignement, par rapport au point d'impact, est constante. Nous pouvons fabriquer un long bac rectangulaire et réaliser un montage tel qu'un moteur permet à une pointe métallique de frapper régulièrement la surface de l'eau, au milieu du bac. Ce va-et-vient de la pointe, que nous pouvons décrire comme une vibration, est la source des ondes. Nous générons des successions régulières d'ondes circulaires concentriques à partir d'un vibreur qui frappe l'eau à une vitesse égale au nombre d'aller et retour de la pointe par unité de temps (la seconde). Le diamètre du cercle s'accroissant, à distance les ondes donnent l'impression d'être parallèles. Il n'y a pas de mouvement de l'eau dans le sens de celui de l'onde. En chaque point de la surface nous pouvons vérifier qu'un objet flottant monte et descend.

On peut produire des ondes sphériques, par exemple en émettant un son dans l'air. Le son est constitué d'un « train d'ondes » sphériques dans l'air, alternativement comprimé et dilaté. Il est possible de produire des ondes sonores dans toute matière. Nous percevons certaines fréquences (entre 15 Hz et 16 000 Hz environ) comme du son (fréquences vibratoires de l'air perceptibles par notre oreille). Les autres fréquences, inférieures ou supérieures, sont appelées infrason et ultrason. La vitesse de l'onde dépendra de la matière en question, tandis que la longueur d'onde sera le résultat de la division de la vitesse par la fréquence. Nous savons depuis Maxwell que tout le spectre des rayonnements électromagnétiques, incluant la lumière visible, est constitué d'ondes.

De la même manière qu'il existe des lois précises décrivant les mouvements et les interactions des corpuscules, il existe des lois précises décrivant les mouvements des ondes et leurs interactions. On peut donc considérer que l'énergie transférée dans la matière pour donner un mouvement (une propagation de l'onde), si elle entraîne non pas un

mouvement de la matière, c'est-à-dire le déplacement continu d'une particule par rapport à son environnement, mais une propagation dans la matière, se traduit par un mouvement qui a les caractéristiques d'une onde.

1 – 4 – 3 – 2 – 2 – Cette propagation entraîne un mouvement alternatif des particules de matière

On peut considérer qu'il n'y a pas de déplacement de matière, dans le sens que sur un temps long par rapport à la fréquence de l'onde, il apparaît que la matière n'a pas bougé. En réalité, toute onde montre des mouvements alternatifs de matière. Il n'y a pas de déplacement continu de la matière dans le sens du mouvement de l'onde, mais seulement des mouvements de va-et-vient de chaque élément matériel, tandis que l'onde se propage, sur une ligne, dans le plan ou dans l'espace.

L'énergie transférée par le choc de la pointe, dans notre bac rempli d'eau, entraîne un déplacement non pas d'un objet mais d'une onde, par transfert de proche en proche d'un mouvement de va-et-vient des parties de la matière. La longueur de l'onde (dite longueur d'onde) est la distance entre deux crêtes. La fréquence est définie par le nombre de crêtes passant en un lieu par seconde, et donc par le nombre de frappes de la pointe par seconde. Il existe un lien direct entre fréquence et longueur d'onde, car la vitesse, qui ici est constante (elle dépend du milieu de propagation), est égale au produit de la fréquence par la longueur d'onde :  $V = \lambda * v$ . Ceci a pour conséquence qu'il n'est pas possible de frapper la surface à une vitesse dépassant un maximum ( $\lambda$ ) sans créer des brouillages qui sont des interférences. En fait, le transfert du mouvement de va-et-vient de chaque élément de matière signifie qu'il existe quelque chose qui conduit chaque particule à bouger alternativement, sous l'effet du mouvement de la (ou des) particule(s) de matière voisines. Cela conduit à étudier les interactions entre particules élémentaires.

Qu'est-ce qui ondule ? Le support matériel dans lequel a lieu la propagation. Comment cela ondule-t-il ? D'abord, la propagation et l'ondulation peuvent avoir lieu dans une seule dimension. Par exemple le courant alternatif. L'onde se propage par le mouvement de va-et-vient des électrons, dans le même sens que le mouvement de l'onde, sur le fil ou le câble électrique. La propagation de l'onde est linéaire, et le

mouvement alternatif est longitudinal au mouvement. La propagation de l'ondulation peut avoir lieu dans deux dimensions, c'est le cas des ondes sur l'eau. L'onde se déplace sur l'eau, à deux dimensions, mais ici le mouvement alternatif est transversal au mouvement, dans une troisième dimension. On peut imaginer une onde se propageant dans deux dimensions et dont le mouvement alternatif a lieu dans le même sens que le mouvement. Mais notre mode de conceptualisation est marqué par ce que nous voyons, et l'onde sur la surface de l'eau est ce que nous concevons le mieux parce que nous le visualisons. Mais c'est un cas parmi d'autres possibilités. Les ondes sonores se propagent comme la surface d'une sphère, dans trois dimensions, et l'ondulation est longitudinale à la propagation.

Qu'en est-il des ondes lumineuses ? Elles se propagent dans l'espace à trois dimensions. L'ondulation est transversale au mouvement. Il ne s'agit pas de mouvement alternatif dans une dimension supérieure (comme l'onde sur la surface de l'eau), mais d'ondulation transversale au mouvement, ce que nous avons bien des difficultés à nous représenter. Cette ondulation n'est pas un mouvement transmis de proche en proche, comme toutes les ondulations précédemment décrite, elle est intrinsèque à chaque particule dont est faite la lumière. C'est pourquoi la lumière n'a pas besoin de matière comme support d'ondulation. Même s'il existe un lien entre l'ondulation et la propagation de la lumière (mis en évidence par le concept de longueur d'onde), il est manifeste que cette relation ne peut être semblable aux autres formes d'ondulation, puisque ici, c'est chaque unité qui ondule, transversalement à sa propagation.

1 – 4 – 3 – 2 – 3 – Une onde diffracte, ce qui est une indétermination de fait

Même si les vagues ne sont pas des ondes uniformes telles que décrites précédemment, car elles sont le résultat d'intrication d'ondes multiples produites surtout par le vent, on peut observer la diffraction des vagues à l'entrée d'un port. Considérons les vagues qui arrivent sur l'entrée étroite fermée en partie par une jetée. Elles entrent dans le port, mais le fait de traverser l'ouverture du port modifie leur trajectoire avec comme conséquence que certaines vagues atteignent des zones portuaires internes qui ne sont pas en face de l'entrée. Quand une onde rencontre une ouverture petite, de l'ordre de grandeur de la taille de sa longueur



d'onde, elle diffracte, et l'ouverture se comporte comme une nouvelle source d'onde. La diffraction est un phénomène complexe qui permet à une onde de contourner les obstacles. Plus la longueur d'onde est grande devant la taille de l'obstacle plus elle le contournera facilement. Inversement pour les hautes fréquences (très petite longueur d'onde), le contournement d'un objet imposant devient difficile, voire impossible. C'est la raison pour laquelle, on n'entend généralement d'une musique éloignée, et dont nous sommes séparés par des obstacles, que les sons graves (fréquences lentes, ou longueurs d'onde importantes).

On peut observer le phénomène de diffraction dans le bac rempli d'eau précédant, en établissant une barrière, dotée d'une ouverture de largeur variable, perpendiculaire au long côté du rectangle. L'onde qui passe à travers va générer des ondes nouvelles qui repartent en arc de cercle comme si l'ouverture était une nouvelle origine des ondes. L'effet est d'autant plus marqué que la largeur de l'ouverture est petite, proche de la longueur d'onde. Ce comportement est différent de celui d'une bille, laquelle passe sans effet à travers un orifice s'il n'y a ni choc ni champ de force. La diffraction est d'autant plus grande que l'ouverture est étroite, tout au moins dans certaines limites. Plus il est possible de préciser le lieu de passage de l'onde (ouverture plus étroite) et plus la diffraction, l'imprécision du mouvement de l'onde après son passage par l'ouverture, est importante. La diffraction est une indétermination de fait qui est corrélée à la précision de la description de son lieu de passage.

1 – 4 – 3 – 2 – 4 – Deux ondes interfèrent, ou encore s'enchevêtrent (s'intriquent)

Comment deux ondes interagissent-elles ? Lorsqu'elles se rencontrent, leurs effets peuvent s'additionner ou se soustraire selon leur phase quand elles se rencontrent. On dit qu'elles interfèrent. Si l'on considère des ondes de même amplitude, de même fréquence, et donc de même longueur d'onde, mais de phase différente, l'onde résultante a la même fréquence, mais sa phase et son amplitude dépendent des phases des ondes interférentes. Si les ondes sont dites « en phase », on a une onde d'amplitude double ; on parle d'interférences constructives. Si par contre les ondes sont « en opposition phase », les ondes s'annulent ; on parle d'interférences destructrices. Entre ces deux extrêmes, l'amplitude passe de 2 fois l'amplitude à zéro.

L'interférence entre deux ondes peut être obtenue par deux pointes situées à distance l'une de l'autre et frappant l'eau de manière synchrone. Deux séries d'ondes synchrones sont produites, et les ondes de l'une rencontrent celles de l'autre. On peut calculer que la rencontre de ces deux séries d'ondes génère des franges dites d'interférence. Comme leurs effets s'additionnent ou se soustraient selon leur phase quand elles se rencontrent, la distance parcourue par chaque onde sur le lieu de la rencontre définit leur relation de phase. Des franges apparaissent, en chaque point, en fonction de la distance relative aux deux sources. Pour toute différence entre les deux distances, égale à un nombre entier de longueurs d'onde, les ondes sont en phase, l'amplitude de l'onde double ; pour une différence entre les deux distances égale à un nombre entier plus  $\frac{1}{2}$  de longueurs d'onde, les ondes sont en contre-phase et s'annulent. Les situations intermédiaires mènent à des niveaux intermédiaires calculables.

Que se passe-t-il quand deux ondes interfèrent ? Nous ne pouvons plus séparer ce qui vient de l'une ou de l'autre, même si quantitativement la contribution de chacune est calculable. Les deux ondes se sont enchevêtrées (ou intriquées) et nous n'avons comme moyen de savoir ce qui revient à l'une ou à l'autre que le calcul quantitatif, car toute forme est une combinaison, en chaque lieu, des deux ondes. À l'inverse des particules, les ondes satisfont peu notre esprit séparateur. Notre intuition de l'espace est déjà prise en défaut par l'intrication propre à l'interférence d'ondes. Si les deux pointes sont assez éloignées, par exemple chacune à une extrémité du bac, l'interférence entre les deux ondes peut créer des ondes stationnaires. Là encore notre intuition est prise en défaut.

1 – 4 – 3 – 2 – 5 – Concevoir une onde élémentaire conduit à poser un indéterminisme fondamental de principe

Maintenant, considérons le concept d'onde sous son aspect quantitatif. Nous avons vu que sa vitesse étant dépendante du support, la vitesse des ondes sur l'eau est toujours la même. La fréquence est définie par le nombre d'oscillations par seconde, et, à ce stade de notre raisonnement, la quantité d'énergie paraît liée à l'amplitude de l'onde. Mais une onde qui se propage à la surface de l'eau est un mouvement dans la matière, ce n'est qu'une forme d'énergie, les molécules d'eau se

déplacent, surtout verticalement, c'est-à-dire dans une dimension qui n'est pas celle de la propagation. Il reste qu'on peut mesurer l'énergie correspondant à une onde.

Pour percevoir intuitivement les problèmes posés par l'existence d'une mécanique ondulatoire élémentaire, nous allons étudier la question, de manière imagée et métaphorique, en mettant en scène deux personnes imaginaires que j'appellerai l'Empirique et le Logicien. Imaginons qu'ils commencent leur discussion vers 1930, et la finissent vers 1985, et supposons-les au courant des publications scientifiques, à ces moments-là. Bien sûr, ils ont assimilé les conclusions concernant une mécanique particulière telle qu'exposée brièvement ci-dessus. Ils connaissent les théories des anciens grecs atomistes et connaissent le paradoxe de Zénon d'Élée (Achille et la tortue), et les différentes métaphores décrivant le paradoxe du mouvement. Ils ont décidé d'analyser les conséquences d'une décomposition du monde visible, non pas en atomes, mais en ondes. Peut-on penser que l'élément ultime dans l'analyse du plus petit élément de matière soit une onde ? Est-ce possible ? Quelle doit être la caractéristique de l'unité minimale d'onde, que nous appellerons le quanton d'onde ?

– Supposons, dit l'Empirique, que sur une surface immense, quasi infinie, d'un liquide idéal lisse sur lequel les ondes avancent sans frein, nous fassions tomber un objet dense d'un hélicoptère. Le choc dans le liquide entraîne un transfert d'énergie lequel va créer une onde. À distance, en un lieu précis de la surface, nous avons placé des outils de mesure permettant de quantifier l'énergie du mouvement. Selon les équations définissant l'onde, nous pouvons, à partir de la mesure ponctuelle, calculer l'énergie de l'onde totale, et, comme nous sommes sur une surface idéale, sans perte d'énergie, nous pouvons calculer l'énergie apportée lors de la chute de l'objet dense. Nous avons les moyens de rechercher l'unité minimale d'énergie d'une onde. Il suffit de faire tomber un objet de plus en plus petit et de trouver la limite. Le problème, c'est que la limite risque d'être définie par nos outils de mesure.

– Il faut admettre, pour le raisonnement, répond le Logicien, que nous disposons d'instruments parfaits permettant de mesurer toutes les caractéristiques de notre onde. Nous allons procéder pour l'onde comme auraient pu procéder Démocrite, Leucippe ou Épicure, sans nous soucier

des capacités limitées de nos outils de mesure. Ils n'en avaient pas, à cette époque.

– Cela me va dit l'Empirique. Partons du principe que nous sommes capables de tout mesurer, et que par ailleurs vous êtes prêts à tout concevoir pourvu que ce soit logique et cohérent ; il est possible de concevoir des équations descriptives des phénomènes attendus.

– Je remarque, reprend le Logicien, que nous avons défini l'onde comme un mouvement dans la matière, qui se transmet par l'intermédiaire des atomes en mouvements alternatifs, et non un mouvement de la matière dans laquelle se propage l'onde. S'il doit exister un niveau quantique d'onde minimale, ce niveau minimum doit se définir en termes énergétique et non en termes de masse, puisqu'il s'agit bien d'une propagation d'interactions. Notre hélicoptère a lâché l'objet de taille minimale susceptible de générer l'onde au niveau énergétique minimal, un quanton d'onde. Mais, si cette onde minimale qui se développe sur notre surface idéale est réellement une onde minimale, nous rencontrons un problème.

– Je comprends, répond l'Empirique, c'est impossible à mesurer. Car l'onde va se développer circulairement autour du point d'impact, comment peut-elle rester minimale et accroître sa longueur au fur et à mesure de son avancée ? Elle mobilisera une quantité de matière croissante, et en conséquence, soit elle finira par disparaître, soit elle cesse de se développer longitudinalement, soit elle n'était pas minimale à l'origine.

– L'argument semble imparable, dit le Logicien, mais il y a une solution théorique. Si nous avons décidé que le concept d'onde minimale doit être accepté, pour les exigences de notre esprit, il suffit d'éliminer la partie contradictoire. Aussi, nous devons en premier lieu admettre que l'onde minimale n'a nul besoin de matière pour se déplacer, puisqu'elle est vibration. N'avez-vous pas reconnu qu'elle est définie en termes d'énergie et non en termes de matière ? On s'est trompé, voilà tout, le quanton d'onde, s'il existe, n'a pas besoin de matière pour se déployer, il vibre en lui-même, et ne peut être autre chose qu'une sorte d'unité minimale d'interaction. Notre surface idéale est immatérielle, mais nous disposons néanmoins de quoi produire des ondes.

Si le Logicien peut se satisfaire de cette réponse, l'Empirique est perturbé. Pour lui, l'onde avait été définie comme un déplacement dans

la matière, et voilà qu'il s'agit d'un déplacement sans matière. Il sait que ce sont les conclusions scientifiques de son temps, mais pouvoir se le représenter est une autre affaire. C'est-à-dire qu'en fait, on est en train d'éliminer la matière pour la remplacer par de l'énergie pure. Il en déduit qu'on ne peut pas définir une unité minimale d'onde, si l'on veut garder à la matière son aspect corpusculaire, dur, mécanique. Ce n'est pas acceptable car ce n'est pas conforme à ce que nous sommes capables de comprendre, de « percevoir », intuitivement. Pratiquement, il va de soi que ce n'est pas un véritable objet qui en heurtant une surface non-matérielle va générer une onde sans support matériel. Nous n'avons plus le support de l'image, et nous devons concevoir une onde minimale se propageant sur une surface vide ou dans un espace vide.

L'Empirique trouve un autre argument de poids. Si ce quanton d'onde existe, remarque-t-il, outre qu'il puisse se déplacer sans le support d'une matière quelconque, lors de son déplacement, il va se diluer spatialement, puisqu'il se répand sur la surface. Comment résoudre-vous le problème d'une onde qui se déplace dans l'espace, et en conséquence doit se diluer ? Que mesurera notre outil de mesure, puisque ce qui nous atteindra en un lieu défini sera inférieur à ce qui a été émis à l'origine, alors que nous avons bien défini qu'il s'agissait du quanton d'onde ? Matière ou pas matière, cela pose un problème insoluble. Je pense donc que le concept de quanton d'onde est impossible. Pour qu'il y ait quanton, il faut une particule, et non une onde.

– J'en conclus, reprend l'Empirique, qu'une onde n'a pas de réalité, elle est une apparence macroscopique due à des mouvements des particules, elle n'a pas d'existence propre. Ce qui est réel, ce sont les particules ; les ondes ne peuvent être considérées en soi, elles sont une apparence macroscopique. Le concept d'onde minimale, de quanton d'onde, n'est pas concevable, ne veut rien dire, pas plus que la « température d'un électron ». Une onde n'existe que comme mouvement dans la matière, ce qui était notre conception d'origine. Il faut un nombre important de quantons de masse pour que ce qui nous apparaît onde soit détectable comme onde ; l'existence de l'onde est une illusion, un épiphénomène intéressant, mais qui ressemble davantage à un jeu d'enfant qu'à une étude rigoureuse du comportement de la matière.

Le Logicien, qui ne veut pas se laisser impressionner par une perception intuitive de la réalité, rappelle à son interlocuteur l'électromagnétisme, les théories ondulatoires de la lumière, et l'effet photoélectrique. Il veut aller plus loin, sur le plan strictement mathématique.

– Vous reconnaissez, dit-il, que les ondes semblent expliquer des choses et qu'en conséquence vous êtes prêts à moins croire vos sens et votre intuition, et à admettre la réalité des résultats des expérimentations. Poussons la logique jusqu'au bout, et voyons ce qu'il peut en être. D'abord, nous devons accepter de ne pas nous laisser influencer par des images simplistes comme l'onde circulaire sur un plan, dont l'amplitude a lieu dans une troisième dimension. Nous pouvons présumer que notre quanton d'onde ressemble à s'y méprendre à un photon. C'est-à-dire que l'onde vibre transversalement à la direction. Elle ne s'étend pas indéfiniment dans l'espace ; elle s'étend certes, sinon comment pourrions-nous parler d'onde ?

– Soit ; j'admets qu'il existe un quanton d'onde. En conséquence, à partir d'un lieu une onde s'étend, onde minimale transversale dont la « longueur » pourrait être analysable. Il est impossible de concevoir qu'après son déplacement elle puisse être uniformément répartie là où elle est « présente ». Sinon, c'est qu'à l'origine ce n'était pas un quanton d'onde, puisque l'onde s'étend d'une manière ou d'une autre selon sa progression sur une surface, et en proportion du carré de sa progression dans l'espace. Comment pouvez-vous résoudre ce problème ?

– C'est exact, dans la mesure où vous gardez votre représentation d'onde sur une surface, ce qui n'est certainement pas adapté, répond le logicien, je comprends votre difficulté, mais il faut tenir compte des données fournies par Fresnel. Nous ne pouvons nous contenter de notre perception intuitive de l'onde. Nous devons accepter que l'ondulation d'une onde minimale, comme le seraient celles qui composent la lumière, puisse onduler transversalement à son déplacement et non longitudinalement.

– Nous avons d'abord dû accepter que le quanton d'onde se propage dans le vide, remarque l'Empirique, nous devons accepter maintenant que son ondulation puisse être transversale, ce qui est là aussi contre-intuitif. Que devons-nous accepter encore ?

- Nous sommes bien d'accord, répond le Logicien que sur le front

d'avancée de l'onde, il n'y a qu'un seul quanton d'onde, malgré l'ampleur éventuelle de son développement. Comme ce n'est **vraiment** qu'un quanton d'onde, il est sur le front d'onde, on ne sait où, car souvenons-nous que notre représentation d'une onde longitudinale n'est pas adaptée. Sa répartition n'est pas équiprobable, puisque nous devons tenir compte des données de la mécanique ondulatoire (c'est une onde !). Il n'empêche que nous pouvons calculer la répartition statistique du quanton sur le front de sa propre avancée. J'associe une fonction ondulatoire à une fonction probabiliste.

– Expliquez-moi ce saut soudain ?

– Astuce mathématique. Notre onde est un quanton ; nous avons une entité unique, et, comme toute onde, elle vibre selon une longueur d'onde : elle a nécessairement une longueur. Spéculons, imaginez un moment une vibration sinusoïdale, avec un cycle de variation énergétique en fonction de la sinusoïde. On peut établir point par point un niveau d'énergie possible, lequel varie. Mais cela n'a pas de sens puisque nous parlons de quanton, c'est-à-dire d'unité minimale. L'unité, c'est la totalité du quanton. Cette unité n'est pas découppable, c'est notre hypothèse. La seule solution, c'est de supposer que les fractions ne sont pas des fractions « réelles », elles sont carrément virtuelles. C'est une probabilité de quanton. Sur la surface, ou la longueur, sur laquelle vibre le quanton, il a une amplitude de probabilité correspondant à cette fonction sinusoïdale. Je remplace l'ondulation matérielle par une probabilité de présence. Au niveau individuel, toutes les propriétés sont de l'ordre de la probabilité, mais au niveau d'un nombre de quantons suffisant, la répartition correspond à ce que l'on observe.

– Astucieux, mais alors, qu'en sera-t-il lors de la mesure pour un seul quanton ?

– Aucun problème théorique, le front du quanton d'onde atteint notre système parfait de mesure, lequel le capte : c'était bien un quanton. Tout va bien.

– Là, non ! Je ne peux accepter votre conclusion. Cela ne va pas du tout. Car si je mets en un autre lieu un appareil de mesure qui le capte au même moment, vous aurez alors deux quantons d'onde !

– Non. L'équation que j'ai écrite l'interdit, bien entendu, puisque que cela n'a pas jamais lieu. Si l'un des appareils de mesure détecte, l'autre ne pourra rien détecter **puisque'il s'agit d'un seul quanton**

**d'onde.** Celui qui l'a capté l'a capté, pas de doute, donc l'autre ne le peut pas. Une fois la capture réalisée, vous avez décrit un nouvel état, les calculs de probabilité suivants en seront affectés

– J'en déduis que votre quanton d'onde n'est qu'une imagination fantasmagorique ! Comprenez. Par la mesure même, localement, vous supprimez d'un coup toute l'onde... c'est imparable... et inconcevable. Puisque je ne peux mesurer qu'un quanton alors que l'onde atteint en même temps potentiellement deux lieux. Comment l'expliquer ?

– Changeons de point de vue. L'onde atteint deux lieux en même temps, admettons-le. Mais chaque point de l'onde est affecté d'une probabilité de présence. Même s'il existe des points dont l'amplitude de la probabilité est supérieure, cela ne change pas le fond. C'est une probabilité. Lorsque vous mesurez, c'est du « réalisé ». De toute façon, il n'y a qu'un quanton, réparti de manière probabiliste selon la répartition de l'onde, et je répète que la représentation d'une vibration longitudinale est inadaptée. Toute mesure fait disparaître instantanément la probabilité de notre quanton sur ce front, c'est-à-dire dans cette portion de l'espace dans laquelle il peut être, ce qui est inéluctable puisqu'il n'y en a qu'un ! Où est le problème ? Sa répartition probabiliste n'est pas uniforme sur tout le front ; c'est cela qui permet de retrouver une fonction ondulatoire ; car c'est une onde, souvenons-nous en, cette onde est une onde complexe de probabilité. Je rajoute que le concept de probabilité n'a pas le même sens que pour le tirage de boules dans un panier, car de toutes façon les boules **sont** dans le panier. Spéculons encore ; peut-être que la probabilité de présence est, dans ce monde du quanton, une présence réelle. La quanton est partout où il peut être, mais ce partout n'est pas uniforme, il a une répartition probabiliste... La présence est une « inexistence réelle ».

– Je ne peux pas croire à cette théorie. Elle n'a d'intérêt que dans sa belle cohérence mathématique interne, mais elle ne pourra jamais être vérifiée par l'expérimentation. Qui pourrait souscrire à une telle conception ? Car nous pourrions encore aller plus loin. Je conçois un premier défi logique : c'est vraiment une onde, ce quanton d'onde, dont l'onde n'est qu'une probabilité ? Il doit diffracter.

– Vous pouvez le vérifier. Laissez-moi calculer le nombre d'essais nécessaires. Je ne crois pas que cela pose quelque problème théorique, mais la répartition probabiliste et ondulatoire du quanton le long du front



de l'onde a pour conséquence qu'il n'est pas suffisant de réaliser ces études pour un seul quanton. Même si on peut mesurer chaque quanton, il est nécessaire de travailler sur une population de quantons, sinon nous ne pourrions valider une théorie probabiliste. Plus le trajet aura été long et plus il faudra de mesures pour avoir des données précises. Dans le même sens, il est préférable de trouver une largeur d'ouverture, pour la diffraction, adaptée au problème. Il faudra procéder par tâtonnement. Vous pouvez partir sur la longueur d'onde *a priori* estimée du quanton d'onde et tester des ouvertures de la largeur qui permettrait sa diffraction. Si vous pouvez tester un nombre de quantons proportionnel au carré de la précision que voulez obtenir, nous devrions obtenir la réponse.

Pour que l'essai soit plus probant, car l'image de la surface idéale et immatérielle ne fonctionne pas, l'Empirique envoie des quantons dans un espace idéal et immatériel, dans lequel il est possible d'envoyer les quantons un à un, comme des balles, horizontalement. L'Empirique crée un panneau vertical avec une ouverture haute dont on peut faire varier la largeur. Il commence par une ouverture large et la diminue progressivement jusqu'à atteindre des largeurs d'ouverture de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde supposée. L'Empirique réalise les nombreuses expérimentations et trouve que les quantons d'ondes atteignent le système de mesure – un large écran blanc placé après la fente perpendiculaire à la direction de propagation des quantons, capable de générer un point noir à chaque lieu d'impact du quanton sur le panneau - selon une répartition aléatoire qui ne donne guère d'indication précise pour les premiers quantons, pris individuellement. Dès le millième quanton, la ressemblance avec la diffraction est stupéfiante, au dix millième, il doit s'arrêter, convaincu mais non rasséréné.

– Franchement, dit l'Empirique, il doit y avoir une faille dans tout ça. J'ai un deuxième défi à vous proposer. Si ce quanton d'onde est vraiment une onde, il doit interférer avec un autre quanton d'onde. Car si ce sont des ondes, elles doivent interférer, se mêler, s'enchevêtrer au point qu'elles seront inséparables.

– Exact, reconnaît le Logicien. Les conclusions sont d'ailleurs très intéressantes. Après cet enchevêtrement, au moment de la mesure, c'est toutes les interférences qui s'évanouissent. Évidemment, selon le résultat de la mesure, surtout si nous avons une modification du paramètre mesuré après l'interférence, automatiquement, l'autre quanton aura une

valeur complémentaire.

– Vous voulez dire que la mesure du changement de l'un oblige l'autre à avoir changé ?

– Anthropomorphisme que cela. Si l'onde, comme probabilité de présence du quanton, disparaît pour une mesure unitaire, vous laissez l'autre onde dans l'état de l'interférence moins la valeur de la première onde. Je n'y peux rien, c'est arithmétique. Si je soustrais A à A+B, il reste B, aussi compliqués soient A et B. Et si de l'union de A et B, je ne peux, après coup, soustraire que A', il restera B', tel que  $B'-B = A-A'$ , pour tous les critères de mesure de A, A', B, B'. D'un ensemble, si je soustrais une partie, il restera toujours la partie complémentaire.

– Cela signifie que si il y a interférence et que votre mesure d'un des quantons indique un changement pour une qualité comme conséquence de l'interférence ou ayant eu lieu après l'interférence, l'autre quanton doit avoir changé ?

– C'est cela, n'est-ce pas logique ? À la somme des deux ondes qui interfèrent, j'enlève une onde, il reste l'autre. Qu'il s'agisse d'une véritable onde, ou que la fonction ondulatoire soit une ondulation de la probabilité de présence, ne change rien.

– Dans son sens strict, oui, mais cela veut dire que c'est vrai même si les deux mesures des quantons sont fortement distantes l'un de l'autre ?

– Je ne vois pas ce que cela change.

– Vous dites qu'une mesure de l'un implique le résultat de la mesure de l'autre, immédiatement, et à distance ?

– Oui.

– Bref vous reconnaissez que l'information d'un quanton à l'autre va plus vite que la vitesse de la lumière, une vitesse infinie.

– Non, je ne crois pas. Par contre je reconnais que sur tout le front d'onde commun aux deux quantons d'onde (front dans lequel ils n'expriment que des probabilités de présence), tout se passe comme s'il n'y avait pour eux pas d'espace, ou pas de temps, au choix. Ce sont des ondes immatérielles, sans support ; n'y aurait-il pas une certaine cohérence qu'elles n'aient pas non plus d'espace ? Et pourquoi pas, plus de temps. Mais logiquement, si l'on prouve, lors d'une mesure, pour un quanton, que c'est l'espace qui manque, ce n'est pas le temps, et

réciroquement. Cela doit être symétrique et complémentaire. Avec cette équation, beaucoup de choses sont symétriques ou complémentaires. Vous avez vu que plus vous accroissez la précision du lieu de passage (fente fine), c'est-à-dire que plus vous diminuez les probabilités d'être ailleurs, et plus la probabilité d'être sur une autre direction s'accroît.

L'Empirique organise une expérimentation par laquelle il peut produire, en même temps, deux unités séparées de quantons d'onde, et fait là encore les mesures nécessaires sur le panneau de mesure. Il détecte des franges d'interférence, visibles de manière suffisamment précise, à condition de réaliser, selon les conseils du Logicien, un peu plus d'essais. Malgré la répartition aléatoire des quantons, pour chaque mesure, toutes les mesures ponctuelles forment des images de franges d'interférence, quand on les positionne de manière cumulée.

– C'est tout à fait extraordinaire, reconnaît l'Empirique. J'avoue que votre modèle si cohérent, quoiqu'absurde, semble vérifié par les faits, pour le moment. Néanmoins, si c'est vraiment une onde, ce quanton d'onde, comme il doit aussi interférer avec lui-même, il suffit de créer deux ouvertures dans un mur face au front de l'onde, pas trop éloignées l'une de l'autre, et analyser ce qui se passe derrière !

Aussitôt dit, aussitôt fait. L'Empirique réalise les mesures en faisant autant d'essais que nécessaire. Il mesure la position de chaque quanton d'onde à son arrivée sur le panneau de mesure. Après quelques milliers d'essais, il se rend à l'évidence. Chaque quanton est envoyé séparément ; mais tout se passe comme si, en termes de population, il y avait interférence de chaque quanton avec lui-même.

– Je vous vois perplexe, dit le logicien, mais tout ceci est la conséquence logique du *concept* de quanton d'onde. Le quanton d'onde, qui est assimilable à un quanton d'énergie, est évidemment beaucoup plus petit que le quanton de masse, sinon aucune relation ne serait possible entre quantons de masse. Comme c'est une onde, il ne peut se mouvoir que selon des probabilités de présence, puisqu'il s'étend dans son mouvement, au moins selon sa longueur d'onde, tout en restant un quanton. Si l'« objet » s'étire, c'est en termes de probabilité. Il est en plusieurs lieux, mais pas également probable en chaque lieu à chaque instant. Il est et n'est pas dans tout l'espace dans lequel il s'étend. Il rencontre deux trous avec lesquels il va interagir, cela a un effet sur sa probabilité de présence, comme pour une onde, car c'est une onde (de

probabilité).

– Malgré tout, il y a quelque chose que je ne comprends pas avec votre probabilité. Si je voulais mesurer la vitesse de progression de chaque quanton d'onde, je pourrais ?

– Oui.

– Et je pourrais aussi mesurer sa position ?

– Oui.

– C'est bien là qu'il y a problème ! Si je mesure sa vitesse et que je peux en même temps avoir sa position, c'est que les données du problème sont fausses ! Il s'agit d'une particule dont on veut nous faire croire qu'il s'agit d'une onde.

– Désolé, là je vous arrête. J'avais bien précisé ce problème de probabilité. Je n'ai aucun souci en termes de précision de mesure, mais il ne faut pas demander de tout mesurer sur un seul et même quanton d'onde, à la fois. Après tout, je ne sais pas comment traduire la probabilité de présence par *quelque chose*. Même s'il est là où personne ne peut l'attendre (encore qu'une probabilité très faible, c'est quasiment une impossibilité, mais cela se calcule), cela n'a pas d'importance. L'essentiel c'est qu'il réponde à une loi de répartition probabiliste, conforme à la fois à toutes ses qualités ondulatoires (mouvement, vitesse, longueur d'onde). Il ne sera pas possible, théoriquement, de mesurer, sur le même quanton d'onde, sa vitesse et sa position. Plus généralement parlant, pour le même quanton d'onde, de deux valeurs complémentaires, on peut dire qu'il ne sera possible de connaître précisément que l'une d'entre elles. Mais en mesurant une population, on retrouvera les répartitions attendues. C'est ce qui a été appelé le principe d'indétermination, conséquence directe du concept de quanton d'onde. Plus vous resserrez votre fente par laquelle passe votre quanton, plus vous précisez par où il est passé, et moins vous saurez où il se dirigera, et donc où il impactera l'écran de mesure. La diffraction, c'est le modèle du principe d'indétermination. Élargissez la fente, vous saurez mieux vers où il va, en sachant moins où il est passé.

– Soit, soit. Nous voilà bien avancés. C'est quand même une sacrée limite. Le composant ultime de la matière est un corpuscule qui est une onde complexe de probabilité, et, dans l'espace dans lequel il s'étend il n'a, lui, aucune relation spatiale. Il est au-delà de l'espace ou du temps et

est immatériel. Il ondule, mais c'est une ondulation de présence, car, si j'ai bien compris, ce qui ondule dans le quanton d'onde, c'est son existence elle-même. Une ubiquité probabiliste.

– Je vous le concède. Mais ce n'est, mathématiquement parlant, qu'une conséquence directe du concept de quanton d'onde.

– Il reste que lorsque nous le mesurons, cette mesure est réelle.

– Je vous le concède, mais je préférerais dire qu'elle est réalisée.

– Voulez-vous dire qu'il n'y a pas de réel mais seulement du réalisé ?

– Pourquoi pas ? La mesure n'a rien à voir avec une conscience éventuelle. Vous l'avez bien compris. Quand elle a lieu, elle est réalisée ; avant on ne peut rien en dire, sauf en termes de probabilité de présence. Vous venez de le dire vous-même : une ubiquité probabiliste.

– Mais alors, peut-on déduire que, si je mets deux appareils de mesure, un derrière chaque fente, la mesure nous indiquera par où est passé le quanton ?

– Je ne vois pas, remarque le Logicien, ce que changera de mettre l'appareil de mesure devant ou derrière l'ouverture.

– Pourtant si un quanton est passé par une des fentes, l'appareil de mesure adéquat l'indiquera.

– Non. On ne sait pas par où est passé le quanton. Si l'appareil de mesure de la fente droite enregistre la mesure, cela signifie que l'onde peut être passée à travers les deux fentes, mais que le contact avec l'un des appareils de mesure réalise la probabilité en fait. Elle transforme l'onde probabiliste en faisant passer sa probabilité à 1 là où elle est mesurée. Si un des appareils mesure, l'autre ne mesurera rien. La réciproque est vraie : ne rien mesurer équivaut à mesurer ! Mais cela ne signifie rien sur son lieu de passage (sauf en termes probabiliste).

L'Empirique réalise les essais et montre que la mesure, après la fente, change les interférences projetées sur l'écran. Il en déduit que la mesure après la fente a obligé le quanton à passer par cette fente. Le Logicien en déduit que la probabilité est devenue fait lors de la mesure, là où la mesure a lieu, en fonction de la probabilité de présence du quanton dans son onde. Que la mesure ait lieu avant ou après la fente, dit-il, quel changement si on admet le *concept* de quanton d'onde ? L'onde complexe de probabilité est passée, mais lors de la mesure, seul

le quanton est mesuré...

– Comment puis-je concevoir l'onde selon votre théorie, dit l'Empirique, sinon comme une sorte de magma volumineux, formalisé mathématiquement par une onde complexe de probabilité, et dans lequel il n'existe rien, sinon une densité variable de présence en chaque *point* de ce magma ? Cette densité, ou probabilité, toujours inférieure à 1, se réalise lors de la mesure, elle atteint 1 là où l'interaction avec l'outil de mesure a lieu. Mais avant, on ne peut rien savoir, une probabilité de présence qui n'a rien à voir avec les concepts de probabilité habituels. On dirait que le quanton est « réellement » à 30% en tel lieu, 25% en tel autre, .....

– Parfait. C'est bien cela.

Cette théorie semble inconcevable, ce qui revient à dire que ce qui la fonde est également inconcevable : le concept de quanton d'onde. Le quanton d'onde unifie ce qui paraît inconcevable et qui est pourtant nécessaire pour comprendre le mouvement : la discontinuité (le quanton), et la continuité (l'onde). Il résout les paradoxes de Zénon d'Élée (dont Achille et la tortue, et la flèche qui vole et ne vole pas), paradoxes qu'Épicure avait également résolus en définissant le *clinamen* des atomes (mais sans en déduire l'inconcevabilité). Pour cela, il faut accepter que le quanton d'onde se déplace en dépit de notre conception de l'espace ou du temps, parce que, contrairement à ce que nous croyons par habitude, nous ne savons pas concevoir à la fois discontinuité et continuité, c'est à dire que nous ne savons pas concevoir le mouvement. Si ce quanton d'onde existait – dans le sens qu'il aurait une réalité palpable –, une part de ce qu'il est serait manifestement indéterminé, puisque que ne répondant plus aux critères d'un mouvement dans l'espace et le temps, tel celui d'une particule, qui est le modèle du mécanisme déterminé. Dans l'espace et le temps qu'il occupe, le quanton est *dilué* : il est et n'est pas. L'espace qu'il occupe est potentiellement infini, mais sa probabilité de présence tend vers zéro dans des portions immenses de cet espace. Par « l'effet tunnel », il peut passer, apparemment comme particule, d'un lieu à l'autre quasi-instantanément, car il « est » selon une répartition probabiliste, en des lieux différents. Il n'est pas plus ou moins, il est « probabilistiquement ». Dans cet espace-temps dans lequel il a une probabilité de présence suffisamment élevée, nous pouvons parler d'indétermination.

L'Empirique aurait souhaité en déduire que le concept d'onde, à la différence de celui de particule, n'est pas un concept élémentaire, que c'est un phénomène macroscopique, et pourtant, les résultats sont là. Aucun philosophe n'avait encore osé concevoir une telle représentation de la matière parce que nous ne savons pas concevoir à la fois la discontinuité et la continuité, ni imaginer que la présence en un lieu, en un temps, puisse être *partielle* dans le sens probabiliste, et seulement définissable en termes de probabilité de présence. C'est pourtant celle que les savants découvreurs de physique quantique ont dû écrire en langage mathématique, même si nous avons du mal à l'écrire en langage courant, car le comportement des particules élémentaires répondait à cette présentation, quoique de manière moins imagée.

Cela signifie que le langage mathématique est structurellement isomorphe de la « réalité » qu'il décrit. Le langage courant, lui, ne peut être isomorphe que du monde classique. Un objet est quelque part ou n'est pas. Un quanton d'onde peut être en plusieurs lieux, et sur chaque lieu, il a une probabilité de présence. Cela paraît cohérent avec l'affirmation que nous ne pouvons connaître directement que la réalité du monde classique, ce monde dans lequel nous sommes apparus, et dans lequel s'est construit le langage. La particule élémentaire est bien une onde (de probabilité), et le *clinamen* devient, en Physique Quantique, une probabilité de présence, ce qui correspond étonnamment à la phrase de Lucrèce : « ...c'est l'effet de la légère déviation des atomes en un lieu, en un temps que rien ne détermine ».

1 – 4 – 3 – 2 – 6 – L'ontologie de la particule-onde est une « ontologie négative »

Particules et ondes sont les deux concepts originels qui permettent d'expliquer tout mouvement ou changement qui affecte la matière, dans l'espace et dans le temps. La particule, fraction de matière, permet d'analyser et d'expliquer le mouvement de la matière, la particule étant en mouvement, tandis que l'onde explique une propagation dans la matière, la matière étant seulement le support de cette propagation, par un mouvement alternatif des particules de cette matière. La particule est localisée spatialement, et la précision de sa localisation dépend de la précision de la mesure ; idéalement la particule devient un point, l'unité infinitésimale de l'espace. L'onde est aussi localisée spatialement, la

précision de sa localisation dépend de la précision de la mesure, mais une onde a une longueur d'onde, elle n'est pas un point, elle a au moins une dimension, elle pourrait en avoir plusieurs. Tandis que la particule en mouvement ne change dans l'espace que sa position, l'onde en mouvement a au moins une longueur et sa longueur dépend de ses caractéristiques ondulatoires.

Si une onde était une particule, il y aurait une contradiction conceptuelle en ce qui concerne son positionnement dans l'espace. Une particule n'occupe qu'un seul lieu, elle est presque sans dimension, et une onde occupe une ligne ou une surface ou un volume, ou un métavolume. Une onde n'a pas nécessairement une dimension inférieure d'une unité à l'espace dans lequel elle s'étend. Si elle est transversale, ne pourrait-elle pas avoir d'autres dimensions supplémentaires ? Si nous pouvons difficilement l'imaginer, on peut mathématiquement définir une onde qui se déplacerait dans un espace à plus de trois dimensions. Une onde est finalement une forme d'énergie. Cette énergie est transformée en mouvement dans la matière. Une particule dont le mouvement est accéléré ayant reçu de l'énergie, cela signifie que sa masse s'accroît. Cette relation d'identité entre énergie, mouvement et masse, a conduit à définir une vitesse maximale à tout corps pondéreux, y compris les particules.

Le lecteur aura remarqué que l'Empirique et le Logicien n'ont pas discuté de variables cachées éventuelles. La raison, c'est qu'ils ont posé *a priori* comme concevable l'existence du quanton d'onde, malgré l'évidence de l'impossibilité à le concevoir dans le sens classique du terme *concevoir*, c'est à dire par un concept non auto-contradictoire. Ils n'avaient plus aucune raison de définir des variables cachées éventuelles. Cela signifie que, lors du débat sur les variables cachées, les physiciens posaient bien le problème en termes physiques et non en termes ontologiques, car l'être du quanton d'onde semble insaisissable, indélimitable. Cependant leurs résultats accréditent la thèse ontologique du concept de quanton d'onde, c'est-à-dire d'un être qui n'est pas complètement ce qu'il est, en particulier qui peut être en plusieurs lieux de manière probabiliste. La constante de Planck a été introduite pour rendre compte de mesures effectives, sans pour autant que le système de mesure soit limitatif. Si les variations étaient continues et non « quantiques », on n'aurait pas eu ce qu'on a appelé la « catastrophe



ultraviolette ». La discontinuité est une contrainte qui vient elle aussi du réel, ou, dirons-nous, du réalisé.

Là où les deux concepts conduisent à des paradoxes, c'est lorsque nous cherchons à définir une unité minimale théorique de la particule et de l'onde ; lorsque, comme le firent les atomistes grecs, nous cherchons à concevoir le quanton de masse et d'énergie. Sur la base de ce raisonnement, qui n'est certes pas celui des physiciens, et en tenant compte des découvertes les plus accessibles, les conclusions peuvent être paradoxales, mais ce paradoxe provient de celui de la possibilité du mouvement : pour qu'il y ait mouvement, il faut du discontinu pour définir ce qui bouge et pouvoir positionner le début et la fin du mouvement, mais aussi du continu, sinon comment le déplacement est-il possible ? L'indétermination quantique résulte de l'union de deux concepts : la matière est discontinue, mais son élément unitaire exprime une certaine continuité et s'étend dans l'espace et le temps : il est « potentiellement » en plusieurs lieux et plusieurs temps. C'est cette affirmation de l'unité minimale d'une quantité d'énergie, qui fait qu'en dessous d'une certaine limite le réel est insaisissable. Tout le reste semblerait en être le résultat.

Il ne peut y avoir de continuité sans discontinuité à une échelle inférieure, ce qui a été traduit en physique, au début de la mécanique quantique par la fameuse dualité « onde-particule ». Mais la conséquence est immense puisque ni le concept d'onde, ni le concept de particule, ne définissent, au niveau le plus petit de la matière, une entité complète. La seule entité possible qui résout l'opposition continuité-discontinuité est celle qui unifie l'onde et la particule. C'est cette unification qui « produit » de l'indétermination, et une probabilité de présence qui est un état intermédiaire entre l'être et le non-être. La probabilité ne semble pas être celle de l'existence, mais de la présence en un lieu et en un temps. En revanche, aucune particule n'est complètement isolée, elle est toujours corrélée à une autre, et cette « corrélation » n'est manifestement pas indéterministe, au contraire. L'indéterminisme des fonctions d'onde n'est pas un indéterminisme absolu. C'est bien la raison pour laquelle il a été possible de mesurer de manière très précise la masse du proton, de l'électron, la vitesse de la lumière, la charge de l'électron, plusieurs constantes comme la constante de Planck, etc.

Nous sommes à la fois devant la nécessité et l'impossibilité de

définir l'être du quanton d'onde. Si cette nécessité est une nécessité de principe, c'est-à-dire une exigence de l'esprit, il s'avère que cette impossibilité est également une impossibilité de principe, et non de fait. C'est cette contradiction qui est à l'origine des débats intenses et pourtant sans solution qui eurent lieu entre physiciens, dès la construction de la mécanique quantique. Car nous voulons penser le monde quantique selon les termes du monde classique. Nous avons donc un problème conceptuel : si le quanton d'onde est inconcevable, ou auto-contradictoire, tout en étant nécessaire, c'est qu'il nous manque un concept unificateur.

1 – 4 – 3 – 2 – 7 – L'indéterminisme quantique est donc nécessaire et « inconcevable »

L'indéterminisme du fondement de la matière, tel que révélé par la physique quantique, ne relève pas d'une insuffisance de nos méthodes de mesures, puisqu'il est possible de réaliser en pensée des expérimentations imaginaires en supposant que les outils de mesure sont parfaits. Il peut être compris selon deux approches complémentaires. À partir de l'approche scientifique expérimentale, il s'avère que les contraintes et limites du réel conduisent à concevoir ces particules élémentaires dont les qualités d'être sont affectées d'une fonction probabiliste. Une approche ontologique résultant du concept d'unité minimale discontinue de l'énergie, le concept de quanton d'onde, conduit à un indéterminisme fondamental, même si cet indéterminisme peut conduire à des résultats prédictifs en termes statistiques. L'identité particule-onde conduit à concevoir la matière comme une condensation spatiale d'une énergie non spatiale, et à associer à toute particule de matière une activité ondulatoire contenant de l'indétermination fondamentale.

Cette indétermination n'a aucun besoin d'être conçue comme résultant d'une interaction avec la conscience de l'expérimentateur. Elle résulte de l'interaction entre le niveau le plus fin de la matière et de l'énergie, et les structures existantes dans ce que nous pouvons appeler le « réel », ce qui apparaît à l'échelle des corps (lesquels deviennent des objets) dotés de propriétés spatio-temporelles et de caractéristiques. Cette interaction est la mesure, et lors de la mesure quelque chose est réalisé, même si, avant la mesure, le réel n'est pas définissable. Cette interaction

entre le possible – le soubassement fondamental de la matière – et le réalisé – ce qui est mesuré, pose un problème à ce jour sans solution : comment le réalisé peut-il utiliser le potentiel quantique puisqu'il est censé en provenir ? Cela nous ramène à la possibilité de l'action intentionnelle.

Cet indéterminisme est qualifié d'inconcevable car, au niveau le plus fin de la matière et de l'énergie, les relations spatio-temporelles que nous pouvons comprendre intuitivement n'ont plus lieu. En dessous d'une certaine limite, le concept de limite s'évanouit, ce qui est, à proprement parler, vertigineux, ainsi que Bohr lui-même le reconnaissait. Que la matière qui nous semble réelle, déterminée, saisissable, puisse devenir en son fondement irréalité, indéterminée, insaisissable, peut donner le vertige à l'esprit le plus blasé. Et comment concevoir la limite séparant le monde limité du monde non limité ? Par une transformation probabiliste ?

Malgré les apparences, qui ont conduit de nombreux penseurs à estimer que la mécanique quantique était une science incomplète, nous pouvons au contraire conclure qu'elle est, de manière apparemment paradoxale, la seule solution qui apporte une compréhension globale à notre intuition. Elle résout un problème d'inconcevabilité par une solution qui est « la moins inconcevable ». Elle répond à une exigence logique positivement : comment résoudre le problème du mouvement, tel que l'avaient posé les grecs ? Pour que le mouvement soit possible il faut **à la fois** discontinuité et continuité. Elle résout aussi, de principe, le problème de la recherche d'un indéterminisme nécessaire à l'action intentionnelle. Contrairement à ce qui a pu être dit et écrit, elle est, pour les exigences d'une raison qui voudrait reconnaître l'action intentionnelle, une des solutions les plus acceptables permettant de comprendre le monde dans lequel nous vivons, et ce, indépendamment des confirmations apportées par les expérimentations : un soubassement cohérent fait de particules probabilistes intriquées, soumises à de l'indétermination, qui, par décohérence et lissage statistique, permet l'apparition, à l'échelle supérieure, de déterminations et séries déterminées. Elle est conforme à la solution proposée par Épicure.

On ne peut pas dire que cela ne change rien et que le mystère reste entier ; certes, il existe toujours une sorte d'incompréhensibilité fondamentale, car nous ne savons pas concevoir en termes de langage

représentatif, une onde complexe de probabilité de présence corpusculaire, mais elle est délimitée et exprimée dans des termes mathématiques. Si la solution fournie par la physique quantique paraît incompréhensible, intuitivement, cela peut signifier que lorsque nous croyons comprendre, nous n'avons, en fait, pas fourni l'explication ultime. Nous verrons que nous rencontrerons une incompréhension semblable dans la relation entre cerveau et intention.

*1 – 4 – 3 – 3 – L'indéterminisme quantique est le même concept que le clinamen Épicurien*

Dans la théorie d'Épicure, la *cause* ultime ne peut pas se définir comme une cause dans le sens où nous l'utilisons classiquement. Car une cause est elle-même un effet et se situe dans une série déterminée. La *cause* ultime ne peut être un effet dans le sens du déterminisme, puisqu'elle est le *produit* d'indéterminisme. C'est pourquoi Épicure a défini ses atomes comme partiellement non déterminés : au moins une rupture de détermination doit exister entre le niveau atomique (dans le sens épicurien, c'est à dire en physique moderne au niveau des particules élémentaires) et le niveau supérieur (en termes d'échelle). Ce qui est indéterminé soi-même et se situe au niveau de l'origine d'une série déterminée ne peut être spatialement défini ; il est sans cause puisqu'il se situe à un niveau où le concept de détermination est inopérant. La physique quantique précise mathématiquement ce que Lucrèce exprimait par : « ... *l'effet de la légère déviation des atomes en un lieu, en un temps que rien ne détermine* ». L'avantage du langage mathématique de la physique quantique, structurellement isomorphe de la réalité qu'il décrit, nous fait comprendre ce qui est une nécessité, même si cela nous semble inconcevable, et en tout cas pratiquement inexprimable dans le langage verbal courant : les unités au fondement de la matière ne peuvent être entièrement déterminées, car elles sont des ondulations de probabilités spatio-temporelles de présence ici et maintenant.

Lucrèce écrit : *Il faut donc reconnaître que les atomes aussi, outre les chocs et le poids, possèdent en eux-mêmes une cause motrice d'où nous vient ce pouvoir puisque rien, nous le voyons, de rien ne procède. Oui, le poids empêche que tout arrive par des chocs, par une force étrangère, mais si l'esprit n'est pas régi en tous ses actes par la nécessité interne, s'il n'est pas, tel un vaincu, réduit à la passivité, c'est l'effet de la légère déviation des*

*atomes en un lieu, en un temps que rien ne détermine*<sup>121</sup> » Manifestement il allait trop loin dans sa conclusion, car si l'activité intentionnelle humaine exige un soubassement indéterminé, en revanche ce dernier ne peut être cause de l'aspect projectif de l'intention, même en supposant que les atomes possèderaient cette qualité... L'action intentionnelle ne peut être la conséquence de l'indéterminisme du soubassement de la matière, même si cet indéterminisme est nécessaire à son existence, et même si l'indéterminisme de l'intention paraît coïncider avec l'indéterminisme quantique. Si l'activité intentionnelle était produite par l'indéterminisme quantique, cela signifierait que le probable quantique pourrait agir sur le réalisé qui le mesure. Or les scientifiques sont les premiers à prouver l'inverse. Mais, comment le réalisé, intentionnel ou pas, peut-il utiliser le potentiel quantique si le « monde quantique » est le soubassement de la matière ?

Sur cet aspect spécifique, il n'existe pas de grande différence entre la théorie atomiste moderne et la théorie des atomistes antiques épicuriens. La différence la plus importante est probablement qu'Épicure n'imaginait pas que les atomes (ici les particules élémentaires) puissent être si petits, et ce, même s'il a insisté sur leur petitesse et l'importance de cette petitesse. Schrödinger, dans son ouvrage sur la vie, s'est posé la question : « *Pourquoi les atomes sont-ils si petits ?* », cette petitesse étant définie en relation avec la taille d'un organisme vivant. Selon Schrödinger, il y a bien une raison intrinsèque à cette petitesse par rapport aux nécessités qui conduisent à l'existence d'un être vivant. Après avoir décrit le mouvement brownien, il écrit : « *Cet exemple montre combien notre expérience serait singulière et chaotique si nos sens étaient susceptibles d'enregistrer l'impact de quelques molécules seulement. Il existe des bactéries et d'autres organismes assez petits pour être puissamment affectés par ce phénomène. Leurs mouvements sont déterminés par les caprices thermiques du milieu environnant ; ils n'ont pas le choix. S'ils étaient capables de locomotion propre, ils pourraient malgré tout réussir à se déplacer d'un point à un autre – mais avec quelque difficulté, parce qu'ils sont secoués par l'agitation thermique comme une barque minuscule sur une mer démontée.* »<sup>122</sup> Il conclut plus loin : « *Un organisme doit avoir une structure comparativement massive pour pouvoir jouir du privilège de lois*

---

<sup>121</sup> C'est nous qui soulignons.

<sup>122</sup> Erwin Schrödinger, ouvrage cité p 57

*sensiblement exactes, autant pour sa vie propre que pour ses réactions avec le monde extérieur. Car sinon, le nombre des particules coopérantes serait trop petit, la loi deviendrait par trop inexacte. La condition particulièrement stricte est la racine carrée. Car si un million est un nombre raisonnablement grand, une exactitude de 1 pour 1000 seulement n'est pas exceptionnellement bonne quand il s'agit d'une chose qui réclame la dignité de « loi de la Nature. »*<sup>123</sup>

Épicure avait compris que la combinaison d'éléments très petits en nombre très grand, et regroupés en catégories de nombre limité, pouvaient, dans le cadre de combinaisons, entraîner à la fois une diversité immense avec le changement d'échelle et une explication à la constitution de notre monde. Il a fallu plus de trois siècles de recherche scientifique dans le cadre d'un savoir-faire technique beaucoup plus avancé que celui de l'Antiquité, et en progression incessante, pour arriver à une conclusion semblable expérimentalement fondée. Réponse qui semble, dans ses grandes lignes, définitive, et ce, même s'il est probable, l'histoire des sciences nous l'a montré amplement, que d'autres conceptions renouvelleront les conceptions actuelles.

Si l'on cherche à comparer mot à mot l'atomisme tel que présenté par Lucrèce avec les théories modernes, les différences paraissent considérables, car Lucrèce ne bénéficiait pas des expérimentations réalisées durant les trois siècles avant que la physique quantique ne vît le jour. L'indéterminisme que Lucrèce positionne au niveau atomique, se situe au niveau de la « particule élémentaire » pour la physique quantique. Mais comme il est possible d'obtenir des franges d'interférences pour des atomes et même pour des molécules de poids élevé, on peut reconnaître que la théorie atomiste épicurienne est globalement conforme à ce que la science a trouvé.

L'indifférenciation et l'indéterminisme partiel des particules élémentaires, en nombre de types relativement limité, à la source de toutes les formes de l'univers, vivant ou inanimé, reste l'intuition des atomistes antiques épicuriens et n'a pas été remise en cause.

## **2 – Pourtant l'indéterminisme quantique est non-contradictoire avec le déterminisme classique macroscopique**

---

<sup>123</sup> Erwin Schrödinger, ouvrage cité, p 63

On aurait pu croire que la mécanique quantique était une théorie imparfaite et *ad hoc*, et que son aspect *probabiliste* résultait de l'existence de variables cachées. Mais toutes les recherches de variables cachées ont échoué. Après des confirmations expérimentales nombreuses, on peut, à ce jour, considérer la physique quantique, non plus comme une théorie imparfaite, mais au contraire comme le soubassement de toutes les théories physiques à venir. Le *concept* de quanton d'onde, qui pose un indéterminisme de principe, une fois admis, correspond à ce que les expérimentations décrivent.

La question se renverse et devient plutôt : comment le monde à notre échelle est-il déterministe ? Le déterminisme macroscopique ne met-il pas en cause l'indéterminisme quantique, et s'il ne le met pas en cause, quels sont les mécanismes en jeu ? Il est important de comprendre ces mécanismes, car si le déterminisme macroscopique n'est pas remis en cause par l'indéterminisme à l'échelle quantique, comment cet indéterminisme pourrait-il être la réponse à l'existence d'une capacité intentionnelle, qui s'exprime au niveau du monde classique ? Pour que le clinamen des atomes d'Épicure permette la capacité intentionnelle, son indétermination doit exister aussi au niveau cérébral.

## **2 – 1 – L'indéterminisme quantique s'éteint par la loi des grands nombres**

L'indétermination de la désintégration d'un corps radioactif, qu'il s'agisse du radium, de l'uranium<sup>238</sup> ou du phosphore<sup>32</sup>, tout en étant imprévisible au niveau de chaque atome, car elle obéit aux lois de la physique quantique, donne au niveau macroscopique une détermination de cette désintégration ; l'indétermination du comportement de l'élément mène à une détermination du comportement d'une énorme population d'éléments identiques. Nous retrouvons les lois du hasard, car la détermination d'un événement est l'impossibilité des autres événements éventuels (ici, l'absence de désintégration parmi un nombre d'atomes très élevé). La demi-vie du P<sup>32</sup> étant courte, on peut établir l'abaque de la radioactivité de cet élément à « l'état pur » et vérifier que l'objet radioactif, à notre échelle, suit la courbe attendue, même si le moment de désintégration de chaque atome est imprévisible. C'est une question de précision de la mesure, et du rapport de cette précision à la taille de l'objet observé. À cette précision de mesure près, l'évolution des

désintégrations est déterminée.

Sans structure intermédiaire, un composé homogène, par exemple un gaz ou un liquide, composé d'un nombre immense d'éléments identiques, aura, au niveau macroscopique, un comportement déterminé, même si chaque élément a un comportement indéterminé. Je l'appellerai « extinction de l'indétermination par la loi des grands nombres ». Cette extinction a pu être mesurée ou évaluée à de multiples reprises, en particulier en thermodynamique. C'est le concept d'état le plus probable accessible à un système, selon Boltzmann ; les très nombreux événements indéterminables (principalement les mouvements des molécules) qui se produisent simultanément dans ce système compensent statistiquement leurs effets. Un système macroscopique « inerte » peut-être la résultante de la compensation statistique des mouvements de sa myriade de constituants élémentaires estimés identiques. Selon Boltzmann, les mouvements des atomes sont, de principe, calculables parce que déterminés. Mais, si les mouvements sont, de principe, non calculables en toute précision et indéterminés, cela ne change en rien la conclusion à l'état macroscopique.

Tout objet de taille macroscopique homogène, lequel contient un nombre très élevé d'atomes ou de molécules au comportement indéterminé mais homogène, est soumis au déterminisme, même si ce dernier peut être considéré comme limité par la précision de la mesure. Ce déterminisme est la conséquence de la loi des grands nombres. Or, dans tout être vivant pluricellulaire, il y a une différence énorme entre l'échelle au niveau de laquelle vit un organisme et celle des mécanismes fondamentaux qui lui permettent de fonctionner. Nous buvons, à notre échelle, de l'eau et non des molécules de  $H_2O$ , nous respirons de l'air et non un mélange de molécules d'azote et d'oxygène. Pour un être vivant pesant 1 gramme, le nombre de protons et d'électrons dont il est constitué est de l'ordre de  $10^{24}$ . Une cellule moyenne d'animal contient environ  $10^{16}$  de ces mêmes particules élémentaires. Ce sont des nombres énormes et en conséquence nous n'en percevons pas le rapport d'échelle. Une bonne image est de comparer le nombre de grains de blé de la production mondiale. Elle est comprise en  $10^{16}$  et  $10^{17}$  grains de blés. Ainsi, un organisme dont la taille est à notre échelle, contenant de l'ordre de  $10^{28}$  à  $10^{30}$  particules élémentaires, même s'il était constitué de 100 000 fonctions ou sous-fonctions spécialisées, ce qui paraît excessif,



aurait en moyenne pour chaque fonction de l'ordre de  $10^{24}$  particules élémentaires. Que, à des unités de temps qui sont encore à notre échelle (100 millisecondes par exemple), il puisse y avoir de l'ordre de  $10^{24}$  échanges particulières pour une fonction donnée n'est pas inconcevable. Cela signifie qu'à notre échelle de temps, il pourrait y avoir un nombre énorme de mouvements électroniques et protoniques. Si ces mouvements sont désynchronisés, à la manière du mouvement brownien, il y aura extinction au niveau macroscopique d'un éventuel indéterminisme au niveau élémentaire.

Il se pourrait que cela ne soit pas le cas des objets biologiques, de manière générale, et des neurones plus précisément. Car l'hétérogénéité des objets biologiques est telle, et ce au niveau le plus fin, que cette extinction par la loi de grands nombres pourrait ne pas jouer. Ainsi, par exemple, le nombre d'ions  $H^+$  dans une bactérie n'excède pas quelques dizaines. Pour ce qui concerne les neurones, ce sont des cellules extrêmement spécialisées ; leur structure est très différenciée, et on peut concevoir que dans ces cellules il puisse ne pas exister de composés en grand nombre, dans un espace indifférencié, qui permette à la loi des grands nombres d'émerger. Néanmoins, le nombre de bactéries dans un organisme pluricellulaire comme le corps humain est de l'ordre de  $10^{14}$  ; le nombre de neurones, dans le cerveau, y est de l'ordre de  $10^{11}$ . Retenons que l'aspect probabiliste de la physique quantique disparaît dans le déterminisme des propriétés de la matière à un niveau plus élevé aussitôt que le nombre de molécules impliquées directement dans le phénomène observé est suffisamment grand, et ce, comme conséquence directe des *lois du hasard*, dont le fondement est l'indépendance des événements pris en compte.

Ilya Prigogine remarque que « *Dans un de ses derniers travaux, Einstein revenait sur le rôle des probabilités en physique. Il concluait que ceux qui pensaient que le caractère statistique de la mécanique quantique allait détruire le déterminisme au niveau macroscopique qui est le nôtre allaient être déçus. Les considérations statistiques de la mécanique quantique ne s'appliquaient en tout cas qu'au niveau microscopique.* »<sup>124</sup>

---

<sup>124</sup> Ilya Prigogine, *Les lois du chaos*, Paris, Flammarion, col. Champs, 1994, p 35. Le texte cité par Prigogine: A. Einstein, *Autobiographical Notes*, in P.A. Schilpp, éd., *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, New York, 1949.

## 2 – 2 – L'indéterminisme quantique s'éteint par la décohérence et la perte de symétrie

Nous savons maintenant que toute particule élémentaire, et aussi tout atome, selon la loi énoncée par Louis de Broglie<sup>125</sup> sont porteurs de la dualité onde-particule. Cette loi concerne tout objet, mais, ainsi que le décrit la loi, plus l'objet est d'une masse importante, ou se déplace rapidement, et plus petite est la longueur d'onde correspondante, ce qui signifie que l'objet se comporte davantage comme un objet « classique ». Au-delà d'une certaine taille, son aspect ondulatoire devient négligeable et imperceptible.

La matière, à notre échelle, qualifiée de « classique », paraît faite d'objets identifiables et dotés de propriétés. Cette rupture apparaît à un niveau fin, puisque les molécules montrent, dans les conditions qui sont celles du vivant, un comportement déterminé conforme au monde classique. Des dissymétries apparaissent et le monde, vu à cette échelle supérieure propre au vivant, est granuleux ou fibreux. La théorie de la décohérence a pour but d'expliquer comment a lieu le passage du monde quantique au monde macroscopique « classique ». Les propriétés différentes de la matière à l'échelle qui est la nôtre, et en particulier son hétérogénéité, sont la conséquence d'une rupture de la symétrie quantique. Cette perte de la cohérence quantique est appelée en conséquence *décohérence*. Au niveau quantique, la *matière* n'a pas les propriétés que nous désignons être celles de toute matière ; elle est homogène, symétrique, et partiellement indéterminée, dans le sens où les propriétés ne peuvent pas être parfaitement déterminables, puisque les quantons sont *superposés* ou enchevêtrés, comme des ondes. La détermination n'émerge que dans le contact avec le monde classique, au moment d'une mesure faite par l'homme, ou de son équivalent dans la nature, ce qui a pour conséquence de provoquer l'état corpusculaire déterminé. Une réaction chimique peut être considérée comme une mesure dans le sens où la particule impliquée doit prendre une configuration rendue nécessaire par la configuration au niveau classique.

Si un système comporte beaucoup de particules, les interférences entre deux états macroscopiques distincts disparaissent d'autant plus vite que ce système est constitué d'un nombre de particules plus élevé. La

---

<sup>125</sup> ( $l=h/mv$ , où  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J.s. est la constante de Planck,  $l$  la longueur d'onde,  $m$  la masse, et  $v$  la vitesse de déplacement)

perte de cohérence quantique au niveau macroscopique est décrite et expliquée par la théorie de la décohérence. Il s'agit d'expliquer comment fonctionne cette transformation de la matière, entre l'échelle quantique et l'échelle macroscopique qui est la nôtre, transformation qui conduit d'un monde indéterminé et symétrique – au niveau subatomique –, à un monde hétérogène et déterminé - à l'échelle qui est la nôtre.

La théorie de la décohérence a été développée à partir d'un article de Wojciech Hubert Zurek (1982). Son projet était de résoudre ce qui est appelé, en physique quantique, le problème de la mesure ; ce que nous avons décrit ci-dessus. Le problème de la mesure est lui-même l'objet de deux interprétations : l'interprétation prédictive et l'interprétation descriptive. Aussi, le projet de la théorie de la décohérence est-il double :

- Assurer une compatibilité entre les règles prédictives du calcul quantique des probabilités et la notion commune, macroscopique, d'événement expérimental qui lui sert de pierre de touche.
- Montrer comment une description quantique en termes d'évolution de vecteurs d'état conduit à la description, au niveau macroscopique, d'éléments isomorphes à un univers classique, univers constitué à la fois de corps matériels possédant des propriétés et d'événements survenant comme conséquences déterminées de causes.

Les prémisses de la théorie de la décohérence incluent des notions qui sont originellement extérieures à la physique quantique : les notions d'événement et de corps matériel possédant des propriétés. Cela signifie que la théorie de la décohérence **ne cherche pas à expliquer** le comportement déterministe à partir de la physique quantique mais seulement à prouver la compatibilité (ou encore la consistance dans le sens mathématique, ce qui signifie l'absence de contradiction) du déterminisme, par exemple moléculaire, avec l'indéterminisme quantique.

Le programme de recherche tel que posé par Juan Pablo Paz et Wojciech Hubert Zurek pose les contraintes suivantes :

- Existence de 3 sous-systèmes : l'« objet » mesuré, l'appareil de mesure, l'environnement.
- Les états macroscopiques émergents sont déterministes (à la fois antécédents et conséquences du processus formel, ce qui est quelque peu contradictoire), et en donc prévisibles.

La décohérence du vecteur global aboutit aux résultats suivants :

- Seules les gammes d'occurrences possibles pouvant aboutir à une

certitude, quant au développement ultérieur de leurs traces, sont retenues, ou encore, seuls les observables conformes à la prévisibilité du domaine classique subsistent.

- Suite à l'interaction entre « objet » et appareil de mesure, seuls demeurent les vecteurs d'état globaux dans lesquels les interférences entre chacune des valeurs possibles ont quasiment disparu.
- Les conditions de possibilité d'une connaissance durable et objective sont précisées. Le système dans son ensemble est consistant (mécanique quantique + monde classique), c'est à dire qu'il ne porte pas de contradiction.

Cette théorie de la décohérence montre qu'il y a non-contradiction entre, l'ensemble formé par le formalisme prédictif quantique et les notions de corps matériel doté de propriété et d'événement localement défini. Elle montre donc qu'il n'y a pas de contradiction entre l'indéterminisme quantique et le déterminisme macroscopique.

Ce résultat contredit l'utilisation de la physique quantique dans l'explication d'une possibilité d'action intentionnelle puisqu'il rétablit le déterminisme au niveau macroscopique et montre sa non-contradiction (on emploie couramment le terme de consistance lequel est très précis en mathématique mais ambigu dans le langage courant) par rapport à l'indéterminisme quantique. La possibilité d'observer un état de superposition (c'est-à-dire des franges d'interférences) s'effondre lorsque les fonctions d'onde de multiples particules se superposent, comme c'est le cas pour un objet macroscopique<sup>126</sup>. Pour observer des interférences, il faut que la superposition des fonctions d'ondes soit synchronisée, c'est-à-dire que les phases relatives soient bien définies. Par exemple, il faut que les fonctions d'ondes soient en phase ou en opposition de phase. Plus le nombre d'interactions augmente, et moins les franges sont visibles. Nous pourrions dire qu'elles se lissent. Quand les phases perdent toute cohérence, parce que les ondes en superpositions sont trop nombreuses et asynchrones, ce lissage – nommé justement décohérence –, lequel a indéniablement des ressemblances avec la loi des grands nombres, crée les conditions qui sont celles de la physique classique.

### **2 – 3 – Cette extinction de l'indéterminisme quantique à l'échelle macroscopique est vérifiée en physique. Cela ne résout donc pas notre problème.**

---

<sup>126</sup> Roland Omnès, *Les racines quantiques du monde classique*, Pour La Science, n° 290, décembre 2001, p 38-44

Lorsque la biologie moléculaire a connu ses progrès les plus spectaculaires, durant les années 50 et le début des années 60 du 20<sup>ème</sup> siècle, les chercheurs ne se sont guère préoccupés du fait que le niveau de régulation des mécanismes du vivant se situait à la frontière de l'échelle quantique et de l'échelle classique. Il semble que la découverte de nouveaux mécanismes déterministes permettant de réaliser l'union de la génétique, de la biochimie, et de la théorie de l'évolution, ait au contraire, comme conséquence – due à la décohérence – du succès de l'approche déterministe, occulté le fait que ces mécanismes se situaient aux frontières d'un monde nouvellement exploré et au fonctionnement paradoxal. Pour les biologistes, il paraissait évident que l'indéterminisme quantique ne jouait pas à l'échelle du fonctionnement du vivant. Non seulement les premières conclusions de la biologie moléculaire leur donnaient raison, mais la théorie de la décohérence confirma ces conclusions.

De nombreux scientifiques estiment, encore aujourd'hui, qu'on est en droit de douter que les états superposés soient imaginables dans une structure aussi complexe que celle d'un être vivant, à cause de la décohérence. Les effets quantiques seraient peu probables dans les systèmes à la fois chauds (animés de mouvements browniens importants), humides (pénétrés d'eau et de composants solubilisés dans l'eau), et complexes (formés de très nombreuses molécules de masse moléculaire importante en interaction). Ils seraient donc peu probables dans les systèmes vivants. Cette analyse, plausible « sur le papier », a des limites. D'une part le déterminisme à l'échelle classique reste entaché d'erreurs minimales qui proviennent des fluctuations quantiques, et d'autre part on peut se demander si une sorte de « recohérence » n'est pas possible par la suite de phénomènes spécifiques tels que la synchronisation neuronale, qui rétablirait une situation quantique à l'échelle classique. On obtient bien des phénomènes quantiques à l'échelle macroscopique dans des dispositifs « supraconducteurs d'interférence quantique ».

Notre problématique nous permet de mettre en doute les conclusions de la théorie de la décohérence tels que décrits ci-dessus, c'est à dire dans son sens « faible », si on l'applique à l'« objet macroscopique » qu'est l'homme. Nous savons qu'il doit exister une forme de non détermination dans le cerveau, comme conséquence

nécessaire de l'activité intentionnelle. Cette non détermination doit avoir les caractéristiques de l'indéterminisme quantique. Cette nécessité n'est pas fondée sur des suppositions, mais sur un fait établi : l'existence de la capacité intentionnelle. On peut imaginer des fluctuations quantiques qui provoqueraient des activités synchrones d'un grand nombre de particules élémentaires dans le cerveau, ce qui pourrait avoir pour conséquence d'établir cet indéterminisme nécessaire à l'échelle macroscopique, ou imaginer encore d'autres possibilités. Il n'empêche qu'il faut bien trouver une telle solution, puisque nous savons que l'action intentionnelle existe. Il faut chercher quelles sont les conditions, décrites ou non encore décrites, qui permettent cet indéterminisme. Cela nous conduit à examiner le programme dit « fort » de la théorie de la décohérence.

### **3 – L'indéterminisme quantique est pourtant non-contradictoire avec une activité intentionnelle à l'échelle classique**

Si l'indéterminisme quantique est non-contradictoire avec le déterminisme classique, c'est-à-dire avec le déterminisme propre aux échelles qui sont les nôtres, on ne voit pas comment la capacité intentionnelle peut être agissante et utiliser l'indéterminisme quantique. Ce n'est pas à cette question précise que cherche à répondre la deuxième partie du programme de la théorie de la décohérence, dit programme fort, même si finalement il y répond. Le programme « faible » est appelé ainsi dans la mesure où il cherche à prouver la non-contradiction de la théorie quantique avec le comportement macroscopique physique déterminé, programme que je viens de décrire.

Le programme fort cherche à nous montrer cette non-contradiction avec l'environnement complet de l'expérience, lequel inclut l'expérimentateur lui-même. Si le monde classique (celui de la physique classique), est non-contradictoire avec le monde quantique, selon le programme faible de la théorie de la décohérence, ce monde classique ne comprend pas l'expérimentateur, expérimentateur faisant partie néanmoins de l'univers. Qu'en est-il du monde incorporant l'existence de l'expérimentateur ? Si la physique quantique est la théorie physique la plus générale, elle doit être non-contradictoire avec tous les faits du monde macroscopique. Or l'expérimentateur en fait partie. Puisque qu'il existe de multiples histoires possibles de l'univers, à cause même de

l'indéterminisme quantique, chacune ayant sa probabilité propre, on peut, tout au moins en principe, décrire des histoires crédibles, ce qui ne signifie ni qu'elles sont toutes également possibles, ni qu'elles existent toutes parallèlement. Cette possibilité, laisse-t-elle à la capacité intentionnelle la possibilité d'action ?

### **3 – 1 – Le programme fort des théories de la décohérence inclut l'expérimentateur dans le monde macroscopique**

Les objectifs du programme fort sont exposés de manière synthétique par Murray Gell-Mann dans son ouvrage « Le quark et le Jaguar »<sup>127</sup>. Il s'agit selon ses termes de :

– Montrer que, d'un univers représenté par un vecteur global, vont émerger spontanément les traits du monde classique, incluant des êtres capables de collecter et d'utiliser de l'information.

– Démontrer que pour faire disparaître les interférences, il faut que se créent des sous-ensembles qui rassemblent des histoires « consistantes » de Griffiths sans interférence.

– Réussir à montrer que ce découpage doit provenir du vecteur d'état global lui-même. Il faut que les histoires de Griffiths confluent en sous-ensemble, puis que ces sous-ensembles décohèrent entre eux.

Il s'agit avant tout d'un programme de recherche. Les êtres capables de collecter et d'utiliser de l'information, qu'il appelle Systèmes capables de Collecter et d'Utiliser de l'Information (SCUI en français, ou IGUS en anglais pour *Information gathering and utilizing system*), décrivent en premier lieu l'expérimentateur en physique quantique. Son intentionnalité est reconnue de manière implicite, sans insister. Les êtres vivants, considérés comme étant des SCUI par la théorie, sont implicitement reconnus intentionnels, car collecter et utiliser ce qui est défini comme de l'information est une activité intentionnelle. Les auteurs du programme fort reconnaissent cette capacité intentionnelle sans préciser comment c'est possible. Ils se disent réductionnistes, ils en ont la démarche, mais ils posent au départ l'originalité du vivant en lui reconnaissant une aptitude intentionnelle. En cela, ils sont, de fait, et quoi qu'ils en disent, vitalistes, puisqu'ils posent cette qualité comme une donnée qu'ils ne pourront pas déduire des

---

<sup>127</sup> Murray Gell-Mann, *Le quark et le jaguar*, Paris, Flammarion, col. Champs, 1997, p180-190

propriétés de la matière, mais qui doivent s'y conformer.

### **3 – 2 – Le programme fort prouve la non-contradiction de l'indéterminisme quantique et de l'activité intentionnelle**

Quoi qu'il en soit du réductionnisme de méthode exposé par Murray Gell-Mann dans son ouvrage, il montre qu'il faut considérer à part l'action d'un être capable de réaliser des mesures. « *Une mesure faite par un être humain quelconque, même de la plus médiocre intelligence, a-t-elle réellement plus d'importance que celle faite par un gorille ou un chimpanzé ? Et sinon, pourquoi ne pas remplacer le singe par le chinchilla ou la blatte ?* »<sup>128</sup> Nous pourrions rajouter l'herbe, l'algue, ou la bactérie... point de vue dont s'était moqué Platon dans le *Théétète*, vingt-quatre siècles auparavant, en demandant par la bouche de Socrate : *pourquoi pas le pourceau ou le babouin ?*<sup>129</sup> L'intérêt du programme fort – dans le cadre de notre problématique –, c'est de vouloir montrer l'absence de contradiction de la physique quantique avec le monde classique, tout en intégrant dans ce monde classique l'existence des êtres vivants, l'homme compris. Dans ce cadre, d'emblée, Gell-Mann définit l'être vivant comme capable d'actions intentionnelles, puisque capable de mesure comme l'homme lui-même.

La question n'est pas de savoir si Gell-Mann a raison ou a tort de considérer que les êtres vivants sont intentionnels, puisque de toute façon au moins un être vivant, l'homme, l'est. Cela signifie qu'au moins il inclut l'homme dans son analyse de consistance (ou absence de contradiction). Ce que Jim Hartle et lui-même appellent SCUI est un être vivant défini comme étant capable de collecter de l'information, c'est à dire des données qui ont du sens, et par cela, même s'il ne le dit pas explicitement, il reconnaît que le SCUI est intentionnel. Ce même SCUI est capable d'utiliser cette information pour ses objectifs ; il est intentionnel. « *Un SCUI peut faire autre chose que d'éliminer les branches restées à l'état d'éventualités après connaissance d'un résultat particulier : il peut parier à l'avance sur ce résultat, en se servant d'une version approximative des probabilités que fournit la mécanique quantique. [...] un SCUI peut intégrer son estimation des probabilités d'événements futurs en un schéma et fonder son comportement futur sur ce schéma.* ».

---

<sup>128</sup> Murray Gell-Mann, ouvrage cité, p 180

<sup>129</sup> Platon, *Théétète* (161 c), Paris, Gallimard, Col. La Pléiade, Oeuvres complètes, tome 2, 1970, p 112



Le programme fort des théories de la décohérence reste un programme de recherche. Car le concept de SCUI présuppose des conditions de stabilité et d'exclusion des séquences d'événements qui ne sont remplies que si le découpage décrit en 3-1, ci-dessus, préexiste. La question « comment ce découpage existe-t-il ? » n'est pas de notre propos, mais il reste que la seule réponse fournie à ce jour est de nature darwinienne. Les SCUI seraient apparus, selon cette réponse, parce qu'ils fonctionnaient et qu'ils pouvaient se développer. Ce serait dans ce même contexte d'apparition qu'existerait un monde fait d'objets matériels dotés de déterminations raisonnablement prédictives. Ce qui, en bref, pourrait se traduire par : le monde est ce qu'il est en accord avec l'existence d'un être intentionnel. C'est-à-dire, dans son sens le moins sujet à discussion, que le monde, tel qu'il est, permet l'activité intentionnelle.

Puisque, selon Gell-Mann, le SCUI parie à l'avance sur un résultat en se servant d'une version approximative des probabilités fournies par la physique quantique, c'est que son intentionnalité n'est possible que parce que la physique quantique existe. Ce qui importe dans le cadre de notre problématique, c'est que l'intention étant reconnue réelle, cette absence de contradiction n'est possible que parce que la physique quantique n'est pas contradictoire avec l'existence du SCUI. Ce n'est pas la physique quantique qui explique le SCUI, c'est l'existence reconnue du SCUI qui conduit à la nécessité logique qu'existe la physique quantique. Le programme fort des théories de la décohérence n'atteint probablement pas son but le plus ambitieux – expliquer le SCUI par la physique quantique – mais en tout cas, il montre de manière convaincante que la physique quantique est une réponse qui non seulement ne s'oppose pas à l'existence du SCUI, mais la permet. Dans notre problématique, cela signifie que la physique quantique a toutes les caractéristiques attendues pour fournir cette absence de détermination qu'exige l'activité intentionnelle.

Le programme fort de la décohérence a des présupposés philosophiques beaucoup plus tranchés qu'il n'apparaît à première vue. Par le fait qu'il reconnait une originalité spécifique au vivant – et ce même s'il le dote d'une définition apparemment technique conforme aux théories auto-organisationnelles (« *Système Collectant et Utilisant de l'Information* ») – dont il n'explique en rien comment c'est possible à partir des lois de la physique, le programme fort intègre le point de vue

vitaliste, puisqu'il pose le vivant comme possesseur de qualités propres, irréductibles à la physique. Il montre que le vitalisme ne s'oppose pas à l'indéterminisme quantique. Ainsi, le vitalisme, évacué par les théories biologiques modernes, ne peut plus être rejeté par la nécessité d'intégrer la biologie à la physique. Et cette nécessité vient du fait que l'homme est un animal intentionnel. Remarquons qu'il s'agit d'un vitalisme particulier, qui ne parcourt pas nécessairement tout le vivant, puisque que seul un individu intentionnel peut l'exprimer. Mais en définissant tout être vivant comme un SCUI, Gell-Mann élargit ce vitalisme à la grande majorité des êtres vivants, sinon tous. L'intentionnalité humaine devient simplement une spécificité. Remarquons néanmoins que ce vitalisme ne se manifeste pas dans « La vie », mais spécifiquement dans chaque individu intentionnel.

### **3 – 3 – L'indéterminisme quantique laisse bien une place à l'intentionnalité**

Insistons sur le fait que le programme fort des théories de la décohérence ne permet pas de déduire, à partir de la physique quantique, l'existence d'un être capable de capacité intentionnelle. Car, si le SCUI, selon la terminologie de Gell-Mann, peut intégrer son estimation des probabilités d'événements futurs en un schéma, cette aptitude n'est pas déductible de l'indéterminisme quantique. Elle est considérée comme une donnée de fait. Si le SCUI, par son comportement, élague les possibilités selon un fonctionnement homologue de « la réduction du paquet d'ondes », cet élagage n'est pas déductible de l'indéterminisme quantique. Par contre, il ne s'oppose en rien à l'indéterminisme quantique, puisque ce dernier le permet.

Le SCUI peut être interprété comme le sujet de mesures quantiques. En termes quantiques, il est l'auteur de discriminations entre éventualités décohérentes. Il crée, par son aptitude, laquelle a toutes les caractéristiques de l'intentionnalité, une corrélation entre événement quantique et domaine quasi-classique. Il provoque un résultat particulier dans le domaine des possibles quantiques ; il transforme une possibilité en fait. Reprenons la description de Gell-Mann : « [...] même si l'élagage implique la mesure d'un événement quantique, il n'en reste pas moins une discrimination ordinaire entre éventualités décohérentes. Les événements quantiques ne peuvent être détectés qu'au niveau du domaine quasi classique.

*Et c'est là une situation ressortissant tout simplement aux probabilités classiques [...]. Une fois qu'un événement quantique est corrélé avec le domaine quasi-classique (créant une situation de mesure), le résultat particulier dans une branche donnée de l'histoire devient un fait. ».* L'action d'un SCUI ne modifie en rien les probabilités quantiques. Selon notre terminologie, le SCUI agit grâce à l'indéterminisme quantique en amont de séries déterminées propres au monde classique. L'indéterminisme quantique et la non détermination exigé par l'intentionnalité sont donc en tout point homologues. Nous pouvons déduire qu'il s'agit d'une même forme d'indétermination, uniquement parce qu'il est nécessaire.

À propos du « libre arbitre », Murray Gell-Mann se pose la question de son « explication » : *« Une explication tentante serait sa connexion avec les indéterminations fondamentales, celles de la mécanique quantique, vraisemblablement, amplifiées par des phénomènes classiques comme celui du chaos. Une décision humaine présenterait alors des traits imprévisibles, que l'on pourrait dire a posteriori librement choisis. On peut toutefois se demander ce qui dans le cortex humain donne ici une telle importance à la contribution des fluctuations quantiques et du chaos. »*<sup>130</sup> Mais Murray Gell-Mann est dans la posture du scientifique qui voudrait « expliquer » l'action intentionnelle, ce qui est contradictoire. Ici, je cherche seulement à valider le fait que l'action intentionnelle ne s'oppose pas aux connaissances scientifiques en physique quantique. Il reste que sa question finale a bien un sens : il faut bien que le cortex, et plus généralement le cerveau, ait des propriétés qui permettent l'expression des fluctuations quantiques et du chaos. C'est une nécessité logique, déduite indépendamment de toute connaissance sur le mode de fonctionnement du cerveau. En cela, il est philosophiquement épicurien.

#### **4 – Comment l'indéterminisme quantique subsiste-t-il au niveau cérébral ?**

Nous pouvons conclure que l'absence de contradiction avec l'activité intentionnelle telle que la constatent les théories de la décohérence, en incluant le programme fort, est en premier lieu – dans le cadre de notre problématique – l'affirmation que la physique quantique décrit la source d'indéterminisme nécessaire à l'efficacité intentionnelle.

---

<sup>130</sup> Murray Gell-Mann, ouvrage cité, p 183

Il reste à expliquer comment au niveau cérébral, l'indéterminisme quantique est maintenu. L'indéterminisme nécessaire à l'activité intentionnelle se trouve dans le cerveau (cf chap. 2, 4-6-6, 4-6-7). Démontrer que, pour faire disparaître les interférences, il faut que se créent des sous-ensembles qui rassemblent des histoires consistantes (ou encore histoires rationnelles) de Griffiths sans interférences entre elles, permettrait de « reconstruire » l'organisation du vivant. Mais cela ne permet nullement de montrer comment l'indéterminisme quantique reste présent en amont des séries déterminées, c'est-à-dire au niveau cérébral.

Même si les chercheurs du programme fort des théories de la décohérence réussissaient à montrer que ce découpage structurel qui conduit à l'organisation vivante doit provenir du vecteur d'état global lui-même, ils n'auront pas encore montré comment est conservé l'indéterminisme quantique dans un sous ensemble déterminé par des histoires de Griffiths, de manière à permettre une action intentionnelle.

Que la physique quantique n'explique pas l'existence de l'intention, mais seulement la possibilité de son existence, n'est pas un obstacle, à ce stade de notre analyse. Il reste qu'elle doit jouer un rôle au niveau cérébral, et ce, en amont des séries déterminées qui permettent toute forme d'action intentionnelle. « [...] *Il nous faut une théorie globale du cerveau qui énonce les principes gouvernant le fonctionnement d'immenses réseaux de neurones très divers. Et les principes de cette théorie doivent s'accorder avec ce que nous observons des processus qui sont nécessaires à la conscience* » remarque Gerald Edelman<sup>131</sup>. C'est en accord avec cette proposition que nous devons définir les principes nécessaires pour que l'action intentionnelle puisse être efficace au niveau cérébral.

#### **4 – 1 – L'indéterminisme quantique doit être présent au niveau macroscopique cérébral**

La question d'un indéterminisme fonctionnel biologique cérébral ne peut faire l'impasse de son enracinement physico-chimique. Il s'agit de préciser comment l'indéterminisme cérébral peut être expliqué par l'indéterminisme quantique, à chaque niveau hiérarchique d'intégration. Comment le cerveau, « objet » macroscopique, montre-t-il une indétermination de son fonctionnement, bien que le monde

---

<sup>131</sup> Gerald M. Edelman, Giulio Tononi, *Comment la matière devient conscience*, Paris, Odile Jacob, 2000.

macroscopique obéisse au déterminisme. Cela signifie une organisation spécifique. À ce jour, malgré quelques exceptions, nous n'avons pas beaucoup de descriptions indiquant que le passage du niveau subatomique au niveau macroscopique vivant, et en particulier au niveau cérébral, ne s'accompagne pas d'une extinction de l'indéterminisme quantique dans le déterminisme macroscopique, ce qui est la règle établie par les théories de la décohérence (programme dit *faible*). Il reste à savoir si cet indéterminisme est reconnu au niveau du fonctionnement biologique.

L'indéterminisme propre à la rencontre de deux séries déterminées indépendantes n'est pas, de principe, suffisant pour avoir le statut de la non détermination que nous pouvons qualifier de fondamentale, laquelle est à l'origine des séries déterminées qui permettent la réalisation de l'action intentionnelle. En revanche, que l'action intentionnelle conduise à la rencontre de séries déterminées indépendantes est la conséquence du fait que l'action intentionnelle génère de telles séries. Cela ne peut conduire à affirmer qu'une série indépendante est toujours générée de manière intentionnelle ; elle peut être aléatoire, ou probabiliste dans le sens quantique. Cela suggère une éventuelle isomorphie ; lorsque nous réalisons une action intentionnelle, c'est tout notre corps qui s'oriente pour cette action. Cette action est observable au niveau macroscopique. Il s'agit de trouver dans le fonctionnement du corps humain, une source détectable d'indétermination, source analysable au niveau macroscopique, puisqu'elle concerne l'activité cérébrale et conduit à des actions.

Puisque le passage du monde quantique (que nous pouvons qualifier de *infra-nanoscopique*) au monde classique (à notre échelle) s'accompagne généralement du passage de l'indéterminisme au déterminisme - ce qui est identifié dans le fonctionnement déterminé des séries qui permettent l'action intentionnelle -, il doit exister, dans l'organisation cérébrale, des structures permettant que le passage au monde macroscopique, à notre échelle, **ne s'accompagne pas du passage de l'indéterminisme au déterminisme**. Ces structures maintiennent une forme de cohérence quantique et l'état superposé de particules présentes dans des structures essentielles du fonctionnement neuronal et cérébral.

## **4 – 2 – Comment imaginer le passage de l'indéterminisme quantique au niveau cérébral ?**

Étant donné l'organisation hiérarchique du cerveau, il pourrait exister un transfert de l'indéterminisme quantique à chaque niveau supérieur. Comme l'action intentionnelle concerne bon nombre de zones cérébrales interconnectées, l'indéterminisme quantique pourrait jouer un rôle à ce même niveau d'échelle.

### ***4 – 2 – 1 – Des micro-structures neuronales doivent permettre la superposition quantique***

Plusieurs structures neuronales permettraient que cet indéterminisme se manifeste. Les temps de décohérence étant d'autant plus courts que le nombre de particules en superposition est grand, les structures impliquées doivent conserver en cohérence un nombre faible de particules, tout en permettant une amplification des messages au niveau neuronal, puis au niveau cérébral.

#### *4 – 2 – 1 – 1 – L'indéterminisme quantique pourrait subsister au niveau des synapses neuronales*

John Eccles, neurologue de renom dont les découvertes des processus chimiques à l'origine de la propagation de l'influx nerveux lui ont valu le prix Nobel de médecine, a émis l'idée que le cerveau puisse être une structure jouant un rôle d'interface entre l'indétermination quantique et la détermination biologique. On peut identifier deux phases dans sa réflexion. La première apparaît dans son ouvrage *Évolution du cerveau et création de la conscience* édité en langue anglaise en 1989.

Dans cet ouvrage, il écrit <sup>132</sup> :

*« Les critiques matérialistes avancent que des difficultés insurmontables s'opposent à l'hypothèse que des événements immatériels tels que la pensée pourraient exercer la moindre action sur des organes matériels tels que les neurones du cortex cérébral [...]. Ils considèrent qu'une telle action présumée serait incompatible avec les lois de la physique de la conservation de l'énergie, notamment la première loi de la thermodynamique. Cette objection aurait certainement bénéficié du soutien des physiciens du dix-neuvième siècle et bénéficierait de celui des neurologues et des philosophes qui restent idéologiquement prisonniers de la physique du dix-neuvième siècle*

---

<sup>132</sup> John Eccles, *Évolution du cerveau et création de la conscience*, Paris, Flammarion, col. Champs, 1994, P 252-253)

*parce qu'ils n'ont pas intégré la révolution opérée au vingtième siècle par la physique des quanta. Malheureusement, les physiciens des quanta s'aventurent rarement sur le terrain des rapports entre l'esprit et le cerveau. Pourtant, dans un livre récent, l'un d'eux, Margenau, a apporté une contribution fondamentale* <sup>133</sup>. *Par rapport à la physique du dix-neuvième siècle, tout semble changé lorsqu'on lit sous sa plume, p.22, que « certains champs de probabilité en mécanique quantique, ne portent ni énergie, ni matière ». Il ajoute : « Dans les systèmes physiques très complexes tels que le cerveau, les neurones, les organes des sens, dont les composants sont assez petits pour être régis par les lois de la probabilité quantique, l'organe matériel est dans un état indéterminé qui le laisse accessible à un grand nombre de changements possibles dont chacun possède une probabilité assignable ; s'il se produit un changement qui requiert de l'énergie, ou plus ou moins d'énergie qu'un autre, l'organisme complexe fournit celle-ci automatiquement. Il ne serait pas vraisemblable qu'il recourût à l'énergie pour fournir de l'énergie » (P.96)*

*[...] Si nous suivons Margenau, l'hypothèse est que l'interaction esprit/cerveau est analogue à un champ de probabilité décrit par la mécanique quantique, champ qui ne possède ni masse ni énergie et peut cependant, dans un micro-site, causer une action qui a des effets. Plus spécifiquement, nous proposons d'admettre que la concentration mentale qu'accompagne une intention, ou une pensée méthodique, peut produire des événements neuraux par l'intermédiaire d'un processus qui est analogue aux champs de probabilité de la mécanique quantique ».*

Pour notre problématique, le principal intérêt de sa position est de montrer qu'une indétermination quantique est possible au niveau neuronal. Ayant compris que la conscience intentionnelle ne peut agir directement sur les déterminations matérielles, il a recherché les domaines d'indétermination sur (ou par) lesquels, ou encore grâce auxquels, la conscience intentionnelle pourrait agir. Le point de jonction entre esprit et cerveau pourrait se situer, selon lui, au niveau de certaines synapses au niveau desquels la quantité de molécules de neuromédiateur biochimique est suffisamment faible pour que l'indétermination quantique ait un rôle. « *Peut-être la réponse, une réponse, s'esquisse-t-elle déjà grâce aux récentes découvertes qui définissent le mécanisme synaptique*

---

<sup>133</sup> Henry Margenau, *The miracle of existence*, Woodbridge (CT), Ox Bow Press, 1984

*par lequel une cellule nerveuse communique avec une autre, réponse qui concerne en particulier les micro-sites impliqués dans ce mécanisme.»*<sup>134</sup> Afin d'expliquer que l'esprit conscient puisse agir sur le corps, il suppose implicitement une identité de nature entre champ quantique et conscience (comme il y a une identité matérielle entre la main qui prend le verre et le verre lui-même). Mais l'identité matérielle suppose une contiguïté (Descartes décrivait la matière par l'étendue, ce qui a pour conséquence que deux objets s'étendent en des lieux différents et peuvent être contigus). Eccles suppose-t-il que champ quantique et conscience peuvent avoir une relation de contiguïté ? Ce serait en contradiction à la fois avec l'idée de conscience et celle de champ. Le « champ intentionnel » et le champ physique doivent coexister, peut-être de manière analogue à celle dont les physiciens font coexister champ et espace, ainsi que le conclut Francis Kaplan : « *Il nous faut donc faire coexister la conception de l'espace à laquelle nous étions arrivés et le concept bricolé de champ malgré leur opposition, en les bricolant ensemble – cette coexistence malgré leur opposition étant elle-même un bricolage* »<sup>135</sup>. Selon Eccles, l'esprit entretenant une relation identitaire avec le champ quantique, il pourrait orienter ce dernier, et « intentionnaliser » les événements qui ont lieu à ce niveau.

*« La première question qu'on peut se poser porte sur l'ordre de grandeur des effets qu'un champ de probabilité de mécanique quantique serait capable de produire. La vésicule synaptique possède-t-elle une masse assez grande pour l'exclure du domaine où s'applique le principe d'incertitude de Heisenberg ? »*<sup>136</sup>

En accord avec l'analyse de Eccles, il apparaît que les réfutations théoriques d'une possibilité d'action d'une conscience intentionnelle sur le cerveau, en termes d'énergie disponible et de taille des compartiments ne tiennent pas, et ce, de manière plus générale, dans le domaine du vivant. Tout travail (dans le sens physique), effectué par des transferts de charges ou de molécules, peut être compensé par des échanges pouvant concerner d'autres molécules, soit par un mouvement de type brownien, soit par des mouvements dus à des gradients de concentration, soit même, selon les lois de la physique quantique, au principe

---

<sup>134</sup> John Eccles, *Evolution du cerveau et création de la conscience*, p 253

<sup>135</sup> Francis Kaplan, *L'irréalité du temps et de l'espace*, Paris, Cerf, 2004, p 111

<sup>136</sup> John Eccles, *Evolution du cerveau et création de la conscience*, p 253



d'indétermination entre variation d'énergie et durée (quatrième relation d'indétermination de Heisenberg). La seule quantité de mouvement des molécules agitées de manière aléatoire pourrait suffire à leur faire franchir les barrières énergétiques nécessaires pour certains transferts de particules. Il n'y a donc aucun obstacle théorique en provenance de la thermodynamique. Je reviendrais plus précisément sur cet aspect au chapitre suivant.

Suivons l'analyse de John Eccles, en ce qui concerne les synapses<sup>137</sup> :

*« On voit que, pour provoquer une exocytose, il suffit de déplacer un petit pan de la membrane double, qui parfois n'a que 10 nanomètres d'épaisseur. Si ce pan a une surface de 10 nanomètres sur 10, il constitue une particule d'une masse de  $10^{-18}$  grammes seulement<sup>138</sup>, ce qui le situe aisément dans l'ordre de grandeur où s'appliquent la mécanique quantique et le principe d'incertitude de Heisenberg<sup>139</sup>; d'autant que les vésicules se trouvent déjà en position sur le réseau vésiculaire pré-synaptique, si bien que l'exocytose n'exige pas un déplacement à travers un milieu visqueux. L'influence mentale que nous postulons ne ferait que sélectionner pour l'exocytose une molécule déjà accolée à la membrane. La probabilité d'une exocytose est largement inférieure à l'unité pour l'ensemble des vésicules situées dans le réseau vésiculaire pré-synaptique<sup>140,141</sup>. On peut en conclure qu'un calcul fondé sur le principe d'incertitude de Heisenberg démontre la possibilité qu'une des vésicules du réseau pré-synaptique soit sélectionnée, pour l'exocytose, par une intention mentale agissant de manière analogue à l'action d'un champ de probabilité quantique ».*

*« La seconde question porte sur l'ordre de grandeur de l'effet, qui se limite à l'émission de molécules à partir d'une seule vésicule. Cette émission est inférieure de plusieurs ordres de grandeur à la dimension qui la rendrait capable de modifier les schèmes de l'activité neuronale, ne fût-ce que dans*

---

<sup>137</sup> John Eccles, *Evolution du cerveau et création de la conscience*, p 254

<sup>138</sup> Si les macromolécules concernées ont une masse moléculaire de l'ordre de  $10^4$  à  $10^5$  unités de masse atomique, leur nombre, dans ce cas de figure, est de quelques unités.

<sup>139</sup> Eccles, J.C., 1986, *Do mental events cause neural events analogously to the probability fields of quantum mechanics ?*, Proc R Soc Lond [Biol] 227: 411-28

<sup>140</sup> Jack, J.B.G., et al.(1981), *The components of synaptic potentials evoked in cat spinal motoneurons by impulse in single groups Ia afferents*, J Physiol (London) 321: 65-96

<sup>141</sup> Korn H., et al (1987) *Regulation and significance of probabilistic release mechanisms at central synapses*, in G.M. Edelman et al (eds) *Synaptic function*, New York: Wiley, A neurosciences Institute publication, p 57-108

*une petite partie du cerveau. Selon l'hypothèse des micro-sites, le réseau vésiculaire pré-synaptique donne l'occasion – offre à l'intention mentale une chance – de sélectionner, de choisir, qu'une des vésicules d'un bouton libère une exocytose. Le phénomène se produirait pour tout l'ensemble des synapses dendritiques qui sont activées en cet instant et dont le nombre atteint probablement plusieurs milliers, puisqu'une seule des cellules pyramidales du cortex porte environ 10 000 de ces synapses. »*

Il y a dans l'hypothèse de John Eccles une restriction qui ressemble à un *a priori*. Seules les synapses, et pas n'importe lesquelles, seraient sensibles à l'action consciente. Pourquoi se focaliser sur certaines interfaces entre neurones ? Sommes-nous à ce jour capables d'établir des relations si étroites et précises entre conscience intentionnelle et activité cérébrale ? On ne voit pas au nom de quoi la conscience intentionnelle ne pourrait pas agir en d'autres lieux dans les neurones, surtout qu'il existe une corrélation entre attention et synchronisation neuronale. Par exemple, en modifiant le potentiel transmembranaire neuronal.

John Eccles, même après la publication de son ouvrage, est conscient des difficultés de son hypothèse. C'est en 1991 qu'il rencontre un physicien des quanta (Freidrich Beck) avec qui il étudie son problème. En 1994, il publie le résultat de ses réflexions sur l'action de la conscience sur le cerveau. Il précise sa démarche : *« J'avais cru que la solution du problème des rapports entre cerveau et esprit serait découverte grâce au principe d'incertitude de Heisenberg en ce qui concernait l'ouverture de la minuscule vésicule permettant l'exocytose, ce qui requerrait une masse de seulement  $10^{-18}$  g environ. Les calculs de Freidrich montraient que la particule impliquée dans l'exocytose devait être de plusieurs ordres de grandeur plus petite que je n'avais calculé à partir de l'équation de Margenau. Aussi fûmes-nous contraints de nous tourner vers la seule possibilité qui restât, à savoir que le réseau vésiculaire présynaptique possédât la délicate structure paracrystalline décrite par Konrad Akert, de Zurich, commandant ce processus étonnant qui mène à une exocytose et une seule. Une impulsion nerveuse envoie un grand nombre d'ions  $Ca^{++}$  dans un bouton, des milliers de fois plus que les quatre ions  $Ca^{++}$  requis pour l'exocytose. Aussi l'insuffisance d'apport en ions  $Ca^{++}$  n'est-elle pas la cause de la réaction de conservation que l'on observe invariablement dans le phénomène d'exocytose, où il ne s'en produit jamais plus d'une lorsqu'une impulsion pénètre dans le bouton.[...] Beck comprit tout de suite que, grâce à*

*la mécanique quantique, le problème clé de cette faible probabilité d'exocytose devait se résoudre. Il comprit que la physique quantique pouvait en fournir une justification et que, si l'influence mentale était capable d'accroître momentanément la probabilité, l'esprit pouvait agir efficacement sur le cerveau sans violer les lois de la conservation de l'énergie. »<sup>142</sup>*

John Eccles et Friedrich Beck ont été les premiers à essayer de modéliser l'exocytose du bouton synaptique selon la physique quantique. Ils ont quitté l'usage verbal du langage de la physique quantique en neurologie pour étudier comment cela pouvait concrètement être utilisé. Il apparaît que les débats qui ont lieu, fondés sur des calculs (temps de décohérence, potentiel minimum nécessaire au niveau synaptique, etc...), ne concluent plus au rejet pour « manque de sérieux » (ce qui est le jugement le plus sévère qu'un scientifique puisse émettre sur un autre). Des chercheurs se donnent actuellement les moyens de la valider. Par exemple, Evan Harris Walker<sup>143</sup>, en utilisant des valeurs d'énergie, pour la barrière de jonction synaptique de 70 milli-électron-volts, correspondant au potentiel polarisé à travers l'espace synaptique, calcule la largeur théorique de cet espace synaptique. Ce serait la largeur nécessaire pour que des électrons puissent percer un tunnel à travers cet espace avec une probabilité correspondant à la probabilité pour que les synapses du système nerveux central transmettent le signal (dans un temps compris entre 0,3 et 3 millisecondes) à partir du moment où un potentiel d'action arrive. Le résultat de 180 angströms, ou 18 nanomètres, correspond à ce qui est observé pour des synapses du système nerveux central.

John Eccles exprime la motivation qui l'a poussé dans sa recherche scientifique : « *Le présent ouvrage a pour objectif de défier et de nier le matérialisme afin de réaffirmer la domination de l'être spirituel sur le cerveau* »<sup>144</sup>. « *La philosophie dualiste-interactionniste fut le phare qui guida mes pas dans le dédale des neurosciences* »<sup>145</sup>. Notre conclusion ici est que la motivation (c'est à dire l'intention) d'Eccles et ses conclusions philosophiques sont au moins en accord avec notre problématique : puisque l'intention existe, elle exige une non détermination fondamentale

---

<sup>142</sup> John Eccles, *Comment la conscience contrôle le cerveau*, Paris, Fayard, 1997, p 176-177

<sup>143</sup> Evan Harris Walker, *Quantic theory of consciousness*, Noetic Journal, 1, 100-107, 1988

<sup>144</sup> John Eccles, *Comment la conscience contrôle le cerveau*, Paris, Fayard, 1997, p 12

<sup>145</sup> John Eccles, *Ouvrage cité*, p 31

qui permet l'action intentionnelle.

#### *4 – 2 – 1 – 2 – Des phénomènes quantiques pourraient avoir lieu à des échelles quasi classiques*

C'est le neurologue Antonio Damasio, lequel ne professe pas une position dualiste, qui reconnaît que : « *Nous n'avons pas encore élucidé tous les mécanismes biologiques, ni les phénomènes physiques qui sont sous-jacents à la biologie, de sorte que nous ne pouvons déclarer que le problème de la recherche de la conscience et de l'esprit est insoluble. Nous n'avons fait une étude exhaustive du cerveau ni sur le plan neurobiologique ni sur le plan physique. Ainsi, la description la plus fine de l'esprit, par exemple lors de l'élaboration rapide d'images sensorielles, de leur modification ou de leur superposition, nécessitera peut-être un traitement quantique. À l'université d'Oxford, le mathématicien Roger Penrose a proposé que la conscience repose sur des phénomènes quantiques qui se produisent dans certains éléments des neurones, les microtubules.* »<sup>146</sup>

Roger Penrose, professeur de Mathématiques à l'université d'Oxford, et Stuart Hameroff du département d'anesthésiologie de l'université d'Arizona, ont développé une hypothèse sur la relation entre conscience et cerveau sur la base d'une indétermination quantique présente au niveau des microtubules des dendrites, c'est-à-dire en aval de la jonction synaptique<sup>147,148</sup>. Ils proposent que la cohérence décrite par la physique quantique, associée à un nouveau concept défini comme la réduction objective de la fonction d'onde soient nécessaires pour l'existence d'une conscience et aient lieu au niveau des microtubules ou d'autres structures semblables présentes dans les neurones du cerveau. Ils considèrent que les microtubules ont des caractéristiques qui permettent l'apparition de phénomènes quantiques, et en particulier : leur structure quasi cristalline, leur forme de tube creux, leur présence dans la structure de la cellule qui convoie l'information. Les électrons peuvent franchir des jonctions d'espace par effet tunnel, et, de ce fait, permettre à des états de superposition quantique de s'étendre de neurone à neurone à travers des jonctions d'espace. Ils supposent que les états conformationnels des

---

<sup>146</sup> Antonio Damasio, *Le cerveau et l'esprit*, Pour La Science, n° 267, Janvier 2000, p 77

<sup>147</sup> Roger Penrose and Stuart Hameroff, *Orchestrated Objective Reduction of Quantum Coherence in Brain Microtubules: The "Orch OR" Model for Consciousness*, [http://www.consciousness.arizona.edu/hameroff/Pen-Ham/Orch\\_OR\\_Model/The%20Orch%20OR%20Paper.htm](http://www.consciousness.arizona.edu/hameroff/Pen-Ham/Orch_OR_Model/The%20Orch%20OR%20Paper.htm)

<sup>148</sup> Hameroff, S.R. (1994). *Quantum Coherence in Microtubules: a neural basis for emergent consciousness?* Journal of Consciousness Studies, 1, 98 - 118

sous-unités des microtubules (tubulines) sont couplés à des événements quantiques internes, en interaction avec d'autres tubulines. Ils supposent aussi que la superposition cohérente quantique des états conformationnels des tubulines couplées au niveau quantique s'étend sur des volumes cérébraux suffisants, ce qui apporterait le lien global essentiel pour l'état de conscience. Ils associent l'émergence de la cohérence quantique au niveau des microtubules avec la croissance, pendant 500 millisecondes, d'un processus préconscient, jusqu'à ce que la différence masse-énergie, parmi les états séparés des tubulines, atteigne un seuil directement lié à la gravité quantique. Selon les arguments de la « réduction objective » développés en 1994 par Penrose<sup>149</sup>, les états superposés auraient chacun leur propre géométrie « espace-temps ». Quand le niveau de différence (entre les cohérences masse-énergie) conduit à une séparation suffisante de la géométrie espace-temps, le système « doit choisir » et être réduit à un état de simple univers. De cette manière, une superposition transitoire de géométries espace-temps différant légèrement persiste jusqu'à ce que la réduction quantique classique apparaisse. Cette théorie propose ainsi, à la place de la « réduction subjective du paquet d'onde » de la théorie quantique standard (l'interprétation dite de Copenhague), résultant de l'observation ou de l'intrication avec l'environnement, une « auto-réduction » dans les microtubules, ce qui leur confère des états de conformation particulier permettant une régulation des activités neuronales et en particulier des fonctions synaptiques. Le calcul des probabilités sera également fonction des relations des tubulines avec les protéines qui leur sont associées (MAP pour microtubule-associated proteins). Ceci conduit les auteurs à parler de réduction objective orchestrée (Orch OR), pour laquelle ils estiment le nombre possible de tubulines et de neurones, dont la cohérence est significative pour des durées de temps d'environ 500 millisecondes.

D'après ces auteurs, le modèle « Orch OR » dans les microtubules des dendrites des neurones du cerveau serait le modèle le plus spécifique et le plus plausible actuellement proposé pour la conscience. D'après eux, il permet d'établir des connections entre d'une part la transition du pré-conscient au conscient, les notions fondamentales d'espace-temps et

---

<sup>149</sup> Roger Penrose, *Shadows of the Mind*, Oxford, Oxford University Press, 1994

d'indétermination, et d'autre part la réduction d'échelles de temps et d'espace variées en un événement instantané.

Même si le modèle développé par Penrose et Hameroff diffère, sur le plan du mécanisme, de celui qui est proposé par Eccles et Beck, il reste qu'il répond aussi à l'exigence d'un indéterminisme neuronal qui doit provenir de l'indéterminisme quantique et pouvoir être à l'origine des séries déterminées cérébrales qui permettent l'action intentionnelle. Mais la réduction objective est une auto-réduction ; l'intentionnalité est posée comme constitutive à la réduction, elle y est incluse. À la lecture de ces deux auteurs, on ne sait plus si l'intention agit, ou si elle est dans le niveau quantique, de manière originale, et spécifiquement dans le cerveau. On peut alors se poser la question : pourquoi spécifiquement dans le cerveau, sinon parce que cette réduction objective est identifiée à l'intention agissante ? Et si elle est identifiée à l'intention agissante, comment peut-elle réellement *être* intentionnelle ?

Mais la recherche d'un lieu spécifique d'origine de l'intentionnalité est peut-être erronée. Descartes, philosophe dualiste, cherchait, lui aussi, le point d'entrée, hypothèse aujourd'hui rejetée.

#### ***4 – 2 – 2 – Les neurones ont des fonctionnements indéterministes : sont-ils quantiques ?***

Il paraît évident que les neurones, ou au moins un certain nombre d'entre eux ; doivent avoir un comportement indéterministe pour que l'intention puisse agir ; l'indéterminisme des micro-sites dans les neurones ne doit pas s'éteindre au niveau neuronal lui-même. Cela est-il confirmé par les données scientifiques ?

#### ***4 – 2 – 2 – 1 – Les neurones montrent un fonctionnement « spontané », indéterministe***

Les neurones montrent deux caractéristiques. D'un côté, ils ont une activité qui semble spontanée, démontrée même sur des organismes simples comme certains mollusques (aplysie, limace...), et de l'autre côté, leur réponse à un stimulus est largement indéterminable. C'est ce que reconnaît Henri Korn : « *On a longtemps pensé que les neurones ont une réponse cohérente, régulière, prévisible lorsqu'on les excite avec un stimulus. Cette vision des choses est pour beaucoup dans l'idée d'un système nerveux « câblé » comme un ordinateur. Chez les chercheurs, cela correspond à une disposition d'esprit très naturelle : la recherche de l'ordre, de grandes*

*lois. Pourtant, les choses ne sont pas si simples. J'ai étudié, il y a quelques années, le neurone qui commande la réaction de fuite chez les poissons. Nous avons constaté que la transmission de la communication entre ces neurones et les neurones de son voisinage via les synapses est « quantique » et loin d'être garantie. Tout se passe comme si chacune de ces jonctions (pour chaque cellule du cerveau, il y en a des milliers !) jouait aux dés le fait qu'elle relie ou non, après un influx, l'information au neurone qui lui fait face. Retrouvé dans toute la phylogenèse, ce caractère probabiliste, et donc incertain, des interactions entre neurones, peut être modulé par l'apprentissage... La combinatoire qui en résulte est d'une richesse infinie, et elle a une valeur adaptative : le comportement qui en découle (fuite, etc...) est hautement variable. »<sup>150</sup>*

De plus, dans le texte de son discours d'introduction à l'Académie des Sciences, Henri Korn écrit : *« Cette probabilité qui gouverne pour l'essentiel la force des synapses s'est accrue par des amines endogènes et par les processus de mémorisation. Il y a d'ailleurs des neurones « silencieux » qui ne deviennent actifs que lors de l'apprentissage.*

*D'une manière générale, le caractère discontinu et probabiliste de la neuromédiation confère à la transmission synaptique une plasticité et une diversité de modes opératoires, une « liberté » que ne laissait pas entrevoir le concept établi d'arc réflexe. Répercutée le long de la chaîne neurale, qui cependant la contraint dans l'espace, cette propriété a une valeur adaptative essentielle.*

*Sous son apparence stochastique se cache un ordre sous-jacent que nous a révélé une étude conduite à l'aide d'outils mathématiques de la dynamique non-linéaire mise au point par les physiciens. En effet, le « bruit » de la cellule de Mauthner présente une organisation temporelle qui évoque un chaos déterministe. Celui-ci traduit la survenue spontanée d'influx synchrones dans des neurones afférents qui se comportent comme des oscillateurs couplés entre eux. En renforçant les synapses, l'apprentissage favorise la transmission de ce « chaos » et il renforce le déterminisme du bruit synaptique. Mais le terme déterministe doit être entendu ici dans un sens nouveau : si les patrons temporels obéissent à des lois précises, ils sont par contre sensibles à la moindre perturbation externe et leur évolution est imprévisible à moyen*

---

<sup>150</sup> Henri Korn, Interviewé sur le concept de désordre, in La Recherche, Hors série n° 9, Novembre 2002, p 11

terme ». <sup>151</sup>

Henri Korn est un des rares scientifiques à exposer de manière claire et synthétique à la fois l'indéterminisme neuronal, les possibilités de modulations par l'apprentissage et les conséquences en termes de déterminisme. Néanmoins, il existe un nombre croissant d'études scientifiques sur les synapses, au confluent de la physique, des mathématiques et de la biologie, dans lesquelles la modélisation de la transmission synaptique est décrite en termes probabilistes, selon des modèles de dynamique non linéaire. Les données scientifiques théoriques ont été bâties avant les validations expérimentales. Ces travaux utilisent la résonance stochastique qui définit la possibilité d'extraire du signal utile hors du bruit ou de l'ordre hors du désordre, dans des systèmes complexes non linéaires. Le phénomène de résonance stochastique fait intervenir un signal cohérent périodique superposé à un signal de bruit. Ce couple de signaux est appliqué en entrée d'un système non linéaire d'un type défini. La réponse en sortie du système est un signal aléatoire (dû à l'influence de l'entrée de bruit) contenant aussi une part de cohérence avec l'entrée périodique. En présence de résonance stochastique, la proportion de cette part de cohérence dans la sortie avec l'entrée périodique, quantifiable de différentes façons, augmente avec le niveau du bruit en entrée, jusqu'à un niveau de bruit optimal où cette cohérence devient maximale. La résonance stochastique a d'abord été vérifiée pour des neurones sensoriels répondant à des signaux analogiques, puis pour des neurones « centraux » répondant à des trains de potentiels d'action <sup>152</sup>.

Pierre-Marie Lledo, directeur de recherche en neurosciences, écrit :  
*« Le système nerveux est constitué de neurones dont la fonction principale est de transmettre une information. Contrairement à une idée commune, cette transmission de l'information par la synapse n'est pas garantie : elle est régie par les lois du hasard. À chaque étape de transmission est associée une probabilité : probabilité de propagation d'un potentiel d'action dans la terminaison nerveuse, probabilité d'émission du neuromédiateur, probabilité de diffusion de ce même neuromédiateur dans la fente synaptique, probabilité*

---

<sup>151</sup> [http://www.academie-sciences.fr/conferences/seances\\_solennelles/pdf/discours\\_Korn\\_17\\_06\\_02.pdf](http://www.academie-sciences.fr/conferences/seances_solennelles/pdf/discours_Korn_17_06_02.pdf)

<sup>152</sup> Xavier Godivier, François Chapeau-Blondeau, *La résonance stochastique chez le neurone ou le signal favorisé par le bruit*. Actes des 8èmes journées Neurosciences et sciences de l'ingénieur, Marly le Roi, France, 6-9 mai 1996



*d'interaction entre le neuromédiateur et la protéine de réception située sur le versant post-synaptique et, enfin, probabilité d'ouverture des canaux ioniques associés aux récepteurs. Dans le système nerveux central, il existe des synapses dont la probabilité de fonctionnement reste si faible qu'elles sont qualifiées de silencieuses et que mobilisera, si le cas se présente, un protocole d'apprentissage. Selon le principe énoncé par Donald Hebb en 1949, c'est la co-activation qui apparaît dans une assemblée cellulaire donnée qui contrôle la force des liaisons fonctionnelles établies entre ces mêmes neurones »<sup>153</sup>.*

Cette capacité des neurones n'est pas spécifique à l'homme, mais à tout le règne animal. Dans la mesure où l'homme est issu d'une lignée évolutive animale, il n'y a rien de surprenant à trouver chez les animaux des caractéristiques neuronales semblables à celles que l'on trouve chez l'homme. C'est un des résultats des neurosciences d'avoir montré qu'il n'existe pas de spécificité humaine dans les mécanismes biochimiques, moléculaires et biophysiques propres aux neurones. Alain Prochiantz l'affirme: « *aucun animal n'est entièrement génétiquement programmé jusque dans la structure la plus fine de son être corporel. Il y a toujours place pour l'aléatoire et donc pour une forme d'apprentissage individuel. Cela est vrai du nématode et de la drosophile.* »<sup>154</sup>.

*4 – 2 – 2 – 2 – L'origine quantique de l'indéterminisme neuronal ne peut être rejeté*

Dans le fonctionnement du vivant, la mise en œuvre des fonctions est réalisée au niveau le plus bas de la structure biologique. Même une action aussi macroscopique que le mouvement d'un muscle est la résultante de la synchronisation de millions de réactions chimiques identiques catalysées par des enzymes spécifiques. Cette réaction provoque, par la consommation d'une molécule d'ATP et le transfert d'un proton de la myosine sur l'ATP – avec la torsion de la myosine induite par un changement de force électromagnétique –, le déplacement du filament d'actine par rapport au filament de myosine. L'unité structurale étant la myosine et l'actine, elle est répétée un nombre de fois très élevé dans les cellules musculaires, elles-mêmes organisées en fibres musculaires et ces dernières en muscles. Mais l'unité structurale est bien

---

<sup>153</sup> Pierre-Marie Lledo, *Quand la transmission synaptique devient plus faible !*, médecine.Science avril 1998 n° 4, vol. 14, p 493

<sup>154</sup> Alain Prochiantz, *Les anatomies de la pensée*, Paris, Odile Jacob, 1997, p 189

située au niveau le plus bas des structures moléculaires, et les particules élémentaires sont utilisées une à une pour chaque unité de base de fonctionnement. Il en est de même pour toute action enzymatique, laquelle est une catalyse individuelle et spécifique.

Le neurone, quant à lui, est une cellule extrêmement différenciée dont certains composants se situent au niveau nanoscopique. L'étude des synapses, présentée ci-dessus, montre que le réseau vésiculaire présynaptique a des propriétés paracrystallines et qu'il permet de décharger les vésicules synaptiques par unité, selon une probabilité largement inférieure à 1. Nous pouvons conclure que l'indétermination rendue nécessaire par l'existence d'une capacité intentionnelle existe bien dans le neurone, ce constituant de base du cerveau. Cette indétermination se manifeste au niveau de la différence de potentiel qui conduit à l'activité neuronale, la création d'une onde de dépolarisation le long de l'axone. Le neurone est structuré de telle manière qu'une forme d'indétermination peut se manifester dans sa production de potentiels d'action.

John Eccles, s'est appuyé sur l'intuition du physicien Henry Margenau pour élaborer un modèle prenant en compte les structures des neurones, et en particulier la structure du réseau vésiculaire présynaptique. Il utilise d'abord le terme « quantique », au niveau neuronal, dans le sens où l'emploie Korn (cf ci-dessus), ce qui signifie seulement que le fonctionnement est discontinu, et non qu'il est le résultat du fonctionnement indéterministe propre à la physique quantique. Cependant son hypothèse l'a conduit à une approche quantique, dans le sens propre à la physique quantique. Comme ce fonctionnement indéterministe neuronal est spécifique du neurone, que nous cherchons un tel fonctionnement, et ce au niveau du neurone, nous n'avons aucune raison valable de rejeter l'aspect quantique de ce fonctionnement. Nous ne pouvons, avec les données dont nous disposons, affirmer que l'indéterminisme neuronal est réellement quantique. Néanmoins, nous n'avons aucune raison de le nier. Nous pouvons donc l'accepter, comme une hypothèse conforme à la nécessité, celle qui résulte de l'action intentionnelle. Il reste à vérifier quelles sont les connaissances scientifiques actuelles qui permettent d'expliquer ce maintien au niveau cérébral de l'indéterminisme du niveau quantique décelé au niveau neuronal.

#### ***4 – 2 – 3 – L'indéterminisme neuronal peut être utilisé au niveau macroscopique cérébral***

L'organisation du cortex cérébral des mammifères présente un trait structurel remarquable : l'agencement en faisceaux, ou colonnes, des dendrites extrêmes des cellules pyramidales. Pour de nombreux chercheurs, on peut considérer le faisceau de dendrites comme une micro-unité structurale du cortex cérébral. John Eccles propose de le nommer dendron (il y aurait environ quarante millions de dendrons). « *Il s'agirait, au niveau cortical, des événements micro-neuraux qui interagissent avec les événements mentaux pris isolément* »<sup>155</sup>. John Eccles montre que la structure en dendrites apicales des neurones pyramidaux du cortex cérébral confère leur intense réceptivité aux stimuli qui arrivent à la synapse. Il pense possible d'expliquer, par la structure en dendrites apicales, l'amplification de l'indéterminisme neuronal dans les zones corticales qui permettent la commande des neurones efférents. La question serait de savoir si ces dendrons montrent eux aussi des formes de fonctionnement non déterminés. Les régions du cortex activées par l'attention et l'intention, bien avant le mouvement, et même avant la prise de conscience réflexive de l'intention, sont des régions constituées de ces faisceaux de dendrites.

Le cerveau humain contient entre dix milliards et cent milliards de neurones, dont certains sont connectés aux autres neurones par jusqu'à 10 000 synapses. À cause de ces interactions, on pourrait imaginer que l'indétermination neuronale soit éteinte par la loi des grands nombres, et que la construction du cerveau rende son fonctionnement entièrement déterministe. Pour qu'elle ne soit pas éteinte, il faut une construction du cerveau qui permette à l'indétermination propre au fonctionnement du neurone d'être transmise au niveau du fonctionnement du cerveau. Il faut que, à partir de sources indéterminées de fonctionnement, certains neurones puissent démarrer des séries déterminées neuronales. La structure de ces neurones en réseau avec des connexions dont la probabilité de transmission est nettement inférieure à 1 permet de maintenir cet indéterminisme au niveau global. Les modèles informatiques de « réseaux de neurones » montrent que lorsque les transmissions entre les « neurones » sont affectées d'une probabilité

---

<sup>155</sup> John Eccles, *Evolution du cerveau et création de la conscience*, p 254

suffisamment faible, cela permet une évolution globale du système et un « apprentissage ». Même si cet apprentissage ne peut pas être pris dans le sens humain, il reste que le réseau en question peut évoluer et acquérir des adaptations à son environnement. La robotique évolutionniste développe aujourd'hui des robots capables de s'adapter à leur environnement. Les performances de certains réseaux de neurones artificiels résultent de processus de sélection darwinien<sup>156</sup>. Le réseau de neurones indéterministe est donc conforme au modèle nécessaire pour que l'intention puisse être efficace.

#### ***4 – 2 – 4 – Comment les neurones peuvent-ils passer de l'état désynchronisé à l'état synchronisé ?***

On sait déjà depuis le début des années 80 que l'attention sélective fait appel à des systèmes neuraux situés dans le néocortex<sup>157</sup>. Des tomographies par émission de positrons ont permis de localiser les aires corticales activées<sup>158</sup>. L'attention sélective fait manifestement appel à des systèmes neuraux distincts de ceux qui sont dans les séries déterminées de collecte d'information ou de commande des nerfs efférents moteurs.

Les résultats de nombreux travaux suggèrent que la synchronisation des neurones conduisant à des ondes gamma dans l'électroencéphalo-gramme pourrait représenter un mécanisme général permettant l'association transitoire d'assemblées de neurones. Cette action transitoire synchronisée pourrait jouer un rôle dans le traitement des informations. De plus, il semble que de nombreux travaux concluent à l'implication de cette synchronisation gamma dans le processus d'attention sélective de l'individu à son environnement<sup>159</sup>. Étant donné qu'il est de plus en plus manifeste qu'une synchronisation neuronale est toujours corrélative du processus d'attention, et que, par ailleurs, aucun mouvement corporel ne peut être mis en fonctionnement sans

---

<sup>156</sup> Dario Floreano, *Darwin revisité par la sélection artificielle*, La Recherche, n°350, fev 2002, p 24-28

<sup>157</sup> Roland, P.E., *Somatotopical tuning of postcentral gyrus during focal attention in man. A regional cerebral blood flow study*. J.Neurophysiol. 53, p 1219-1243, 1981

<sup>158</sup> Cf par exemple: Corbetta, M., Miezin, F.M., Dobmeyer, S., Shulman, G.L., Petersen, S.E. (1990) *Attentional modulation of neural processing shape, color and velocity in humans*, Science 248, 1356-1358, ou encore: Pardo, J.V., Fox, P.T., Raichle, M.E. (1991) *Localization of a human system for sustained attention by positron emission tomography*, Nature, 349, 61-64

<sup>159</sup> Juergen Fell, Guillén Fernández, Peter Klaver, Christian E. Elger, Pascal Fries, *Is synchronize neuronal gamma activity relevant for selective attention ?*, Brain research reviews, 42 (2003) p 265-272

synchronisation d'un grand nombre de neurones, le processus de synchronisation est, en conséquence, essentiel pour la réalisation d'une action intentionnelle. Deux hypothèses sont concevables : soit la synchronisation fait partie des effets immédiats de l'action de l'intention en amont des séries déterminées, c'est-à-dire que c'est l'intention qui conduit à la synchronisation, soit cette synchronisation est déjà dans les processus déterminés, comme conséquence secondaire de l'impulsion intentionnelle. Le fait que synchronisation et attention sont corrélées suggère que la première hypothèse pourrait être la bonne. Il va de soi que selon l'hypothèse validée, l'amont par lequel agit l'intention sera très différent. Mais il reste que la possibilité de synchronisation signifie que les neurones ne l'étaient pas avant de se synchroniser. C'est bien grâce à un indéterminisme qu'il est possible de synchroniser une assemblée de neurones préalablement non synchrones. S'ils peuvent passer d'un état non synchrone à un état synchrone, et réciproquement, c'est qu'il existe entre eux une forme d'indépendance et qu'un phénomène semblable à l'intrication quantique est alors à l'œuvre.

L'indéterminisme neuronal, aujourd'hui reconnu comme « explicatif » des possibilités d'apprentissage, pourrait devenir « explicatif » des capacités d'attention, et peut-être, à terme, des capacités intentionnelles. Je mets le terme « explicatif » entre guillemets, car il s'agit probablement pas d'une explication, mais d'une observation. Apprendre, c'est bien rendre déterminé ce qui ne l'était pas, mais cette définition n'explique pas comment a lieu cette transformation ; elle reconnaît néanmoins l'indétermination pré-existante. En tout cas, il est bien certain que cette non détermination répond aux exigences résultant de l'existence d'une capacité intentionnelle. *« Les nombreuses études sur l'attention visuo-spatiale laissent peu douter du fait qu'un sujet est plus performant , plus rapide, plus précis à répondre à l'apparition d'un stimulus si celui-ci apparaît là où il porte son attention. [...]Les ressources de traitement (l'attention) peuvent être focalisées sur l'aspect le plus important d'une scène visuelle, ignorant les autres attributs. Il est aussi possible de regarder « du coin de l'œil », c'est-à-dire de porter son attention sur un point de l'espace différent de celui où se porte le regard. L'attention peut être attirée automatiquement (attraction réflexe) par une information extérieure hautement pertinente qui surgit de la scène. Pour trouver un objet-cible particulier qui partage plusieurs caractéristiques communes avec les autres*

*objets l'entourant, l'attention va se porter successivement sur chacun d'eux »<sup>160</sup>.*

Cette capacité d'attention a été analysée de manière approfondie sur le chat. Quand le biologiste observe le comportement d'animaux qui nous sont proches, il trouve facilement une correspondance avec nos propres états de conscience. Wolf Singer, directeur de l'Institut Max-Planck de recherche sur le cerveau, à Francfort, affirme qu'un chat est capable de perception consciente. Il écrit : *« On en déduit que l'œil qui convoie l'information traitée de façon consciente active une assemblée de neurones qui se synchronisent, tandis que celui qui voit inconsciemment active une assemblée de neurones non synchronisée. La synchronisation de l'activité neuronale est liée à la capacité attentionnelle des animaux et augmente avec le degré d'attention de l'animal. Nous avons entraîné des chats à appuyer sur des leviers avec leur patte quand ils observaient que l'orientation d'un réseau de barres parallèles changeait.*

*On constate que non seulement les neurones visuels, mais aussi les neurones du cortex sensorimoteur engagés dans le mouvement de la patte, se synchronisent au moment de la tâche. Ainsi, la synchronisation se manifeste entre des aires cérébrales distinctes, ici le cortex visuel et le cortex pariétal et frontal. De surcroît, une telle synchronisation commence déjà à se manifester lorsque le chat se place devant l'écran et se tient prêt à appuyer sur le levier : il se prépare à la tâche et l'on observe que ses représentations visuelles et motrices de la tâche sont activées à l'avance. »<sup>161</sup>*

Singer, dans le même article synthétique, décrit une expérimentation ingénieuse d'analyse des parties du cortex cérébral impliquées dans ce qu'il est convenu de concevoir comme de l'attention, sous-entendant une intention. Il décrit le chat comme étant un animal intentionnel capable de choix : *« Ainsi, le chat reçoit l'image des deux objets superposés. Il doit choisir sur quel objet il doit fixer son attention. S'il fixe son attention sur le papillon, son œil droit réalise la perception consciente, et l'œil gauche voit la guêpe de façon inconsciente. S'il regarde la guêpe, c'est l'œil gauche qui capte l'attention et l'œil droit voit le papillon de façon inconsciente ».*

---

<sup>160</sup> Olivier Houdé, Bernard Mazoyer, Nathalie Tzourio-Mazoyer, *Cerveau et psychologie*, Paris, PUF, 2002, p 378-379

<sup>161</sup> Wolf Singer, *Synchronisation neuronale et représentations mentales*, Pour La Science, n° 302, décembre 2002, p76

Pour nous, la question n'est pas ici de savoir si oui ou non le chat est intentionnel, mais davantage d'analyser ce qu'un scientifique décrit du fonctionnement du cerveau du chat, même s'il projette sur ce dernier ce qui lui est propre. Après tout, il n'y a pas de raison de croire que les choses se passent très différemment chez l'homme, et dans ce cas, le terme de conscience aurait un sens précis puisque le sujet pourrait le dire.

#### ***4 – 2 – 5 – Comment les fonctionnements neuronaux peuvent-ils être intégrés ?***

Une équipe de chercheurs brésiliens<sup>162</sup> est partie de l'hypothèse que la conscience a émergé durant l'évolution parce qu'elle était un moyen puissant de résoudre les conflits qui résultent d'un système non-linéaire largement distribué et soumis à une forte pression d'adaptation. Le système dont il s'agit est bien sûr le cerveau dans son environnement corporel. En dessous d'une certaine difficulté, les problèmes sont inconscients, mais au-dessus, ils seraient conscients ; on ne sait pas comment ou pourquoi, mais on peut en faire l'hypothèse. Dans une publication datée de 2001, ces chercheurs proposent qu'un signal activé par l'entrée de l'ion  $Ca^{++}$  dans les neurones corticaux soit en charge du déclenchement d'un processus de calcul quantique qui accélère les communications inter-neurales. Ceci permettrait de résoudre les conflits systémiques et servirait de soubassement à l'unité de la conscience. Dans cet article, ils proposent que le cerveau soit, au moins en partie, un ordinateur quantique. Il apparaît que la cohérence des signaux entrants et « réentrants » (selon la terminologie d'Edelman) est une condition nécessaire pour la perception consciente. De plus un système d'activation générale en réseau et la synchronisation locale sont des moyens qu'utilise le cerveau pour établir cette cohérence au niveau du cortex sensoriel. Ces chercheurs montrent qu'un canal spécifique (N-méthyl-D-aspartate) sert de détecteur de coïncidence. Si les neurones peuvent avoir un comportement quantique, l'association d'un nombre suffisant de neurones en enchevêtrement devrait suffire pour des calculs rapides et complexes.

On peut conclure à la nécessité que les neurones, ou au moins un

---

<sup>162</sup> Armando Freitas da Rochas, Alfredo Pereira, Jr, Francisco Antonio Bezerra Coutinho, *N-Méthyl-D-aspartate channel and consciousness; from signal coincidence to quantum computing*, Progress in neurobiology, 64 (2001) p 555-573

certain nombre d'entre eux, soient assimilables à des unités d'un ordinateur quantique, ce qui conduit à la nécessité que le cerveau soit quantique, au moins partiellement. Posons qu'un neurone peut avoir deux valeurs : il décharge ou ne décharge pas. Il peut ainsi être considéré comme un bit, dans le sens informatique. Une simple image peut être représentée comme un rectangle formé de points nommés pixels. Il suffit d'un million de points colorés pour former une image. La rétine comporte plus de 6 millions de cônes et 120 millions de bâtonnets, mais le nerf optique regroupe au maximum un million d'axones. Notre perception d'une image est généralement immédiate (cela se calcule en quelques dizaines de millisecondes). Calculons combien d'images il est possible de générer à partir d'un écran comportant un million de pixels. En posant que 10 couleurs sont suffisantes (ce qui est bien inférieur à la réalité) pour chaque pixel, le nombre de possibilités est de  $10^1$  million. Ce nombre est gigantesque surtout si on le compare au nombre d'atomes de l'univers entier :  $10^{80}$ .

En méthode binaire, une chaîne de n zéros ou uns permet de décrire l'état de n bits. Si l'on voulait pouvoir reconnaître ou stocker n'importe quelle image, il faudrait un nombre de bits de l'ordre de  $10^1$  million. On peut aussi constater que, sur la base de ce simple modèle, conserver en mémoire l'équivalent de mille images, ce qui est peu par rapport à ce que nous pouvons mémoriser, demanderait l'équivalent de  $10^9$  bits. Or le cerveau est composé de moins de  $10^{12}$  neurones. Le cerveau est certainement trop petit pour nous permettre de mémoriser et de traiter toutes les informations qui nous arrivent, si le traitement des informations est réalisé par des bits classiques. Le même calcul montre que même si les neurones avaient la masse d'un atome, l'univers ne pourrait contenir un tel ordinateur traitant la perception de n'importe quelle image quasi instantanément.

Un bit quantique (qubit) peut être dans une superposition linéaire de deux états classiques. Un système physique comportant n qubits a besoin de  $2^n$  nombres complexes pour décrire son état. Or  $10^1$  million est environ égal à  $2^{3,3}$  millions, cela signifie qu'un ensemble de 3,3 millions de qubits en interconnexion et en superposition quantique aurait la possibilité de traiter immédiatement n'importe quelle image statique, car son nombre d'états est égal à l'ensemble des possibilités d'images. Il est vrai que chaque neurone n'est en relation qu'avec 10 000 autres neurones



au maximum. Nous pouvons calculer  $2^{10000}$ , c'est environ égal à  $10^{3000}$ . Cela signifie que 10 000 neurones en superposition quantique ont plus de puissance de calcul que le plus puissant ordinateur classique jamais possible (utilisant tous les atomes de l'univers). Mais comme un neurone peut appartenir à plusieurs réseaux différents, il est imaginable que jusqu'à 3,3 millions de neurones soient en synchronisation et en superposition quantique, ou encore qu'il s'agisse de groupes séparés en connexions. Cela ne représente même pas un dix millièmes du nombre de neurones du cerveau.

Mais notre activité de la vie quotidienne n'est pas qu'un traitement d'images. On sait que pour avoir l'impression de continuité, il faut voir 26 images à la seconde soit de l'ordre de 80 millions de bits à la seconde. Nous savons par expérience que nous pouvons conserver en mémoire des centaines d'images et de séquences d'images, soit un ordre de grandeur de l'ordre de 80 milliards de bits. Nous pouvons aussi garder en mémoire autre chose que des images : des situations, des théories, des langues, des histoires, des musiques, des perceptions tactiles, des odeurs, des émotions, des sentiments. Nous pouvons traiter ces informations, les comparer, trouver une solution aux contradictions, définir des projets, agir, faire fonctionner nos muscles, etc... De plus le cerveau contrôle un très grand nombre de régulations inconscientes. 100 ou 1000 milliards de qubits seraient-ils nécessaires ? Certainement pas. Un système physique comportant  $n$  qubits a besoin de  $2^n$  nombres complexes pour décrire son état. Cela signifie que si le système passe de  $n$  qubits à  $n+1$  qubits, par l'ajout d'un seul qubit, il double ses capacités. La combinaison d'une structure en réseau et du fonctionnement quantique fait que l'augmentation linéaire du nombre de synapses augmente de manière exponentielle la capacité de traitement du réseau considéré, s'il est quantique. Selon cette même approche quantique, l'équipe brésilienne arrive à la conclusion que pour que le cerveau soit capable de traiter les informations à la vitesse à laquelle il les traite, les neurones sont nécessairement des unités de calcul quantiques, et sont en même temps structurellement en réseau à des échelles qui sont proches de celles du cerveau.

Les ordinateurs quantiques où les portes logiques des transistors (bits) sont remplacées par l'information portée par l'orientation du champ magnétique de simples atomes (qubits, pour bits quantiques) offrent, en

théorie, une puissance de calcul en parallèle incommensurable. Un calculateur quantique opère ses calculs grâce à la superposition d'états quantiques. Chaque fois que l'on ajoute un qubit à un calculateur quantique, sa puissance théorique double. Un ordinateur de 100 qubits serait décrit par  $2^{100}$  nombres complexes, soit  $10^{30}$  nombres. Il ne serait pas nécessaire pour le traitement de données spécifiques qu'un très grand nombre de qubits pût être en état d'intrication quantique. Une structure composée de quelques milliers de neurones en intrication quantique permettrait des traitements de problèmes compliqués. Notons qu'on a pu montrer qu'une personne capable de calculs compliqués très rapidement mobilise **moins de neurones** que celui qui patauge devant un calcul... Il est frappant que les neurologues affirment généralement que nos 100 milliards de neurones sont capables chacun de 10 000 connexions synaptiques. Une construction optimisant le chemin le plus court pour aller d'un neurone à l'autre mettrait ainsi chaque neurone en contact avec n'importe quel neurone par l'intermédiaire d'un maximum de trois synapses. En réalité, il semble que tout neurone du cerveau est connecté à un autre en moyenne par environ 5 synapses. Malgré ces zones cérébrales identifiées, les interconnexions restent donc très importantes. Les liens quantiques pourraient donc s'accroître considérablement.

On peut soupçonner que les modes de traitement des données du cerveau, par zones spécialisées dans des fonctions très spécifiques, utilisent des mécanismes d'intrication quantique permettant des traitements parallèles. Ceci n'est pas une conséquence nécessaire à l'activité intentionnelle. Mais, dans la mesure où l'intention doit agir au niveau quantique, pourquoi ne pas supposer que le traitement quantique des données n'est pas déjà présent dans le cerveau ? Et réciproquement, s'il existe un traitement quantique des données dans le cerveau, nous avons nécessairement la réponse à notre question. L'intention exige que le cerveau utilise le fonctionnement quantique, et celui-ci semble bien présent dans le cerveau.

Cela permettrait de comprendre en outre qu'il n'y a pas de lien direct entre la taille du cerveau et sa puissance de traitement. Un seul neurone supplémentaire en intrication quantique dans une région cérébrale donnée double les capacités de traitement de cette région. Il n'est pas besoin de doubler le volume cérébral correspondant. L'intrication quantique exponentialise les capacités d'un réseau quantique.

Par rapport à notre recherche d'indéterminisme dans le cerveau, comme conséquence de l'activité intentionnelle, il s'agit ici d'un complément de données. S'il est clairement démontré que certains neurones sont en enchevêtrement quantique, même si la raison immédiate semble être celui du traitement de données, cela signifie bien que la réponse à notre recherche est fournie. Si les calculs sont quantiques, c'est que le fonctionnement peut l'être aussi.

#### ***4 – 2 – 6 – Les neurones sont sensibles aux fluctuations aléatoires du champ électromagnétique cérébral***

Des chercheurs comme Nunn<sup>163</sup>, Marshall<sup>164</sup>, Pessa<sup>165</sup>, Clarke<sup>166</sup>, Frölich<sup>167</sup>, étudient la possibilité que des structures cérébrales puissent être capables de former des condensats Bose-Einstein éphémères mais étendus. Ces condensats pourraient, selon eux, être le soubassement physique du mental, et pourraient provenir de l'activité de molécules dipôles vibrantes présentes dans les membranes des cellules nerveuses. Même si ces hypothèses semblent à la fois bien hardies et éloignées de notre propos, il reste que toute recherche qui montrerait des effets quantiques globaux dans les mécanismes cérébraux permettrait de conclure que l'indéterminisme quantique s'exprime bien à l'échelle macroscopique cérébrale.

Sur la base du concept d'espace de travail conscient défini par des neurologues comme Gerald Edelman, deux scientifiques (JohnJoe McFadden et Susan Pockett) ont développé en 2002 des théories de la conscience conçue comme un champ électromagnétique<sup>168,169</sup> dont l'action

---

<sup>163</sup> Nunn C.M.H (1994), *Collapse of a Quantum Field May Affect Brain Function*, Journal of Consciousness Studies, 1, p. 128

<sup>164</sup> Marshall I.N. (1989), *Consciousness and Bose-Einstein Condensates*, New Ideas in Psychology, 7, pp. 73-83

<sup>165</sup> Pessa E. (1988), *Symmetry Breaking in Neural Nets*, Biological Cybernetics, 59, pp. 277-81

<sup>166</sup> Clarke C.J.S. (1994), *Coupled Molecular Oscillators Do Not Admit True Bose Condensations*. Journal of physics a., 1994.

<sup>167</sup> Frölich H. (1968), *Long Range Coherence and Energy Storage in Biological Systems*, Intern. Journ. of Quantum Chemistry, 42, pp. 641-9

<sup>168</sup> JohnJoe McFadden, *Synchronous firing and its influence on the brain's Electromagnetic Field: evidence for an Electronic Field Theory of Consciousness*, Journal of Consciousness Studies, Vol 9, 4, Avril 2002

<sup>169</sup> Susan Pockett, *Difficulties with the Electromagnetic Field Theory of Consciousness*, Journal of

sur les neurones est délocalisée. Selon ces chercheurs, la synchronicité d'un nombre de neurones important pourrait modifier l'EEG (ElectroEncephaloGramme), et en conséquence le champ magnétique cérébral. Il est évident que Stuart Hameroff, spécialiste en anesthésie, savait très bien que l'effet neuronal des anesthésiques est justement de désynchroniser l'activité neuronale<sup>170</sup>. Le pas supplémentaire des deux auteurs cités ci-dessus est de montrer que cette synchronisation a un effet physique (modification du champ électromagnétique cérébral) qui lui-même, en retour, a un effet sur les fonctionnements neuronaux par modification de leur sensibilité lors de la réception de décharges neuronales au niveau synaptique.

Que l'on parle de condensat Bose-Einstein éphémère ou de modification de configuration du champ électromagnétique cérébral, on reconnaît, au moins implicitement, la nécessité d'un soubassement indéterminé permettant l'action intentionnelle consciente. Seul McFadden l'expose de manière précise. Mais McFadden et Susan Pockett, avec des arguments différents, posent que ce champ électromagnétique expliquerait ce qu'est la conscience<sup>171</sup>. C'est reconnaître que les fluctuations de ce champ électromagnétique ont une influence sur le fonctionnement neuronal. Or un champ électromagnétique peut être sujet à des fluctuations quantiques, conséquences du principe d'indétermination.

McFadden se tourne vers les champs électromagnétiques produits par les différences de potentiel membranaires des neurones. « *Les champs générés par cent milliards de neurones doivent se recouvrir et se surimposer, pour générer un extraordinairement complexe champ électromagnétique dans notre cerveau.* »<sup>172</sup> Les phénomènes dynamiques provoqués par et dans les champs magnétiques sont toujours des phénomènes ondulatoires. Ils entrent aujourd'hui dans le cadre de la physique quantique. Selon McFadden, un champ affecté par l'activité électrique neuronale, capable de modifier en retour cette activité électrique neuronale, est virtuellement non distinguable d'un « champ mental » qui serait aussi affecté par l'activité neuronale et pourrait agir sur elle. Toujours selon McFadden, la

---

Consciousness Studies, Vol 9, 4, Avril 2002.

<sup>170</sup> Bernard J. Baars, *Current concepts of consciousness with some implications for anesthesia.*, Can. J. Anesth, 2003, 50:6 p R1-R6

<sup>171</sup> JohnJoe McFadden, *Quantum Evolution*, Londres, Flamingo, 2000, p 292-295

<sup>172</sup> JohnJoe McFadden, ouvrage cité, p 295

possibilité d'action de l'intention serait donc offerte.

Dans la mesure où l'on peut montrer que le champ électromagnétique cérébral peut avoir une action sur l'activité neuronale, il s'ensuit qu'il existe une possibilité d'une source indéterminée à l'origine des actions intentionnelles. McFadden va plus loin puisqu'il en conclut à l'identité de la conscience avec une part du champ électromagnétique cérébral. Même si cette théorie de l'identité (également affirmée par Susan Pockett) pose de nouveaux problèmes – semblables à ceux de l'auto-réduction de la fonction d'onde de Penrose et Hameroff – elle fonde l'intention dans l'indéterminisme. Selon la théorie de McFadden, non seulement l'intention agit sur l'amont des séries déterminées, mais l'intention est elle-même indéterminable.

La théorie de McFadden, davantage que celle de Penrose et Hameroff, ou celle d'Eccles, permet d'imaginer comment l'action intentionnelle pourrait agir en amont des séries déterminées, et selon un mode quantique indéterminé. Elle ne s'oppose pas aux deux autres théories, elle ajoute une hypothèse sur le mode de fonctionnement possible de l'intention sur les phénomènes neuronaux, directement par l'électromagnétisme, et non plus uniquement par des mécanismes biochimiques ou moléculaires. Elle a l'avantage de fournir une métaphore : de même que le miroir permet de se reconnaître, le champ électromagnétique est une sorte de miroir du cerveau, puisqu'il interagit avec celui-ci. Il est donc une image de la conscience.

#### ***4 – 2 – 7 – Champ électromagnétique cérébral, synchronisation neuronale et indéterminisme neuronal, permettraient de modéliser l'apprentissage***

L'Institut de Sciences Cognitives de Lyon a étudié la plasticité synaptique, en relation avec l'apprentissage et la mémoire, en collaboration avec l'Institut du Goût de Dijon, et l'université de l'Oklahoma. Le modèle expérimental repose sur l'apprentissage d'un conditionnement associatif simple. Un rat doit associer la stimulation électrique d'un site bulbaire olfactif à un renforcement positif et celle d'un autre site à un renforcement négatif. L'animal doit apprendre à choisir entre un biberon d'eau sucrée et un biberon d'eau amère sur les seules bases de la stimulation électrique qu'il reçoit à travers les électrodes bulbaires. Suite à l'apprentissage, il a été mis en évidence

l'expression de formes de plasticité au sein des voies olfactives centrales.

Le mécanisme le plus vraisemblable par lequel le cerveau garde une trace de l'expérience vécue semble être la modification de l'efficacité synaptique au sein de réseaux neuronaux. Il s'agit des phénomènes dits de « potentialisation à long terme » (LTP) ou de « dépression à long terme » (LTD). On constate que les rats maîtrisent la tâche après 5 à 6 jours de conditionnement. Les résultats montrent que l'apprentissage associatif s'accompagne d'une augmentation significative de l'amplitude de l'onde précoce monosynaptique au niveau de la partie postérieure du cortex piriforme. Cette activation massive et synchrone des neurones relais du cortex piriforme pourrait jouer un rôle dans l'optimisation du processus de rappel. Les chercheurs ont étudié la distribution de l'onde dite tardive aux différents étages du système olfactif. Elle diffuse aux structures avoisinantes par le réseau de fibres associatives. Cette onde pourrait favoriser la synchronisation sur un large territoire cortical.

Nous avons vu que la synchronisation neuronale peut être comprise comme la mise en place d'un processus permettant au niveau quantique des interférences positives. Il pourrait s'agir d'une sorte de « recohérence » quantique. Même si ces études ne font aucune référence à un effet du champ électromagnétique cérébral, il est clair à la lecture des études sur la synchronisation neuronale et sa corrélation avec l'attention consciente et l'intention, que tout processus accroissant la synchronisation neuronale modifie le champ électromagnétique cérébral local qui peut avoir un effet en retour sur la polarisation neuronale. Il apparaît ici une sorte d'homologie avec l'interaction entre intention et cerveau, mais cette homologie est uniquement fondée sur l'observation d'une interaction réciproque. Elle ne permet pas de montrer une homologie entre champ électromagnétique cérébral local et intention.

#### ***4 – 2 – 8 – La théorie de l'identité du champ électromagnétique cérébral et de la conscience est une reconnaissance implicite de la non détermination de l'action intentionnelle***

Selon l'hypothèse de McFadden et de Pockett, le champ électromagnétique cérébral est modifié en permanence par l'activité des neurones. Il peut influencer les activités de neurones dont le potentiel transmembranaire est proche de la limite entraînant une décharge. Il est à la fois influencé et influent. Il peut être le lieu d'indétermination

quantique servant de relais entre ce qui est perçu et les réponses motrices produites par le cerveau.

Toute activité électrique entraîne une modification de champ électromagnétique. La différence de potentiel transmembranaire du neurone est considérable si elle est calculée en volts par centimètres (de l'ordre de 13 000 volts par centimètre en état stable, la chute de voltage qui entraîne l'envoi d'un signal étant de l'ordre de 5 000 volts par centimètre). Puisqu'il existe un champ électromagnétique cérébral détectable au niveau de la périphérie de la tête, au contact du scalp, c'est que les activités des cent milliards de neurones ne s'annulent pas. Des interférences positives sont créées. Les fonctionnements neuronaux ont donc ceci de particulier que ni la loi des grands nombres ni la décohérence quantique ne détruisent l'effet quantique à l'échelle globale cérébrale. **Ceci signifie précisément que le cerveau fonctionne d'une manière qui empêche la décohérence quantique.** Il existerait une marge de manœuvre du champ électromagnétique qui pourrait lui-même avoir une action en retour sur des neurones distaux par rapport à ceux qui ont entraîné son changement. Dans la mesure où il est soumis à l'indéterminisme quantique, ce champ magnétique a des qualités qui le font ressembler à la conscience : c'est d'abord une force et il ne peut être identifié à un objet. Il n'est pas possible, comme conséquence logique du principe d'indétermination, de préciser à la fois les phénomènes qu'il induit et la quantité de mouvement de ces phénomènes. Dans la mesure où il est partiellement indéterminé, il pourrait être modifié par des mécanismes de sélection, et en conséquence, par les renforcements que ces mécanismes provoqueraient, ce champ électromagnétique pourrait avoir un rôle dans les capacités d'apprentissage et d'adaptation.

Selon ces deux derniers auteurs, le champ « conscient » électromagnétique donne une réalité physique à la perception du dualisme dans notre conscience. Capable d'intégrer des informations complexes beaucoup plus rapidement qu'un réseau de neurones, il pourrait s'imposer aux circuits neuronaux et permettre ainsi des actions volontaires. Je dirai, selon la terminologie employée, que les variations de ce champ électromagnétique peuvent être à l'origine des séries déterminées que sont les successions de stimulations de neurones à neurones. Champ d'énergie, le champ électromagnétique cérébral pourrait être l'origine indéterministe des séries déterminées conduisant à

l'action. Mais cela ne le définit pas pour autant comme intentionnel.

Selon McFadden, l'« explication du libre arbitre » résiderait dans l'indéterminisme du niveau auquel il se situe, c'est à dire, selon lui, au niveau du champ électromagnétique cérébral. C'est une cause initiale, car il ne pourra pas être défini de cause formelle matérielle décrivant ses modifications sans faire référence à la physique quantique, qui n'est pas déterministe, même si elle permet de prévoir des résultats. Cette prédiction sera toujours probabiliste et s'appuiera sur le principe d'indétermination. Réciproquement, ce même champ électromagnétique sera soumis à des variations résultantes des activités neuronales. Ces mêmes variations ne seront calculables que selon les principes de la physique quantique. Il s'agit bien d'un champ indéterministe par lequel la conscience elle-même est influencée par le fonctionnement neuronal, y compris celui qui résulte des perceptions transmises des récepteurs des sens aux neurones du cortex cérébral.

Finalement, les analyses de McFadden et de Pocket conduisent à la conclusion qu'il y a bien une sorte d'homologie entre champ électromagnétique cérébral et état de conscience. Aller jusqu'à l'identité relève d'une décision quasi métaphysique, et ne peut guère être fondé sur autre chose qu'une conviction. Par contre, la capacité intentionnelle n'y trouve aucun fondement, même si la non-contradiction est devenue évidente entre activité intentionnelle et fonctionnement cérébral incluant le champ électromagnétique – quantique - cérébral.

#### ***4 – 2 – 9 – D'autres raisons suggèrent fortement l'existence d'un fonctionnement quantique cérébral***

Sur un sujet de recherche complètement différent, Fred Thaheld a publié en 2005<sup>173</sup> une étonnante étude qui montre la possibilité d'intrication quantique au niveau cérébral entre des sujets humains séparés par des cages de Faraday, c'est-à-dire sans qu'une communication électromagnétique soit possible entre ces sujets. De plus, le même résultat est obtenu entre des neurones humains mis dans des bassins différents protégés par des cages de Faraday et mis en adhésion sur des circuits imprimés. Il apparaît des corrélations non-locales entre les différents sujets ou entre les différents neurones. Ces études sont

---

<sup>173</sup> Fred H.Thaheld, An interdisciplinary approach to certain fundamental issues in the fields of physics and biology: towards a unified theory., BioSystems 80 (2005), p 41-56



réalisées par des équipes de chercheurs indépendantes. Ce qui ressort de ces travaux, c'est que l'enchevêtrement quantique macroscopique, c'est-à-dire neuronal et cérébral, peut être constamment régénéré ou maintenu par le système neuronal. C'est-à-dire que, selon cet auteur, ces systèmes *défont* la décohérence... Il semblerait qu'il existe deux différents types de décohérence, l'une pour les systèmes inanimés et l'autre pour les systèmes vivants. Ces résultats démontrent indubitablement une possibilité d'action non locale. Thaheld va plus loin puisqu'il affirme dans le même article : « *Ce à quoi nous nous référons lorsque nous parlons d'événements mentaux pourrait être identique aux événements non-locaux quantiques, et proviendrait de la même source* ».

Que des études, dont l'objet n'a rien à voir avec la capacité intentionnelle mais qui pourrait avoir un « parfum quantique », selon les termes d'Abner Shimony (cf 4-4), puissent conduire des chercheurs à conclure à la nécessité d'explication par la physique quantique, renforcent notre conclusion. La détection d'un fonctionnement quantique cérébral, même indépendamment d'une activité intentionnelle, permet de conclure que ce type de fonctionnement est bien présent. Il répond aux exigences d'une capacité intentionnelle.

Bien que le nombre de neurones soit très élevé, et que les neurones fonctionnent en réseau, il semble étonnant que les cartes neuronales capables de traiter des quantités d'information énormes en un temps très court n'utilisent pas les logiques de calculateurs quantiques. Robert Jastrow<sup>174</sup> avait prédit en 1982 que la puissance de calcul des ordinateurs dépasserait celle du cerveau vers 1995. Malgré la poursuite de la loi de Moore, il semble que cela ne soit pas du tout le cas, même dix ans après cette date, sauf évidemment pour des calculs spécifiques. La probable raison viendrait du mode de fonctionnement du cerveau, lequel serait à la fois structuré en réseau et partiellement quantique. Que les ordinateurs soient de très loin supérieurs au cerveau dans le domaine du traitement arithmétique et mathématique ne change rien à l'incroyable supériorité du cerveau humain. Le premier bâton utilisé comme une arme était déjà nettement supérieur au poing pour asséner un coup.

#### **4 – 3 – D'autres hypothèses globales, moins convaincantes, sont également proposées**

---

<sup>174</sup> Robert Jastrow, *Au-delà du cerveau*, Paris, Mazarine, col. Pluriel, 1982

L'idée qu'il puisse y avoir des phénomènes quantiques au niveau cérébral a été exprimée par différents physiciens dès les années 70 du 20<sup>ème</sup> siècle. Leurs raisons ne sont pas toujours très convaincantes. On peut citer en particuliers les partisans de la parapsychologie ou de l'ésotérisme, tels Olivier Costa de Beauregard<sup>175</sup>, Russel Targ et Harold Puthoff<sup>176</sup>, Brian Josephson, Fritjof Capra<sup>177</sup>, et Jean Charon<sup>178</sup>. Plus récemment, Danah Zohar<sup>179</sup> veut construire une psychologie « holistique » quantique et Graham Cairns-Smith<sup>180</sup> propose que la réalité physique de la conscience soit un condensat neuronal Bose-Einstein. Pour Raphaël Cannenpasse-Riffard, l'intégration de la physique quantique à la biologie et à la médecine va entraîner une véritable révolution dans la recherche biomédicale, par une transformation des concepts de santé et de maladie<sup>181</sup>. Margenau lui-même cite Rupert Sheldrake et sa théorie des champs morphogénétiques (livre meilleur candidat pour la destruction par le feu selon la prestigieuse revue Nature<sup>182</sup>).

On ne peut pas justifier la physique quantique par des conceptions spiritualistes, mystiques, ou ésotériques, puisque les théories de la physique quantique n'ont nullement besoin de ces apports pour être validées. Réciproquement, vouloir justifier des conceptions spiritualistes, ou paranormales, par la physique quantique, suppose que ces conceptions sont fondées sur des faits. S'il s'agit d'expliquer des phénomènes dits paranormaux par la physique quantique, il faudrait prouver préalablement que ces phénomènes existent. Autant il est certain que l'action intentionnelle existe, autant rien ne prouve que la psychokinèse et la télépathie existent.

En revanche, s'il s'agit de s'appuyer sur les théories quantiques pour montrer qu'elles ne s'opposent pas aux diverses conceptions

---

<sup>175</sup> Olivier Costa de Beauregard, *La physique moderne et les pouvoirs de l'esprit*, Paris, Le Hameau, 1980

<sup>176</sup> Russel Targ et Harold Puthoff, *Aux confins de l'esprit*, Paris, Albin Michel, 1978

<sup>177</sup> Fritjof Capra, *Le tao de la physique*, Paris, Tchou, 1979

<sup>178</sup> Jean Charon, *L'esprit cet inconnu*, Paris, Albin Michel, 1977 ; *Mort voici ta défaite*, Paris, Albin Michel, 1979

<sup>179</sup> Danah Zohar, *Conscience et Science contemporaine : Le Moi quantique*, Monaco, Rocher, 1993

<sup>180</sup> Graham Cairns-Smith, *Evolving the mind: on the nature of Nature and the origin of consciousness*, New York, Cambridge univ press, 1996

<sup>181</sup> Raphaël Cannenpasse-Riffard, *Biologie, médecine, et physique quantique*, Embourg (Belgique), Marco Pietteur, 2002

<sup>182</sup> Sheldrake Ruppert, *A new science of life*, Londres, Granada, 1983

métaphysiques et religieuses (Bouddhisme, Advaita Vedanta, Taoïsme, mystiques juifs, chrétiens et musulmans ...), la signification est claire. Le but est seulement de montrer que la conception entièrement déterministe du fonctionnement de l'univers, telle que transmise par la physique classique, la chimie et la biologie, peut être rejetée et que le conflit entre science et religion, sur cet aspect, est aboli. Le fait que la physique, la science fondamentale qui étudie les lois qui régissent la matière, reconnaisse l'indéterminisme en son fondement, autorise de recourir à des conceptions qui nient le déterminisme.

Cela n'autorise nullement à rejeter l'approche logique et la référence au déterminisme de méthode quand le champ d'application le demande. Dans la mesure où ces « théories » ont pour but de justifier des positions spiritualistes, en les « validant » par les apports scientifiques, on comprend que ce propos ait pour conséquence que toute référence, en ce qui concerne le psychisme, à la physique quantique, provoque des réactions de rejet de la part des scientifiques, et plus spécifiquement des scientifiques aux *a priori* déterministes (de méthode). Instrumentaliser la science n'est pas réfléchir sur les données scientifiques. Lui faire dire ce qui lui est étranger c'est l'utiliser, intentionnellement à des fins spécifiques ; cela ne grandit certes pas ceux qui le font.

On ne peut dire que la mécanique quantique explique l'activité intentionnelle. Nous avons seulement conclu que l'existence de l'activité intentionnelle conduit à la nécessité de non détermination, là où l'intention agit, c'est à dire sur le cerveau, et que la physique quantique, colonne vertébrale des sciences de la matière, lui permet bien d'exister, ou encore, lui laisse une place. Cette place existe bel et bien au niveau cérébral.

#### **4 – 4 – On peut donc définir où se positionne l'indéterminisme cérébral qui permet l'action intentionnelle**

Les chercheurs trouveront à quel niveau intra neuronal ou synaptique ont lieu les phénomènes quantiques que nous recherchons à un niveau que nous pouvons qualifier de biologique. Ce n'est certes pas la philosophie qui, seule, permettra de trouver les modalités d'action de l'intention sur le cerveau ; au moins elle peut affirmer que les scientifiques trouveront. Il reste que les raisons qui poussent certains chercheurs à vouloir prouver le fonctionnement quantique du cerveau ne

sont pas claires. Cette absence de clarté dans les raisons conduit à la question de Nancy Cartwright dans un débat avec Roger Penrose : « *Quelles raisons amènent Roger Penrose à penser que les questions qui ont trait à l'esprit et à la conscience doivent trouver réponse dans la physique plutôt que dans la biologie ?* »<sup>183</sup> Question finalement sans réponse de la part de Penrose. Dans ce même débat, Abner Shimony propose plusieurs pistes de travail. Je ne retiendrai ici que celle qui touche à l'intentionnalité : « *Si [...] n'importe quelle théorie de l'esprit, doit atteindre à la maturité scientifique et gagner des adeptes, il faut qu'elle accorde une grande attention aux phénomènes psychologiques. Certains de ces phénomènes ont un « parfum quantique » : par exemple [...], l'intentionnalité [...].* »<sup>184</sup> Ainsi, les raisons pour lesquelles Roger Penrose estime que la mécanique quantique est nécessaire au fonctionnement de l'esprit ne sont pas identifiables, mais Shimony offre une sorte de « porte d'accès ». Tant qu'il ne sera pas montré que des aspects du fonctionnement mental exigent un indéterminisme tel que le décrit la physique quantique, la référence à cette dernière restera artificielle. La capacité intentionnelle de l'être humain est indéniablement un de ces aspects, puisqu'une telle indétermination est nécessaire.

Pour McFadden, la mécanique quantique doit permettre de donner une explication à ce qu'il nomme la « directivité » de l'action des êtres vivants, ce qui signifie qu'une sorte de proto-intentionnalité, puis une intentionnalité sans conscience réflexive sont possibles (c'est même indispensable pour que la conscience humaine puisse apparaître...). Susan Pockett ne cite jamais la physique quantique et cherche davantage un principe global dont les caractéristiques seraient identiques à ce qu'elle nomme *conscience*. Elle affirme qu'une définition de la conscience dans sa globalité est hors de portée, ce qui peut être mis en doute, car aucune définition n'est jamais absolue. Néanmoins, elle pose qu'il existerait une identité entre la conscience dans sa globalité et ce qu'elle appelle *une configuration spécifique du champ électromagnétique cérébral*. Pour presque tous les chercheurs qui cherchent un principe physique, c'est la subjectivité qu'ils répugnent de positionner au niveau des mécanismes biologiques, car les caractéristiques qu'ils supposent à la conscience ne leur semblent pas

---

<sup>183</sup> Roger Penrose, *Les deux infinis et l'esprit humain*, Paris, Flammarion, 1999, chapitre 5

<sup>184</sup> Roger Penrose, Ouvrage cité, chapitre 4, p 172

compatibles avec celles qu'ils accordent aux mécanismes biologiques. Il semblerait donc que la motivation des chercheurs se trouve dans une sorte de contemplation de la « beauté » de la physique quantique qui correspond à l'image qu'ils se font de la conscience. Le problème spécifique de l'action intentionnelle n'est quasiment jamais évoqué, sauf chez Eccles qui cherche une solution à ce qu'il appelle *l'action de la conscience sur le corps*. Mais Eccles n'analyse pas non plus les problèmes spécifiques propres à sa solution. Car s'il est vrai que la physique quantique, parce qu'il s'agit d'une physique générale qui est explicative de la chimie, de la structure de l'ADN et des macromolécules, et qui est la science de base de la matière, est la réponse à l'exigence d'indéterminisme, il reste qu'elle n'explique pas l'intention. Elle la permet, mais ne l'explique pas.

Tous ces chercheurs, sauf Eccles, cherchent à **expliquer** la conscience par la physique quantique, même si c'est sans nommer cette dernière, comme Pockett. Eccles ne cherche pas à montrer que c'est hors de portée, puisque pour lui c'est évident, car de toute façon ses *a priori* métaphysiques sont religieux et dualistes.

#### ***4 – 4 – 1 – L'indéterminisme quantique neuronal et cérébral est une nécessité***

Les connaissances actuelles permettent d'identifier de manière relativement précise où se situent les lieux de non détermination. Les liaisons synaptiques sont très souvent indéterministes et il ne paraît guère imaginable que cela n'ait aucun sens par rapport à notre recherche. Mais, qu'il s'agisse de certaines synapses, des microtubules neuronaux, du champ électromagnétique cérébral, de modifications de l'entrée de l'ion  $\text{Ca}^{++}$  dans les neurones corticaux accélérant les communications inter-neuronales, ou d'autres pistes encore non explorées (cellules gliales, par exemple), les possibilités d'indétermination sont déjà suffisamment nombreuses pour considérer que la recherche dans le cerveau des régions d'indétermination par lesquelles l'intention est agissante pourra devenir bientôt un axe de recherche à part entière.

Il existe des données prouvant que certains neurones agissent de manière imprévisible. Il apparaît que de très nombreuses connexions synaptiques sont probabilistes, et peuvent être modulées. Des effets tunnels sont imaginables dans certaines structures internes des neurones,

et un champ électromagnétique pourrait à la fois unifier des fonctionnements neuronaux et être influencé par eux. Par ailleurs, les réseaux neuronaux sont aujourd'hui de plus en plus précisément décrits, ainsi que le synchronisme neuronal corrélé à l'attention. Il est donc manifeste que l'indéterminisme quantique, que nous avons identifié comme l'indéterminisme nécessaire à l'activité intentionnelle, doit avoir un rôle dans le fonctionnement cérébral. Cela signifie qu'il est, à ce jour, tout à fait concevable que l'indéterminisme quantique soit maintenu à l'échelle macroscopique du cerveau, et en particulier grâce à l'existence d'un champ électromagnétique permettant de moduler les actions neuronales. Les difficultés résident davantage dans des problèmes pratiques expérimentaux et dans des définitions précises des modalités de fonctionnement, que dans les modèles théoriques.

Nous pouvons en déduire que l'organisation du vivant, au niveau neuronal, et plus particulièrement dans le cerveau des êtres humains, pourrait permettre d'enclencher des effets macroscopiques des mouvements des particules élémentaires, qui sont impossibles dans une structure homogène comme le sont les structures physiques inanimées. En présence de résonance stochastique, la proportion de la cohérence dans la sortie du message synaptique avec l'entrée périodique augmente avec le niveau d'indéterminisme en entrée. Il existe un niveau d'indéterminisme optimal, celui-ci pouvant être des variations de stimulation venues de neurones individuels ou de modifications du champ électromagnétique (quantique) cérébral. Cet indéterminisme pourrait être modifié ou amplifié par l'action intentionnelle. Lors de la synchronisation des activités neuronales, est rétabli le déterminisme de l'action du cerveau sur les organes périphériques. Cette relation entre, d'une part, l'indéterminisme qui permet l'action intentionnelle et, d'autre part, le déterminisme qui conduit aux processus de cette action, reste encore très mal comprise.

#### ***4 – 4 – 2 – Quelles sont les limites de chacune des hypothèses actuellement émises ?***

*4 – 4 – 2 – 1 – On ne peut pas plus expliquer la subjectivité par la physique quantique que par la neurologie*

Eccles mis à part, les auteurs ci-dessus cités cherchent à expliquer la subjectivité, la conscience dans son sens large, par la physique quantique. Quitte, tel Penrose, à proposer un changement dans les

concepts de la physique quantique (la réduction objective de la fonction d'onde, laquelle est une auto-réduction). Or, on ne voit pas comment une subjectivité et l'action selon une fin peuvent être mieux expliquées par la physique, serait-elle indéterministe, que par la réentrée de signaux neuronaux. Edelman lui-même, préfère employer des termes comme *sous-tendre* plutôt que *déterminer* ou *expliquer*, ce qui est judicieux.

Peut-on expliquer une subjectivité par des fonctionnements objectifs, une fin par une indétermination ? Une probabilité n'est pas un fait, c'est un concept. Comment un champ de probabilité peut-il être un fait ? Le fait est obtenu par la mesure. Dans ce même sens, la subjectivité ne peut pas être de l'ordre du fait, seul le résultat de l'intention peut l'être. C'est en posant que la conscience est un fait que les neurologues peuvent corrélérer la conscience à un fonctionnement neuronal, sinon, ils ne pourraient rien corrélérer. En réalité, ils corrèlent au fonctionnement neuronal soit ce qui est dit, soit un comportement qu'ils estiment conscients. On ne peut pas parler d'un fait de conscience (je perçois une couleur bleue), mais du fait de ce qui est dit ou du fait du comportement qui y est associé. Que je dise le mot bleu, ou que je montre que j'ai compris ce qu'est le bleu en prenant un crayon bleu, dans les deux cas, l'observateur « déduit » que je suis conscient à partir de sa propre expérience subjective du bleu. On ne peut nullement déduire ce qu'il est, en termes de conscience, d'un fait objectif (on mesure des décharges neuronales dans le cerveau). L'observateur conclut à la conscience de ce qu'il observe, en référence à sa propre subjectivité. La conscience n'est pas un fait, mais ce qui, grâce au langage permet de poser, décrire et définir un fait.

La physique quantique ne peut pas plus expliquer le problème de la conscience ou de la subjectivité, ce que les anglo-saxons appellent les qualia, que ne le peuvent des décharges de neurones en réseaux. On peut concevoir qu'une corrélation très étroite puisse être trouvée entre le fait d'une parole et certaines configurations électromagnétiques; est-ce que cela conduit à affirmer que le deuxième explique l'état subjectif qui permet la production du premier ? C'est élargir de manière outrancière le concept d'explication. Constaté que pour une configuration matérielle donnée, il y a un fait que l'on prétend être de conscience, est une chose ; affirmer qu'il s'agit d'une explication en est une autre. On ne voit pas au nom de quoi on pourrait accorder une fonction explicative supérieure à

l'analyse quantique plutôt qu'à l'analyse neuronale. Par contre, ce en quoi la référence à la physique quantique est supérieure, c'est qu'elle rend l'action intentionnelle logiquement possible.

*4 – 4 – 2 – 2 – L'homologie de l'intention et de l'indéterminisme quantique ne signifie pas une identité*

Conformément aux théories des atomistes grecs, et en particulier à celles d'Épicure, l'indéterminisme de la particule élémentaire correspond à celui qui peut être déduit de l'existence de l'activité intentionnelle, au niveau du cerveau. La particule élémentaire est à la fois non-spatiale dans ce qu'elle est, et spatiale par son action au niveau cérébral. Nous pourrions ajouter un troisième résultat pertinent pour notre problématique, c'est que, au niveau quantique, il n'existe pas de description qui puisse correspondre à notre expérience matérielle quotidienne : « *One trouve pas un monde de choses et de faits, délimités, dotés de qualités précises, mais des particules élémentaires, qui forment l'invariant d'un monde de potentialités, de possibilités, ou mieux d'un système de transformation probabiliste de situations* »<sup>185</sup> Ne peut-on pas transposer cette conclusion à la conscience intentionnelle, laquelle ne peut pas être décrite comme un monde de choses et de faits, délimités, dotés de qualités précises, mais comme une donnée subjective, élémentaire, qui forme « *l'invariant d'un monde de potentialités, de possibilités, ou mieux d'un système de transformations probabilistes de situations ou d'événements* » ?

Si notre langage, naturel puis artificiel, s'est avéré adapté à la recherche scientifique en science de la matière, malgré la rupture apportée par la physique quantique, il ne s'est jamais montré bien adapté aux sciences humaines et particulièrement à la psychologie. Cornelius Castoriadis arrive à la conclusion suivante : « *Car une signification, toute signification, y compris celle référée au réel ou au rationnel - chien, cercle - est essentiellement indéfinie et indéterminée ; lorsqu'on prend en considération l'être plein de la signification, la logique identitaire-ensembliste n'a pas sur lui de véritable prise. Dire d'une signification qu'elle appartient à... ou qu'elle se décompose en..., si ces termes ne sont pas pris comme les plus maladroites des métaphores, n'a guère plus de sens que de*

---

<sup>185</sup> Michel Bitbol, *Mécanique quantique – Une introduction philosophique*, Paris, Flammarion, col. Champ, 1996



*dire qu'elle est bleue ou jaune, chargée d'électricité positive ou négative. (Dans un éclair de génie, un éminent linguiste a écrit un jour : « jument = cheval + femelle ». Si, comme c'est l'usage, le signe + dans cette expression indique l'opération d'un groupe additif, il en résulte que, pour L. Hjelmslev, une femelle est une jument dont on soustrait la chevalinité). Pris pleinement, les significations ne sont pas des éléments et ne composent pas des ensembles : le monde des significations est un magma. »*<sup>186</sup> L'idée que le monde des significations est un magma *retentit* en nous (selon le sens de ce terme chez Bachelard) de manière éclairante avec le concept d'enchevêtrement (ou intrication) en physique quantique.

Les particules élémentaires se situent au niveau de ce qu'il est commun d'appeler le monde quantique. Leur utilisation par les macromolécules qui « dirigent » leurs flux se situe au niveau du monde classique, ou au moins à ses limites. Dans une approche de biologiste ouvert à la physique quantique, il s'agit d'objets ayant des propriétés spatiales et temporelles propres au monde classique, et dont la configuration favorise l'« effet tunnel », cette caractéristique du monde quantique, conséquence du principe d'indétermination. Nous sommes dans une situation où des particules, « *invariant d'un monde de potentialités* », prennent, dans le cadre de leur utilisation par les structures vivantes, et dans le cadre de leur intégration dans le vivant, c'est-à-dire selon des processus homologues à celui d'une mesure, le statut de choses délimitées, dotées de qualités précises. Ce statut n'est probablement pas permanent. Comme le montre McFadden, les protons et électrons qui entrent en jeu dans les réactions biochimiques sont souvent en superposition quantique et la mesure, ici l'activité enzymatique, consiste à les faire passer d'un état de superposition à un état délimité momentané.

L'utilisation par la conscience intentionnelle des propriétés quantiques ne donnerait à ce monde de potentialités le statut de choses délimitées, qu'après l'action de l'intention. Que signifie hésiter si ce n'est se positionner dans un « *système de transformations probabilistes de situations* » ? Lorsque j'hésite, je suis dans une double situation et le choix que je prendrai ne peut être décrit qu'en termes probabilistes. L'intention en hésitation est dans un état que l'on pourrait qualifier de *superposition quantique* avant la mesure. L'intention ayant agi

---

<sup>186</sup> Cornelius Castoriadis, *L'institution imaginaire de la société*, Paris, Seuil, col. Points, 1975, p 359

correspond au processus de mesure. Elle réalise ce qui n'est que potentiellement.

Il y a bien une « étrange » homologie entre la description que donne la physique quantique de la matière à son niveau le plus fin et la description que nous pouvons donner de la capacité à l'action intentionnelle. Cela ne donne en rien le droit de passer de la constatation d'homologie à l'affirmation d'une identité ou d'une explication. Lorsque je suis intentionnel, je suis probablement mais non uniquement quantique. Je suis en premier lieu intentionnel.

Susan Pockett cite la pensée de Maharishi Mahesh Yogi, qui identifie le champ quantique à la « conscience pure ». Il faut préciser que, par cette identification, celui-ci décrit la conscience pure comme une conscience source de toute possibilité, **et non agissante**, donc non intentionnelle. Serait-elle valable, qu'elle n'est pas une explication, elle serait plutôt de l'ordre de la constatation. Cela ne signifie pas que le champ quantique est conscient, mais que l'état de « conscience pure » serait un état de conscience qui se positionnerait au niveau quantique, car c'est bien un sujet (doté d'un cerveau) qui expérimenterait cet état de conscience. Et comment expliquerait-on la capacité à agir intentionnellement à partir du fondement quantique ? Nous avons déjà rencontré ce problème avec Gell-Mann et ses SCUI (chap. 3, 3). McFadden identifie le fait que le soubassement quantique accélère la directivité des activités enzymatiques, conçue comme l'utilisation de l'effet tunnel par une structure spatiale située aux confins du monde classique, avec le fait que ce sont ces structures quasi-classiques qui dirigent. *Laisser la place et être cause* doivent être distingués. Les histoires rationnelles de Griffiths permettent de calculer des probabilités, elles ne définissent pas la direction choisie.

Identifier l'intention à l'interaction quasi quantique, à cette limite qui se situe entre le monde classique local, délimité, et le monde quantique non-local, fait de potentialités, c'est oublier que l'intention est d'abord représentation et but. Toute indéterministe que soit la physique quantique, elle reste étrangère à la finalité. Toute affirmation d'une identité entre la conscience – et plus précisément l'intention –, et n'importe quelle structure matérielle, revient à affirmer que la conscience, ou l'intention, **est déjà dans la structure**. Les théories darwiniennes se sont appliquées à remplacer l'intention par des

mécanismes associant variations (aléatoires) et sélection (survie de ce qui fonctionne). Adaptées au niveau de l'évolution du vivant, et au niveau de nombreux processus fonctionnels, ces théories ne peuvent expliquer l'action intentionnelle. Réciproquement, considérer que l'action intentionnelle est déductible de la physique quantique, revient à l'identifier à un soubassement matériel, ce qui revient affirmer que la matière elle-même n'est pas complètement matérielle, et on ne voit alors pas pourquoi son évolution serait régie entièrement par un mécanisme darwinien. C'est l'existence d'une action intentionnelle humaine qui pose un problème qui se transmet à tout le vivant.

*4 – 4 – 2 – 3 – La relation entre intention et champ quantique ne peut être une relation de contiguïté*

McFadden suppose que l'intention peut être identifiée à l'action du champ électromagnétique. C'est oublier l'impossibilité logique d'identifier l'intention à un champ physique, à moins de re-concevoir ce que sont la matière et la relation du vivant à la matière. Toute l'ambiguïté de la position de McFadden est de laisser croire que le niveau quantique **explique** le fonctionnement du vivant. En réalité, il montre que le quantique supprime les conclusions d'impossibilité d'une action intentionnelle. Dire que l'action dirigée est la conséquence d'un effet anti-Zénon, ou encore d'une série serrée de mesures, c'est oublier que ces mesures sont réalisées au niveau classique ou semi classique, et qu'elles ne sont pas expliquées par le domaine quantique. Par contre, on peut dire que les histoires rationnelles de Griffiths montrent bien l'absence de contradiction entre ces actions dirigées et l'existence du monde quantique.

Eccles pose que la conscience agit sur l'équivalent d'un champ quantique. Mais comment l'intention peut-elle agir sur un tel champ ? Eccles ne se pose pas cette question. Il affirme que l'intention doit déplacer les probabilités. Ce qui est certain, malgré ce qu'il suggère, c'est que la relation entre l'intention et le champ de probabilité quantique n'est pas une relation de contiguïté, comme l'est la relation entre la main qui prend le verre et le verre lui-même. Pour que l'intention puisse agir sur ce champ de probabilité, il faut que ce champ lui-même puisse n'avoir aucune caractéristique matérielle. Déplacer des probabilités n'est certainement pas agir sur une particule pour qu'elle prenne un chemin

spécifique, comme nous frappons un ballon pour l'envoyer vers le but. La définition d'un champ, même conçu comme un champ de probabilité, ne lui donne aucune des propriétés d'un objet sur lequel une action directe est concevable. On ne peut concevoir deux champs contigus agissant l'un sur l'autre comme un objet sur un autre.

Il y a donc une possibilité de réconcilier les deux points de vue. Comme nous avons recherché non pas un *champ* mais une non détermination fondamentale, à partir de la certitude que l'intention existe, c'est bien le mot *probabilités* dans le concept de *champ de probabilité* qui doit retenir notre attention. L'intention pourrait être conçue comme un modificateur de probabilités, dans le sens où les répartitions de probabilités sont déplacées. Par quel mécanisme ? La seule réponse possible est que nous sommes ici à un niveau où n'existe plus d'explication mécanistique. Déjà, en physique quantique, on sait qu'il est illusoire de croire pouvoir un jour définir des mécanismes au niveau infra particules élémentaires, et que seules des analyses probabilistes sont possibles. Pourquoi voudrait-on trouver des mécanismes à l'action de ce qui se positionne en dessous des possibilités d'analyse mécanistique ?

L'incapacité à expliquer l'action de l'intention rejoint alors directement notre incapacité, de principe, à fournir des explications aux mécanismes que décrit la mécanique quantique.

#### ***4 – 4 – 3 – Peut-on départager aujourd'hui les différentes hypothèses ?***

À ce stade de notre réflexion, nous n'avons pas d'éléments pour juger de la validité d'une hypothèse plutôt que d'une autre. McFadden est très critique vis à vis des hypothèses de Penrose et Hameroff, car selon lui les fonctions des tubulines dans les microtubules des neurones sont bien connues et seraient incompatibles avec un fonctionnement quantique. Il serait partisan d'une modification de la sensibilisation des neurones par baisse de la différence de potentiel membranaire. Son hypothèse est voisine, sur cet aspect, de celle d'Eccles. Pockett n'émet aucune hypothèse sur l'action intentionnelle. Elle ne conçoit la conscience que sous son aspect subjectif.

Il semble que, quels que soient les lieux de description des phénomènes quantiques dans le cerveau, la première conséquence de ces phénomènes sera visible dans la modification de l'efficacité synaptique au sein de réseaux neuronaux. Cependant, il reste à expliquer comment

cette action peut être globale, et la réentrance proposée par Edelman semble être un modèle nécessaire. Il est possible que nous n'ayons, aujourd'hui, pas encore toutes les données pour départager ces théories. Manifestement, il s'agit de théories qui sont trop en avance par rapport aux connaissances actuelles et aux outils d'analyse expérimentale, pour être facilement testables. Souvenons-nous que la preuve définitive de l'existence des atomes a été apportée plus de 100 ans après la première théorie atomiste moderne, et que la réponse définitive au paradoxe EPR a été apportée 56 ans après qu'il a été posé. Dans ce cas précis, la complexité de la situation conduira probablement à des modèles qui intégreront de nombreux aspects complémentaires : auto-organisation, fonctionnement en réseau, intégration et réentrance, indéterminisme et sélectionnisme, phénomènes quantiques utilisables ou pas par l'intention, déplacement l'origine des séries déterminées dans les différentes régions cérébrales, en fonction de la nature de l'intention, etc.

Ces théories ont un point commun important : contrairement à ce qui est affirmé par leurs auteurs, elles n'expliquent pas l'intention, mais la rendent possible. Dans ce sens, et uniquement dans ce sens-là, elles sont toutes valables. Il est manifeste qu'étant reconnue l'intention, toutes ces hypothèses montrent que son existence est compatible avec les modalités du fonctionnement cérébral.

## **5 – L'indéterminisme quantique n'explique pas l'activité intentionnelle, il la permet.**

### **5 – 1 – On ne peut déduire l'intention d'une indétermination quelle qu'elle soit**

Face au problème de l'intentionnalité, il s'avère que ces scientifiques veulent expliquer ce qui semble inconcevable – l'action réciproque de l'esprit sur la matière et de la matière sur l'esprit –, et pour cela ils s'appuient sur ce qui reste encore difficilement concevable : la physique quantique. Leur recherche ne semble pas bâtie sur la nécessité conceptuelle d'une science comme la physique quantique à partir de faits certains comme l'activité intentionnelle. Elle est construite sur le fait que notre connaissance de la matière révélant un « mystère », ce mystère est supposé « expliquer » une croyance aussi inconcevable.

C'est la porte ouverte à l'interprétation de toute supposition, laquelle pourra être présentée comme certaine et factuelle, uniquement

parce qu'elle ne semble pas plus mystérieuse que les théories de la physique quantique. Or un mystère, ou une inconcevabilité, ne peut être « expliqué » par un autre mystère, ou une autre inconcevabilité.

Comme l'a montré Meyerson, la relation d'explication est une relation d'identité entre ce qui est expliqué et ce qui explique<sup>187</sup>. Cela suppose que ce qui explique et ce qui est expliqué sont chacun concevables. Mais l'identité entre deux inconcevables serait fondée sur leur inconcevabilité respective. Pourtant, si je ne peux concevoir ni l'un ni l'autre comment puis-les déclarer identiques ? Leur identité n'est que verbale. Pour qu'un inconcevable puisse être déduit d'un autre inconcevable, il faut avoir établi une relation de nécessité entre le premier et le deuxième. Un croyant du déterminisme absolu peut affirmer que l'intention est inconcevable car, pour lui, tout ce qui se conçoit est déterministe ; il ne peut y avoir de place pour l'intention. Néanmoins, il finit par admettre l'indéterminisme quantique car les expérimentations l'obligent à l'admettre. Va-t-il pour autant en conclure que cet inconcevable prouve celui qu'il nie ? Il n'en a aucune raison. Il affirmera que l'intention est un « comme si ». Nul ne peut établir de relation nécessaire de l'indéterminisme vers l'action dirigée, ou vers une représentation mentale. Pas davantage, ne puis-je déduire de l'indéterminisme quantique la lévitation, les fantômes, ou un monde surnaturel.

Une inconcevabilité comme celle de la physique quantique est d'abord une inconcevabilité de fait, avant de devenir une inconcevabilité de principe (puisque le « concept explicatif » devient inconcevable). Les scientifiques ont été obligés, pour décrire les lois de la matière, de bâtir des théories mathématiques que nous ne pouvons concevoir à partir de notre intuition de l'espace et du temps. Cela ne permet nullement de conclure à la nécessité de n'importe quelle forme d'inconcevabilité ni que toute théorie, quelle qu'elle soit, qui affirme l'irréalité du temps et de l'espace sera vraie. L'inconcevabilité du quanton d'onde ne permet pas d'accepter l'inconcevabilité des fantômes, ou toute autre forme d'inconcevabilité. Pour qu'une inconcevabilité soit acceptable, il faut d'abord qu'elle soit nécessaire. C'est le cas de la physique quantique, et c'est également le cas de l'indétermination à laquelle conduit l'existence

---

<sup>187</sup> Émile Meyerson, *De l'explication dans les sciences*, Paris, Fayard, réédition 1995

de l'intention. Il existe une relation nécessaire de la seconde vers la première, mais sans réciproque nécessaire. La physique quantique n'est pas suffisante, à ce stade, pour déduire l'intentionnalité.

L'existence d'un indéterminisme nécessaire, tel que décrit par la physique quantique, ne signifie en rien la fin de la pensée rationnelle. Au contraire, la pensée rationnelle et le formalisme mathématique se sont imposés dans la compréhension du fonctionnement de la nature. Comme le remarque Roland Omnès, l'adéquation du formalisme mathématique à la description de la nature est au contraire l'une des conclusions du développement de la physique moderne. Cette adéquation montre les limites du déterminisme et non du formalisme. Car la pensée rationnelle se transforme en une description en langue mathématique. La description mathématique est de plus en plus conforme au fonctionnement du monde, même si cela ne signifie pas qu'elle est explicative de ce fonctionnement du monde. Elle a un rôle opérationnel avant d'être explicatif.

Certains, comme Penrose, pensent que la physique quantique est parfaitement rationnelle et déterministe, et que ce sont les interactions nécessaires entre monde classique et monde quantique, par l'intermédiaire de la mesure, qui sont indéterministes. C'est une affirmation qui, non seulement ne change rien aux conséquences, mais en réalité ajoute de l'incompréhension. Car de toute manière, c'est bien à partir du monde classique dans lequel nous vivons, que nous avons sondé le monde quantique, et si nous voulons concevoir le monde classique comme une conséquence du monde quantique, nous sommes bien obligés de reconnaître l'indéterminisme de ce passage du quantique au classique. Mesurer n'est possible que s'il existe une indétermination, car il faut bien que celui qui mesure conserve une forme d'indépendance par rapport à ce qu'il mesure.

On peut pourtant reconnaître que la possibilité de formaliser l'indéterminisme lui-même, et la non-contradiction de ce dernier avec un déterminisme à l'échelle qui est la nôtre, libèrent toute conception qui cherche à intégrer ce qui est, par essence, non rationnel, mais dont l'existence est indéniable, tel que l'action intentionnelle. Toute croyance est de l'ordre de l'intentionnalité. Toute conception du monde qui donne un sens aux sujets acteurs de leur vie ne peut plus se voir adresser une fin de non-recevoir pour cause de contradiction avec le prétendu

déterminisme des lois de la nature. Que nous puissions avoir des conceptions erronées, que nous puissions développer des plans d'action qui réussissent, malgré des fondements qui s'avèrent faux, après coup, sont autant de preuves que le fonctionnement du monde est tel qu'il permet de telles conceptions, de telles actions. Un tel monde, fondé sur un indéterminisme fondamental et partiel, ne peut s'opposer de principe à des conceptions qui exigent l'indéterminisme. Toute conception fondée sur la signification ne peut plus être rejetée uniquement pour incompatibilité *a priori* avec les connaissances scientifiques.

Par exemple, il n'est pas vrai que l'acteur économique est rationnel (dans le sens de « déterminé ») et contraint d'optimiser son intérêt ; toutes les constructions de théories économiques qui le supposent sont donc fausses, de principe. Mais cela n'empêche en rien de bâtir une théorie scientifique. L'acteur économique est d'abord intentionnel et bon nombre de ses choix sont des choix signifiants ; il est donc irrationnel dans le sens où ses choix ne sont pas déterminés. Vouloir fonder une science économique sur la prétendue rationalité des acteurs n'est pas faire preuve de plus de scientificité car on ne peut rationaliser ce qui est signifiant.

Le déterminisme absolu ne peut plus être le fondement de l'approche scientifique, puisque, et la physique quantique en est le plus bel exemple, l'indéterminisme en dessous d'une certaine échelle ne s'oppose en rien avec le déterminisme à une échelle supérieure. Les conceptions de Le Dantec et de ceux qui pensaient, ou pensent encore, selon la même logique, sont désormais dépassées. Cela ne conduit pas à la conclusion que tout est irrationnel, mais à la conclusion que l'irrationalité est possible (dans le sens de l'intentionnalité), et qu'elle n'est pas toujours contradictoire avec la rationalité (dans le sens de la détermination).

### **5 – 2 – La recherche d'explication de l'intention est un obstacle à la compréhension du rôle de l'indéterminisme quantique**

Le cerveau est un organe du corps humain. En tant que tel, son fonctionnement est soumis aux déterminations générales du corps (température, vascularisation, oxygénation, consommation d'énergie). De plus, il existe un déterminisme neurologique qui peut être analysé selon les approches de la biologie moléculaire, de la biochimie, de la physique, etc... Pour la majorité des jonctions synaptiques, la



transmission met en œuvre des processus chimiques par l'intermédiaire de molécules organiques : les neuromédiateurs. La terminaison synaptique contient des vésicules de neuromédiateurs. L'arrivée de l'onde de dépolarisation provoque une augmentation de la perméabilité de la membrane aux neuromédiateurs. Ceux-ci se trouvent libérés dans l'espace intersynaptique (d'une épaisseur de l'ordre de 10 à 30 nanomètres) et viennent se fixer sur des récepteurs chimiques situés sur le neurone cible.

Lorsque ces récepteurs captent des neuromédiateurs, ils provoquent une augmentation de la perméabilité de la membrane du neurone-cible aux ions sodium. L'entrée d'ions sodium dans la cellule peut ainsi déclencher un nouveau potentiel d'action. En pratique, on constate qu'il faut souvent plusieurs dépolarisations successives pour libérer une quantité suffisante de neuromédiateur. On peut citer comme neuromédiateurs la noradrénaline, la dopamine, l'acétylcholine, l'acide gamma-amino-butyrique (GABA), etc... Le GABA est présent dans les synapses inhibitrices. Sa fixation sur les récepteurs a pour effet de bloquer provisoirement le fonctionnement du neurone cible. Il existe de nombreux inhibiteurs et activateurs des transmissions synaptiques. La plupart des descriptions des déterminismes de leurs fonctionnements moléculaires font très rarement référence à des éventuels effets quantiques.

Les travaux et les résultats brièvement mentionnés en 4-2 ne sont pas représentatifs des exposés généraux du fonctionnement des neurones, des réseaux de neurones et du cerveau. Il semble, au contraire, que l'accumulation des données qui montrent le déterminisme du fonctionnement cérébral peut devenir un empêchement conceptuel à rechercher les zones d'indétermination, c'est-à-dire celles qui sont à l'origine des séries neuronales déterminées qui conduisent à l'action. Comme il n'est plus possible de nier le fait de l'activité intentionnelle, il semble maintenant qu'un axe de recherche important est de savoir comment l'indéterminisme quantique propre au niveau subatomique peut ne pas se transformer en déterminisme au niveau macroscopique, niveau qui est celui du cerveau dans son fonctionnement global, en relation avec l'activité intentionnelle. L'étude de la synchronisation neuronale pourrait en être le point de départ.

John Eccles fut un des premiers neurologues à avoir compris que

l'indéterminisme cérébral était une nécessité. La raison qu'il invoque provient davantage de sa croyance dualiste que de la conclusion que l'intention est une réalité. Il reconnaît volontiers que la référence à la physique quantique en neurologie et l'étude de l'interaction cerveau-conscience est encore restreinte en 1994, date de la publication de son dernier livre<sup>188</sup>. Le fait de trouver du déterminisme dans le fonctionnement cérébral n'est pas en contradiction avec l'existence de zones d'indétermination qui sont au début des séries déterminées. Néanmoins, même si elle devra se poursuivre, elle est un obstacle conceptuel pour la recherche de lieux d'indétermination. Ainsi, la croyance déterministe pourrait devenir un obstacle à une compréhension fondamentale du fonctionnement cérébral. Cette croyance est accentuée par le fait que la révolution quantique n'est toujours pas prise en compte par la plupart des biologistes, neurologues, psychologues et philosophes.

Les lois de la physique quantique paraissent mystérieuses à notre entendement. C'est ainsi qu'il a pu être dit que les progrès dans l'explication du monde par les sciences se faisaient au détriment de notre compréhension de ce même monde. Mieux la physique décrit le monde et moins, semble-t-il, ce monde nous est compréhensible. Le formalisme mathématique de plus en plus complexe des lois de la nature a pour conséquence que ceux qui utilisent ce formalisme doivent réaliser une interprétation de ce formalisme dans une langue que nous comprenions, et l'expérience montre que cette interprétation est réellement une interprétation ; un indéterminisme nécessaire la sous-tend. Traduire le formalisme de la physique moderne en langage signifiant, c'est construire un sens et cette construction ne peut être déterminée. La construction de la physique quantique s'est faite en même temps que les physiciens débattaient pour comprendre ce que signifiaient les résultats qu'ils obtenaient. Soixante-dix ans après que les bases de la physique quantique étaient posées, il semble que le sens de cette théorie n'est toujours pas intégré et interprété de manière compréhensible, que ce soit par les scientifiques eux-mêmes, ou par les philosophes.

Pourtant, ces résultats semblent pertinents par rapport à notre problématique. Un des principaux résultats de la physique quantique est que toute mesure effectuée par l'homme pour réaliser les

---

<sup>188</sup> John C. Eccles, *Comment la conscience contrôle le cerveau*, Paris, Fayard, 1997, chap. 3, p 45-76

expérimentations en physique quantique peut s'apparenter à un sondage probabiliste. Cela signifie que par rapport à l'échelle qui est la nôtre et que nous pouvons élargir jusqu'à l'échelle de la macromolécule, le fondement de la matière ne répond plus aux lois déterministes. En dessous du niveau moléculaire, et surtout en dessous du niveau atomique, le champ quantique est indéterministe dans sa relation avec l'échelle qui est la nôtre.

Ortoli et Pharabod reconnaissaient déjà, en 1984, que la mécanique quantique apportait une véritable révolution intellectuelle : « *Les révolutions républicaines, marxistes, islamiques et autres risquent d'apparaître un jour insignifiantes face à la révolution quantique. Notre organisation socio-politique et nos modes de pensée ont été ou vont être bouleversés, davantage peut-être que par tout autre événement. [...] La science des 18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> siècles avait abouti au triomphe du matérialisme mécaniste, qui expliquait tout par l'agencement de morceaux de matière minuscules et indivisibles, agencement réglé par diverses forces d'interaction qu'ils exerçaient entre eux. Cette vision assez primitive, à laquelle se tiennent encore la plupart des biologistes, avait pour conséquence l'inutilité des religions et de celles des philosophies qui font appel à l'existence d'entités non matérielles. Le fait que ces morceaux de matières se soient révélés n'être en réalité que des abstractions mathématiques, non locales c'est-à-dire pouvant s'étendre dans tout l'espace, et de plus n'obéissant pas au déterminisme, a porté un coup fatal à ce matérialisme « classique ». [...] Quoi qu'il en soit, une chose est certaine : la situation philosophique - et religieuse - n'est plus bouchée comme il y a quelques décennies. Tout devient possible, et la vision assez noire, selon laquelle nous ne serions que le résultat éphémère et sans signification de chocs et de combinaisons de « petites billes » errant dans l'espace, n'est plus la vision scientifique. Le déterminisme n'est au mieux qu'une approximation statistique, et les constituants ultimes de l'univers peuvent rester liés entre eux en ignorant les distances qui les séparent à nos yeux : tels sont les enseignements de la physique quantique, confirmés par les récentes expériences. »<sup>189</sup>*

Cette révolution n'a pas encore été prise en compte dans la recherche en neurologie ou en philosophie de l'esprit. Les chercheurs en restent, pour la plupart, à une description mécanistique du

---

<sup>189</sup> Sven Ortoli et Jean-Pierre Pharabod, *Le cantique des quantiques*, Paris, La découverte, 1984, p 124-126

fonctionnement. Il est vrai qu'elle est associée aujourd'hui à la reconnaissance de fonctionnements aléatoires, conçus selon une la vision darwinienne associée à des théories systémiques – auto-organisation, complexité, davantage que selon la physique quantique. Cette nouvelle approche sélectionniste est-elle la première marche vers une analyse quantique du fonctionnement cérébral ? Y-aurait-il une relation à découvrir entre probabilisme quantique et probabilisme darwinien ?

Si tel est le cas, et je pense qu'il ne peut pas être contradictoire avec l'ensemble des conclusions de cette thèse, le formalisme du fonctionnement cérébral atteindra un jour, et même dépassera, la complexité du formalisme de la physique quantique, en incorporant l'indéterminisme à la biochimie et aux théories des fonctionnements en réseau. L'interprétation de ce formalisme, dans une langue qui permettra aux scientifiques eux-mêmes de « comprendre » ce qu'ils ont trouvé, deviendra elle-même indéterministe. Nous nous retrouverons face à l'existence d'une intentionnalité reconnue, et pourtant non déductible. Cette révolution scientifique sera-t-elle la deuxième révolution scientifique qui se profile après celle de la physique quantique ?

### **5 – 3 – L'espace nécessaire à l'action intentionnelle est bien apporté par la physique quantique**

Ce n'est pas parce que l'existence de régions d'indétermination dans le cerveau est nécessaire qu'il est pour autant facile de les identifier. Descartes était déjà arrivé à la conclusion de l'existence nécessaire d'une région permettant à la conscience d'agir sur le cerveau. Ce sont les manques de connaissance du fonctionnement cérébral, mais aussi les manques de connaissance du fonctionnement de la matière au niveau le plus fin, à l'époque, qui l'on conduit à émettre des hypothèses qui se sont révélées fausses. Il reste que la logique de sa démarche ne peut être ni niée, ni même, à ce jour, refusée. Le programme cartésien, comme l'a appelé Heidegger, même s'il est critiqué aujourd'hui par des neurologues<sup>190</sup>, est en fait le programme des biologistes et des neurologues, après avoir été celui des physiciens et des chimistes. Pour comprendre comment l'intention agit sur le cerveau, il fallait découvrir d'abord quels sont les principes de fonctionnement de la matière au plus fin, puis découvrir que les mécanismes de fonctionnement du vivant sont

---

<sup>190</sup> Antonio Damasio, *L'erreur de Descartes*, Paris, Odile Jacob, 1975

structurés aux frontières de ce niveau le plus fin, puis décrypter les mécanismes de fonctionnement des neurones et de leurs synapses, puis expliquer le fonctionnement des réseaux neuronaux et réaliser l'analyse des fonctionnements des relations entre chaque unité de regroupement neuronal.

Il est probable que la compréhension des modalités d'action de l'intention sur les structures cérébrales ne sera acquise *a minima* que lorsque seront à la fois précisées ce que je pourrais appeler d'un côté les « unités minimales intentionnelles », et de l'autre côté les unités minimales cérébrales initiant des séries déterminées cérébrales permettant l'action intentionnelle. On est en droit de douter que les chercheurs aient identifié de manière certaine tous les « micro-sites » intra-neuronaux, ou inter-neuronaux par lesquels l'indéterminisme quantique joue un rôle dans l'indéterminisme neuronal. Aujourd'hui, malgré les connaissances sur « l'effet tunnel », par exemple, on ne peut certifier les lieux où un tel effet se manifeste. Ce que les chercheurs ont identifié comme quantique, dans le fonctionnement neuronal, doit être considéré comme des hypothèses. Notre insuffisance de connaissances dans les mécanismes les plus fins de fonctionnement des neurones a pour conséquence que nous ne savons pas, encore à ce jour, poser les bonnes hypothèses sur les « lieux » d'indéterminisme quantique intra-neuronaux.

C'est dans la mesure où les travaux de recherche conduiront à l'identification de zones d'indétermination, qu'il sera possible de réaliser la transformation conceptuelle nécessaire à la compréhension de l'interaction entre intention et fonctionnement cérébral. Cette transformation conceptuelle a de forte chance de ne plus être accessible, comme celle de la physique quantique, sans interprétation signifiante, indéterministe.

#### **5 – 4 – La physique quantique ne justifie pas l'intention ; elle la rend possible**

L'utilisation de la physique quantique pour justifier le « libre arbitre » a souvent été une utilisation en quelque sorte inversée. La physique quantique ne justifie pas le libre arbitre, ni l'action intentionnelle, elle montre seulement que c'est possible, c'est-à-dire que l'existence d'une action ayant une fin n'est plus en contradiction formelle avec le déterminisme absolu de la physique classique.

Le refus de l'utilisation de la physique quantique dans ce but a été dénoncé mainte fois selon l'argumentation suivant : le libre-arbitre est inconcevable, c'est un mystère, et cela ne sert à rien d'ajouter un mystère à un autre mystère. On ne peut expliquer quelque chose par un inexplicable. Deux inconnus ne sont pas identiques sous prétexte qu'ils ne sont pas connus. Seul le savoir permet de définir des relations d'identité.

En revanche, s'il est montré que le lien entre deux inconcevables est nécessaire à la fois de fait et de principe, les présentations analogiques poétiques peuvent avoir un sens. Puisque la relation est nécessaire, nous pouvons partir à la recherche de représentations qui permettent dans l'intuition de saisir ce que notre entendement ne peut concevoir.

Il ne peut exister de relation, ni nécessaire ni suffisante, entre la concevabilité et la vérité d'une assertion. Une assertion fautive est le plus souvent concevable, et c'est parce qu'elle est concevable qu'il est possible d'en analyser la vérité. Une assertion inconcevable associe deux concepts qui ne peuvent être associés. Ainsi en est-il des concepts d'onde de probabilité de présence et d'intégrale de chemins. Mais comme ces associations se sont montrées pertinentes pour la recherche et ont conduit à des possibilités de prédiction de mesures d'une précision proprement hallucinante, force est de reconnaître que cette association correspond à une réalité.

Utiliser la mécanique quantique comme justification de l'existence affirmée de phénomènes paranormaux, comme la psychokinèse, la télépathie, la clairvoyance ou la précognition, et de manière générale ce qui est qualifié de perception extrasensorielle, est une erreur de logique. Il faut d'abord prouver que ces phénomènes existent, et, après, rechercher comment c'est possible. Mais, à ce jour, les diverses hypothèses avancées apportent plus d'informations sur les croyances de ceux qui les défendent que sur la réalité des faits.

Erwin Schrödinger critique l'utilisation de la physique quantique pour justifier le libre-arbitre, et ce, autant du point de vue physique que du point de vue moral. Il critique le point de vue de Jordan dans ces termes : « *Selon nos idées actuelles, les lois de la mécanique quantique, bien qu'elles laissent indéterminée les événements singuliers, prédisent des statistiques bien définies des événements [...]. Si un agent extérieur vient troubler ces statistiques, il viole les lois de la mécanique quantique et cette*

*circonstance est aussi peu acceptable du point de vue de la physique quantique que ne le serait du point de vue de la physique préquantique, une perturbation apportée dans une loi mécanique strictement causale. D'autre part [...] le même individu placé dans la même situation agit toujours exactement de la même manière. [...] Il s'ensuit que l'hypothèse de Jordan – une intervention directe du libre-arbitre venant combler l'intervalle d'indétermination – revient à poser une interférence avec les lois de la nature, même sous la forme qui est acceptée en théorie quantique. Mais à ce prix, évidemment, on peut obtenir n'importe quoi. Ce n'est pas une solution du dilemme. »<sup>191</sup>*

Ce qui pose problème c'est de vouloir justifier le « libre-arbitre ». L'expérience a montré que le physicien peut réaliser ses expériences et peut vérifier par l'expérimentation la mécanique quantique. Il peut donc réaliser des mesures intentionnellement, indépendamment de l'objet qu'il mesure, même si le résultat doit tenir compte de la façon dont la mesure est réalisée. De plus, Schrödinger pose sur la capacité intentionnelle un regard faussé. Comment peut-on croire qu'un individu puisse être placé deux fois de suite dans **la même situation**. Il est vrai que la compréhension et la possibilité d'action supposent des régularités de l'environnement. Mais, pour un acteur intentionnel, le seul fait d'avoir été dans la même situation précédemment rend la nouvelle situation différente. Si l'on peut, par la pensée, supposer qu'il s'agisse de la même situation, cela revient à affirmer que l'intention est déterminée, hypothèse erronée. Il n'est pas ici question de justifier le libre-arbitre, mais, à partir de la réalité de l'activité intentionnelle, par exemple celle d'un physicien réalisant son expérimentation, d'en déduire que pour qu'il puisse la réaliser, ce sur quoi son intention agit pour que son action orientée ait lieu, est nécessairement indéterminé. Cela fausse-t-il les statistiques ? Rien n'est moins sûr, car puisque l'intention consiste à faire se rencontrer des séries indépendantes, il s'agit d'un phénomène qui doit s'intégrer dans les données statistiques.

Schrödinger reprend aussi la critique de Cassirer sur le point de vue moral. « [...] cet aspect aléatoire des événements qui se produisent dans le monde matériel est bien certainement le dernier que l'on peut invoquer pour en faire le correspondant physique du comportement éthique de l'homme.

---

<sup>191</sup> Erwin Schrödinger, *Physique et représentation du monde*, Paris, Edition du seuil, 1992

*Celui-ci est tout ce que l'on veut sauf aléatoire, il est puissamment déterminé par des motifs qui vont des plus bas aux plus sublimes, de la cupidité et de la rancune à l'amour désintéressé du prochain ou à la dévotion religieuse totalement sincère »<sup>192</sup>.*

Pourtant, on ne peut invoquer l'indéterminisme quantique pour **expliquer** le comportement éthique. Le comportement éthique étant lui aussi intentionnel, il se positionne vis-à-vis de l'indéterminisme comme n'importe quelle intention. De plus, le terme « déterminé » est ici employé dans un sens tout différent de celui des déterminismes matériels. Il n'est pas possible de parler de motifs et de qualificatifs propres au jugement moral en les déclarant déterminés dans le sens matériel. Les déterminations exposées ici sont de l'ordre intentionnel, ce sont des motifs, ou des articulations ; ce ne sont pas des causes. La critique de Schrödinger est donc justifiable dans les cas d'« utilisation » abusive de la physique quantique pour justifier ce qu'elle ne peut justifier mais certainement pas en confondant des causes efficientes (la causalité scientifique) et des motifs qui sont de l'ordre de l'intentionnalité.

## **6 – L'existence de l'indéterminisme neuronal renvoie la charge de la preuve à ceux qui nient l'activité intentionnelle**

Il n'existe plus de raison de nier l'intention sur la base d'une théorie déterministe. Il semble au contraire que les sources d'indéterminisme au niveau neuronal et cérébral sont suffisamment importantes pour qu'il ne soit plus possible d'invoquer le déterminisme tel que l'affirmait Le Dantec (souvenons-nous qu'il demandait un seul cas certain...).

À partir du moment où il est démontré que les synapses fonctionnent de manière probabiliste et que la transmission est accrue par l'apprentissage, cela signifie que l'indéterminisme est présent. L'apprentissage consiste à rendre déterminées des voies indéterminées. Le fait que les neurones puissent fonctionner de manière synchrone et asynchrone apporte un argument supplémentaire à l'existence d'indéterminisme. De plus l'existence d'un champ électromagnétique, qui pourrait être à la fois constitué des actions des neurones et qui

---

<sup>192</sup> Erwin Schrödinger, ouvrage cité, p 81



pourrait agir sur eux, conduit là encore à la conclusion d'un indéterminisme dans le fonctionnement cérébral.

Il n'existe plus aucun argument convaincant, fondé sur le déterminisme du fonctionnement biologique, ou même sur un indéterminisme externe, qui amène à une négation de l'activité intentionnelle. Ce serait aux tenants du déterminisme cérébral de prouver que ces zones d'indéterminisme n'existent pas. La charge de la preuve leur revient totalement. De plus, même si une telle « preuve » était fournie, elle sera en contradiction avec de nombreuses autres données largement suffisantes pour la mettre en doute.

### **6 – 1 – La réalité de l'activité intentionnelle implique un indéterminisme cérébral, ce qui s'avère confirmé**

Comme l'existence de l'activité intentionnelle est désormais une certitude, le problème devrait se résoudre par l'existence d'une zone d'indétermination. Par le fait que nous avons aujourd'hui des indications de plus en plus solides de l'existence d'indéterminisme sub-neuronal, neuronal, et cérébral, ces deux éléments associés (activité intentionnelle d'une part, et indéterminisme neurologique d'autre part) ruinent totalement le point de vue déterministe absolu. Non seulement l'intention efficace existe, mais nous avons montré que cela mène à la conclusion nécessaire de l'existence d'un fonctionnement cérébral partiellement indéterministe, ce qui est confirmé par les recherches récentes.

L'indéterminisme recherché n'est certes pas un indéterminisme qui permettrait de relier ce qui ne peut pas être relié, ni qui permettrait que nous fassions ce que nous ne pouvons pas faire, pour des raisons de limites matérielles ou cognitives. C'est un indéterminisme qui ouvre le champ des possibles, et qui permet d'entreprendre des actions en fonction de buts prédéfinis. C'est la non détermination fondamentale qui permet à l'action intentionnelle d'être possible. L'indéterminisme quantique propre aux dynamiques et forces en jeu dans un champ électromagnétique, ou dans les lieux de transmission d'information qui limitent l'effet de la loi des grands nombres et de la décohérence, répond complètement à ce que l'action intentionnelle rend nécessaire.

### **6 – 2 – On ne peut refuser par principe au cerveau des propriétés déjà reconnues à la matière par les physiciens**

Je peux donc dire que la possibilité de l'action intentionnelle est

possible grâce aux caractéristiques probabilistes, ondulatoires et énergétiques, propres au fondement de ce qu'est la matière à son niveau de plus fin, caractéristiques qui permettent de comprendre à la fois le continu et le discontinu. La possibilité d'action intentionnelle est fondée sur une indétermination fondamentale, celle du fonctionnement ultime de la matière au niveau le plus fin, en dessous du niveau de division maximale de ce dont elle paraît composée au niveau macroscopique. Pour que l'intention puisse agir, il faut que ces caractéristiques, propres au fondement de la matière, réapparaissent au niveau macroscopique, au niveau de l'individu porteur d'intention.

La solution au problème existe, et la science aura pour rôle, sur ce sujet, de trouver quelles sont précisément les interfaces qui rendent possibles d'une part l'influence du corps sur nos intentions conscientes et d'autre part l'action de l'intention sur le corps. Il s'agit non pas de prouver qu'il existe bien une zone d'indétermination, interface entre intention et corps, mais de décrire comment cette zone d'indétermination est construite, et comment elle peut agir sur les séries déterminées dont elle serait l'origine. Il s'agit d'une recherche de mécanismes qui devront, comme aujourd'hui la physique quantique, faire appel à des probabilités de présence dans l'espace-temps, et non pas comme résultat d'un éventuel manque de précision de nos outils de mesure ou de l'ignorance des causes agissantes, mais pour des raisons fondées sur ce qu'est la matière et sur ce qu'est l'action intentionnelle.

On peut considérer que les hypothèses des atomistes grecs sont confirmées et précisées et qu'aujourd'hui le progrès sera davantage dans la finesse de l'analyse et des conséquences qui en résultent, que dans les conclusions philosophiques générales.

## Chapitre quatre

### Conclusions et perspectives

Le principal problème des débats philosophiques sur l'intentionnalité depuis Brentano provient d'une distorsion entre d'un côté une remise en cause de la psychologie classique, et de l'autre la non-remise en cause des fondements de la physique classique. Une « naturalisation » de l'action intentionnelle, si elle est possible, ne pourrait avoir lieu qu'en intégrant la révolution de la physique quantique, et, même dans ces conditions, la naturalisation sera partielle.

Nous n'avons plus aucune raison de nier l'existence de l'action intentionnelle. Toute tentative de recherche de preuve de cette inexistence est vouée à l'échec. Cela n'empêche pas de douter de son importance dans des situations où les déterminations de l'action sont évidentes. Affirmer l'existence de l'activité intentionnelle ne consiste pas à prétendre qu'elle n'a aucune limite. Elle est limitée par les caractéristiques corporelles et cérébrales du sujet intentionnel, par ses connaissances, par les conditions socio-culturelles et scientifico-techniques.

On ne peut plus affirmer que le cerveau est strictement soumis à un déterminisme biologique, et en particulier neuronal. Il existe dans le fonctionnement cérébral, et ce de manière nécessaire pour qu'il réponde aux exigences d'une activité intentionnelle, un indéterminisme dont la source se situe nécessairement au niveau quantique. Le cerveau est probablement l'objet matériel le plus important, en termes de masse et de

volume, dans lequel le champ quantique et l'intrication quantique sont présents. Cette capacité doit très probablement avoir une relation avec la structure en réseaux et groupes de neurones du cerveau.

Le neurone semble être une cellule vivante particulière qui maximise la possibilité de régénérer de la cohérence quantique. Outre les mécanismes chimiques, biochimiques, moléculaires, le fonctionnement neuronal est partiellement quantique. Les neurones, organisés en réseau et en traitement de données par zones spécialisées, doivent, dans certaines zones du cerveau, celles que l'intention du sujet mobilise, fonctionner comme des structures quantiques. S'il fallait comparer les neurones à des *bits* informatiques, il est probable que, pour un certain nombre d'entre eux, il s'agit de Qubits. Peut-être que tout neurone a un potentiel quantique qui ne s'exprime que dans des conditions spécifiques.

L'existence d'une activité intentionnelle entraîne la nécessité de la physique quantique. Il ne s'agit pas de conclure que tout le cerveau fonctionne comme un système quantique, mais qu'il existe des éléments, en nombre relativement important mais probablement minoritaires, qui fonctionnent au niveau quantique. Puisqu'elle agit sur le cerveau, l'intention agit nécessairement en amont des séries déterminées cérébrales et neuronales. Cet amont des séries déterminées se situe dans un niveau de la matière qui n'est pas totalement déterminé. Ce niveau ne peut être identifié qu'au champ quantique.

Même si aucune des métaphores concernant la physique quantique, dans le cas du fonctionnement cérébral et du fonctionnement psychique, ne peut être considérée comme une preuve, ni même une explication, il reste qu'à partir du moment où la physique quantique doit intervenir dans le fonctionnement cérébral nous ne pouvons plus être indifférents à toute similitude entre la description quantique et la description subjective de l'intention et plus généralement de la conscience en action. La Revue Française de Psychanalyse a édité son premier volume de 1991 sous le titre : « Psychanalyse et science : nouvelles métaphores. » On peut y lire : « *Ou bien déterminé, ou bien aléatoire ? Faut-il se laisser enfermer dans ce dilemme et rester fidèle aux écrits de Freud, déterministe en principe ou alors opter pour le postulat de la nature quantique de la pensée ? [...] Si, même en physique quantique, la seule présence de celui-ci modifie radicalement les propriétés de l'objet observé, comment les psychanalystes pourraient-ils poursuivre la quête d'une réalité psychique à reconstruire, qui*

*demeurerait donc objective et déterminée ? »*<sup>193</sup>

Sans confondre métaphore et explication, il apparaît qu'une posture intentionnelle conduit à rechercher du sens, et indéniablement, la mécanique quantique apporte un sens nouveau qu'on ne peut négliger. J'ai insisté sur la mauvaise utilisation de la mécanique quantique comme justification des croyances. Nous ne pouvons pas non plus éviter de reconnaître qu'une fois l'existence de l'intention, et son efficacité, reconnues, l'interprétation quantique, quelle qu'elle soit, ne peut conduire qu'à des analogies et des métaphores porteuses de sens.

Étienne Klein remarque que la physique quantique a été la seule science exigeant une interprétation. John Joe McFadden remarque que le descriptif, fait par les physiciens, du comportement des particules élémentaires, est étrangement voisin de ceux du psychisme, tels que décrits par les psychologues. Même si les débordements interprétatifs, immédiatement postérieurs aux premières formulations de la physique quantique, se sont relativement éteints, il reste que toute présentation de la physique quantique à des non physiciens entraîne systématiquement une interprétation psychologique par ceux qui l'accueillent. Dans le champ du signifiant, la présentation des paradoxes de la physique quantique provoque un retentissement indéniable. Est-ce une coïncidence ? On pourrait le croire. La principale raison qui suggère que ce n'est pas une coïncidence est la nécessité que le cerveau soit un « objet » macroscopique capable de manifester un fonctionnement quantique. C'est à dire que l'exposition de la physique quantique dans des termes qui sont ceux de la langue naturelle, oblige à une sorte de traduction dont le résultat est aussitôt signifiant pour celui qui l'entend.

Que l'on parle de conscience dans son sens le plus général, c'est-à-dire cette capacité de présence intérieure qu'a le sujet et cette capacité à ressentir de manière qualitative ce qui provient des sens, ou que l'on parle de l'intention, c'est-à-dire la capacité à se représenter ce qui n'est pas, comment peut-on affirmer qu'il s'agit de quelque chose de plein et compact comme un objet matériel ? Le concept d'onde de probabilité de présence, lequel paraît inconcevable et pose la question de la réalité de cette présence, est étrangement adaptable à la conscience et à l'intention. Le concept de probabilité de présence est extrêmement parlant, pourvu

---

<sup>193</sup> Revue Française de Psychanalyse, *Psychanalyse et science : nouvelles métaphores.* , 1991 (1), p 1398

que nous fassions taire en nous-mêmes les exigences intuitives de la logique et du positionnement spatial et temporel.

Pour de nombreuses intentions, nous hésitons. Avant de décider, et cela quelle que soit l'interprétation des expériences de Libet, nous pouvons rester sur plusieurs possibilités. Les expériences de Libet analysent des successions de temps de l'ordre des 100 à 500 millisecondes. Mais nous pouvons hésiter quelques minutes devant une situation nouvelle, tout dépend du temps dont nous disposons. Que signifie un sujet hésitant devant plusieurs possibilités ? Disons-nous qu'il affecte une probabilité à tous les chemins possibles ? Réalise-t-il mentalement l'intégrale des chemins ? Est-il déjà devant les multiples possibilités, en représentation ? Toutes les possibilités sont-elles enchevêtrées dans son esprit ? L'individu qui hésite est-il, comme le chat de Schrödinger, vivant et mort, métaphoriquement, en ce qui concerne les différentes possibilités qu'il explore ? Au moment où il décide, il passe à la situation de mesure, il décohère, il n'est plus quantique. Le passage de l'hésitation à l'action coïncide avec la représentation que nous pourrions nous faire de la décohérence. Tant que j'hésite, toutes les possibilités sont intriquées, elles sont toutes présentes, non réelles comme les possibilités quantiques, et la décision conduit à la réalisation. Tant que j'hésite, ne serais-je pas en train d'évaluer les mesures à réaliser (métaphoriquement) ? Nous avons vu que des mesures nulles sont possibles et donnent des infirmations. La physique quantique permet « *de tester si quelque chose pouvait avoir eu lieu bien que n'ayant pas eu lieu* »<sup>194</sup>, ce qui est une définition de l'intelligence. Ainsi, lorsque j'hésite, lorsque je réfléchis, ne suis-je pas en train de réaliser des mesures de non-faits pour en conclure sur les orientations à prendre ?

Il s'agit maintenant d'étudier selon quelles modalités l'intention agit. Qu'elle puisse agir est une nécessité, non-contredite par les sciences, nous venons de le voir. Comment cela peut avoir lieu est un autre problème que nous étudierons dans le tome suivant.

---

<sup>194</sup> Roger Penrose, *Les deux infinis et l'esprit humain*, Paris, Flammarion, col. Champs, 1999, p 82

# Bibliographie

- Arendt Hannah, *Condition de l'homme moderne*, trad. G. Frapier, Paris, Press-Pocket, 1993
- Ameisen Jean-Claude, *La sculpture du vivant : le suicide cellulaire ou la mort créatrice* Paris, Seuil, 2003
- Atlan Henri, *Entre le cristal et la fumée*, Paris, Seuil, 1979
- Atlan Henri, *Tout, non, peut-être – Éducation et vérité*, Paris, Seuil, 1991
- Baars B.J., *A cognitive theory of consciousness*, New York, Cambridge Univ. Press, 1988
- Bachelard Gaston, *La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1972
- Bachelard Gaston, *Le matérialisme rationnel*, Paris, PUF, 1953
- Barrow John D., *La grande théorie - Les limites d'une explication globale en physique*, trad. Michel Cassé et Guy Paulus, Paris, Albin Michel, 1994
- Bateson Gregory, *Vers une écologie de l'esprit*, trad. Ferial Drosso, Laurence Lot et Eugène Simon, Paris, Seuil, 1977
- Bergson Henri, *Œuvres*, Paris, PUF, Édition du centenaire, 1959
- Berkeley George, *L'immatérialisme*, textes choisis par A. Louis-Leroy, Paris, PUF, 1961
- Berkeley George, *Les principes de la connaissance humaine*, trad. Marylène Phillips, Flammarion, 1993
- Berkeley George, *Trois dialogues entre Hylas et Philonoüs*, trad. Geneviève Brykman et Roselyne Degrémont, Flammarion, 1999
- Bernard Claude, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris, Flammarion, 1984
- Bitbol Michel, *Mécanique Quantique - Une introduction philosophique*, Paris, Flammarion, 1998
- Bitbol Michel, *L'aveuglante proximité du réel*, Paris, Flammarion, 1998
- Borel Émile, *Les probabilités et la vie*, Paris, PUF, 1943
- Borel Émile, *Probabilité et certitude*, Paris, PUF, 1950
- Boutroux Émile, *De la contingence des lois de la nature*, Paris, PUF, 1991
- Brentano Franz, *Psychologie d'un point de vue empirique*, trad. M. de Candillac, Paris, Aubier Éditions Montaigne, 1944
- Brillouin Leon, *La science et la théorie de l'information*, Paris, Jacques Gabay, 1959
- Broglie (de) Louis, *La physique nouvelle et les quanta*, Paris, Flammarion, 1937
- Cabanis Pierre-Jean George, *Œuvres philosophiques*, Paris, PUF, 1956
- Cairns-Smith Graham, *Evolving the mind: on the nature of Nature and the origin of consciousness*, New Cambridge-York-Melbourne, University press, 1996
- Canguilhem Georges, *La connaissance de la vie*, Paris, Vrin, 1965
- Canguilhem Georges, *Idéologie et rationalité dans les sciences de la vie*, Paris, Vrin, 1977
- Cannepasse-Riffard Raphaël, *Biologie, médecine et Physique quantique*, Embourg, Belgique, Marco Pietteur, 1997
- Capra Fritjof, *Le tao de la physique*, Paris, Tchou, 1979

Carnap Rudolf, *Les fondements philosophiques de la physique*, trad. Jean-Mathieu Luccioni et Antoine Soulez, Paris, Armand Colin, 1973

Chalmers Alan F., *Qu'est-ce que la science ?*, trad. M. Biezunski, Paris, La Découverte, 1987

Castoriadis Cornelius, *L'institution imaginaire de la société*, Paris, Seuil, 1975

Chaline Jean, *Une famille pas ordinaire ; du singe à l'homme*, Paris, Seuil, 1994

Changeux Jean-Pierre, *L'homme neuronal*, Paris, Fayard, 1983

Changeux Jean-Pierre et Paul Ricœur, *La nature et la règle*, Paris, Odile Jacob, 1998

Changeux Jean-pierre, *L'homme de Vérité*, Paris, Odile Jacob, 2002

Charon Jean E., *L'esprit cet inconnu*, Paris, Albin Michel, 1977

Chauvin Rémi, *La biologie de l'esprit*, Monaco, Rocher, 1985

Churchland Patricia Smith, *Neurophysiologie*, Paris, PUF, 1999

Churchland Patricia Smith, Sejnowski T., *The computational brain*, Cambridge (MA), MIT Press, 1992

Comte Auguste, *Discours sur l'ensemble du positivisme*, Flammarion, 1999

Condillac (de) Étienne, *Traité des sensations*, Paris, Fayard, 1984

Costa de Beauregard Olivier, *La physique moderne et les pouvoirs de l'esprit*, Paris, Le Hameau, 1980

Cournot Antoine, *Exposition de la théorie des chances et des probabilités*, Paris, Hachette, 1843

Crick Francis, *L'hypothèse stupéfiante - À la recherche scientifique de l'âme*, Paris, Plon, 1994

Crozon Sacquin, Michel Yves, *Un siècle de Quanta*, Paris, EDP-Science, 2003

Cyrułnik Boris, *Mémoire de singe et paroles d'homme*, Paris, Hachette, 1983

Cyrułnik Boris et Edgard Morin, *Dialogue sur la nature humaine*, Paris, L'Aube, 2000

Dacunha-Castelle Didier, *Chemins de l'aléatoire*, Paris, Flammarion, 1996

Dagognet François, *La maîtrise du vivant*, Paris, Hachette, 1988

Damasio Antonio R., *L'erreur de Descartes : la raison des émotions*, trad. Marcel Blanc, Paris, Odile Jacob, 1995

Danchin Antoine, *L'œuf et la poule*, Paris, Fayard, 1983

Darwin Charles, *L'origine des espèces*, trad. J.J. Moulinié, Verviers, Belgique, Gérard & Co, col. Marabout Université, 1973

De Waal, Frans. *De la réconciliation chez les primates*, Paris, Flammarion, 1992

Deacon Terrence W., *The Symbolic Species ; The Co-Evolution of Language and Brain*, New York-London, W. W. Norton & Company., 1997

Dennett Daniel C., *La conscience expliquée*, Paris, Odile Jacob, 1993

Dennett Daniel C., *Freedom Evolves*, New York, Viking Press, 2003

Descartes René, *Œuvres*, Paris, Gallimard – La Pléiade, 1953

Dirac Paul, *The principles of Quantum mechanics*, Oxford, Clarendon press, 1984

Durkheim Émile, *Le suicide*, Paris, PUF, 2002

Durkheim Émile, *Les règles de la méthode sociologique*, Paris, Flammarion, 1988

Eccles John C., *Comment la conscience contrôle le cerveau*, trad. Béatrice Laroche et Jean-Mathieu Luccioni, Paris, Fayard, 1997

Eccles John C., *Évolution du cerveau et création de la conscience*, trad. Jean-Mathieu



Luccioni avec la participation de Elhanan Motzkin, Paris, Flammarion, 1994

Edelman Gerald M., *Biologie de la conscience*, Paris, Odile Jacob, 2000

Edelman Gerald M. et Tononi Giulio, *Comment la matière devient conscience*, trad. Jean-Luc Fidel, Paris, Odile Jacob, 2000

Einstein Albert, *La relativité*, Paris, trad. Maurice Solovine, Gauthier Villars, 1956

Einstein Albert, *Comment je vois le monde*, trad. Régis Hanrion, Paris, Flammarion, 1979

Einstein Albert, Infeld Léopold, *L'évolution des idées en physique, des premiers concepts aux théories de la relativité et des quanta*, trad. Maurice Solovine, Paris, Flammarion, 1983

Ekeland Ivar, *Au hasard*, Paris, Seuil, 2000

Ellul Jacques, *La technique ou l'enjeu du siècle*, Paris, Armand Colin, 1954

Épictète, *Lettres et maximes*, trad. Marcel Conche, Paris, PUF, 1987

Espagnat (d') Bernard, *Une incertaine réalité*, Paris, Gauthier-Villars, 1985

Espagnat (d') Bernard, *À la recherche du réel*, Paris, Gauthier-Villars, 1991

Ferry Luc, *Le Nouvel Ordre écologique, - l'arbre, l'animal et l'homme*, Paris, Grasset, col. Livre de poche, Biblio Essais, 1992,

Feyerabend Paul, *Contre la méthode - Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*, trad. Baudouin Jurdant et Agnès Schlumberger, Paris, Seuil, 1979

Feynman Richard, *Lumière et matière – une étrange histoire*, trad. Françoise Balibar et Alain Laverne, Paris, InterÉditions, 1987

Feynman Richard, *La nature de la physique*, trad. Hélène Isaac, Jean-Marc Lévy-Leblond et Françoise Balibar, Paris, Seuil, 1980

Feynman Richard, *Le cours de physique de Richard Feynman (2 t.)*, Paris, Dunod, 1999

Fodor Jerry A., *La modularité de l'esprit – essai sur la psychologie des facultés*, Paris, Minuit, 1983

Frege Gottlob, *Écrits logiques et philosophiques*, trad. C. Imbert, Paris, Seuil essais, 1994

Freud Sigmund, *Psychopathologie de la vie quotidienne*, Paris, Payot, 1999

Freud Sigmund, *Introduction à la psychanalyse*, Paris, Payot, 2004

Freud Sigmund, *Cinq leçons sur la psychanalyse*, Paris, Payot, 2004

Galilée Galilei, *Dialogue des sciences nouvelles*, Paris, Hermann, 1968

Gauthier Mona, *Les voies de la psychanalyse*, Paris, Hamattan, 1997

Gazzaniga Jean-Louis, *La biologie de l'esprit*, Paris-Bruxelles, De Boeck, 2000

Gazzaniga Jean-Louis, *Le cerveau social*, Paris, Odile Jacob, 1996

Gell-Mann Murray, *Le quark et le jaguar*, trad. Gilles Minot, Paris, Flammarion, 1997

Girard René, *Des choses cachées depuis la fondation du monde*, Paris, Grasset, 1978

Gleick James, *La théorie du chaos*, trad. Christian Jeanmougin, Paris, Albin Michel, 1989

Godaux Émile, *Cent milliards de neurones*, Paris, Belin, 1990

Goody Jack, *The domestication of savage mind*, Cambridge (MA), Cambridge University Press, 1977

Gould Stephen Jay, *La foire aux dinosaures*, trad. Marcel Blanc, Paris, Seuil, 1996

Grandin Temple, *Penser en images - et autres témoignages sur l'autisme*, trad. Virginie Schaefer, Paris, Odile, Jacob, 1997

Greene Brian, *L'univers élégant*, trad. Céline Laroche, Paris, Laffont, 2000

Gribbin John, *Le chat de Schrödinger – Physique Quantique et réalité*, trad. Christel Rollinat, Paris, Flammarion, 1994

Gros François, *Regard sur la biologie contemporaine*, Paris, Gallimard, 1993

Guitton Jean, *Dieu et la science - Vers le métaréalisme*, Paris, Grasset, 1991

Hadamard Jacques, *Essai sur l'invention mathématique*, Paris, Blanchard, 1959

Hannequin Arthur, *Introduction à l'étude de la psychologie*, Paris, Masson, 1890

Heisenberg Werner, *Physique et philosophie - La science moderne en révolution*, trad. Jacqueline Hadamard, Paris, Albin Michel, 1961

Heisenberg Werner, *La partie et le tout – Le monde de la physique atomique*, trad. Paul Kessler, Paris, Flammarion, 1990

Horn Florian, Lindenmeier Gerd, Grillhösl Christian, Moc Isabelle, Berghold Silke, Schneider Nadine, Münster Birgit, *Biochimie humaine*, Paris, Flammarion, 2005

Houdé Olivier, Mazoyer Bernard, Tzounio-Mazoyer Nathalie, *Cerveau et psychologie*, Paris, PUF, 2002

Hume David, *Traité de la nature humaine*, trad. A. Ieroy, Paris, Aubier Montaigne, 1973

Husserl Edmund, *Leçons pour une phénoménologie de la conscience intime du temps*, trad. H. Dusort, Paris, PUF, 1964

Husserl Edmund, *Méditations cartésiennes, - Introduction à la phénoménologie*, trad. par G. Peiffer et E. Lévinas, Paris, Vrin, 2001

Jacquard Albert, *Au péril de la science ; interrogations d'un généticien*, Paris, Seuil, 1980

Jacquard Albert, *La légende de la vie*, Paris, Flammarion, 1999

Jacob François, *La logique du vivant*, Paris, Gallimard, 1970

Jacob François, *Le jeu des possibles*, Paris, Fayard, 1981

Jacob Pierre, *L'intentionnalité*, Paris, Odile Jacob, 2004

James Williams, *The principles of psychology*, New York, H.Holt, 1890 (Dover Publications, 1950)

Janet Pierre, *L'automatisme psychologique ; essai de psychologie expérimentale sur les formes inférieures de l'activité humaine*, Paris, F. Alcan, 1930 ; Paris, Odile Jacob, 1998

Jannerod Marc, *Le cerveau-machine*, Paris, Fayard, 1983

Jannerod Marc, *De la physiologie mentale*, Paris, Odile Jacob, 1996

Jastrow Robert, *Au-delà du cerveau – de l'intelligence biologique à l'intelligence artificielle*, trad. Jacques Guiod, Paris, Mazarine, 1982

Jonas Hans, *Le principe responsabilité – Une éthique pour la civilisation technologique*, trad. Jean Greisch, Paris, Cerf, 1990

Jouvet M., *Le sommeil et le rêve*, Paris, Odile Jacob, 1992

Jung Karl Gustav, *Dialectique du moi et de l'inconscient*, trad. Roland Cahen, Paris, Gallimard, 1964

Jung Karl Gustav, *Les racines de la conscience*, trad. Yves Le Lay, Paris, Buchet-Chastel, 1971

Jung Karl Gustav, *Psychologie de l'inconscient*, trad. Roland Cahen, Genève, Librairie de l'Université, Georg & Cie, 1952

Kant Emmanuel, *Critique de la raison pure*, in *Oeuvres philosophiques, tome 1*, Paris, Gallimard, Col. La pléiade, 1980

Kant Emmanuel, *Prolégomènes à toute métaphysique future – qui pourra se présenter comme science*, in *Oeuvres philosophiques, tome 2*, Paris, Gallimard, Col. La pléiade, 1985

Kant Emmanuel, *Fondements de la Métaphysique des mœurs*, in *Oeuvres philosophiques, tome 2*, Paris, Gallimard, Col. La pléiade, 1985

Kaplan Francis, *Le paradoxe de la vie*, Paris, La découverte, 1994

Kaplan Francis, *Des singes et des hommes*, Paris, Fayard, 2001

Kaplan Francis, *L'irréalité de l'espace et du temps*, Paris, cerf, 2004

Kimura Motoo, *Théorie neutraliste de l'évolution*, trad. C. Montgelard, Paris, Flammarion, 1983

Klein Étienne, *Petit voyage au monde des quanta*, Paris, Flammarion, 2004

Klein Étienne, *La quête de l'unité, l'aventure de la physique*, Paris, Albin Michel, 1996

Koestler Arthur, Robert Harvie, Alister Hardy, *Le hasard et l'infini*, trad. Michèle Fructus, Paris, Tchou, 1977

Koestler Arthur, *Les somnambules*, trad. Georges Fradier, Paris, Calmann-Lévy, 1960

Kojève Alexandre, *L'idée de déterminisme*, Paris, Poche – Biblio Essais, 1990

Korzybski Alfred, *Science and Sanity*, New York, Inst. of Gen. Semantics, 1950

Kuhn Thomas S., *La structure des révolutions scientifiques*, trad. Laure Meyzer, Paris, Flammarion, 1983

La Mettrie (de) Julien Offray, *L'homme machine*, WWW.Bibliotheca.Augustana, 1<sup>o</sup> édition : 1747

Laborit Henri, *Biologie et structure*, Paris, Gallimard, 1987

Laborit Henri, *L'éloge de la fuite*, Paris, Gallimard, 1976

Lamarck (de) Jean-Baptiste, *Philosophie zoologique*, Paris, Ballère, 1809

Laplace (de) Pierre Simon, *Exposition du système du monde*, Paris, 1836

Laplace (de) Pierre Simon, *Introduction à la théorie analytique des probabilités*, dans Œuvres complètes, Paris, 1886

Le Dantec Félix, *Éléments de philosophie biologique*, Paris, Alcan, 1908

Le Dantec Félix, *La mécanique de la vie*, Paris, Flammarion, 1924

Le Moigne Jean-Louis, *Théorie du système général*, Paris, PUF, 1990

Leakey Richard E. et Lewin Roger, *Les origines de l'homme*, Préface d'Yves Coppens, Paris, Flammarion, 1985

Lebeau André, *L'espace en héritage*, Paris, Seuil, 1986

Lehoucq Roland, *L'univers a-t-il une forme ?*, Édition actualisée, Paris, Flammarion, col Champs, 2004

Leibnitz Gottfried Wilhelm, *La Monadologie*, Éd. annotée par Émile Boutroux, Paris, Delagrave, 1978

Leibnitz Gottfried Wilhelm, *Système nouveau de la nature et de la communication des substances – et autres textes 1690-1703*, présentation et notes de Christiane Frémont, Paris, Flammarion, 1994

Lévi-Strauss Claude, *La pensée sauvage*, Paris, Plon, 1962

Lewin Roger, *L'évolution humaine*, Paris, Seuil, 1991

Libet Benjamin, *Mind time*, Cambridge (MA), Havard University Press, 2004

Locke John, *Essai sur l'entendement humain*, Paris, Ellipses, 2004

Lopez José Leite et Bruno Escoubès, *Les sources de la physique quantique, textes fondateurs*, Paris, EDP sciences, 2005

Lorenz Konrad, *Trois essais sur le comportement animal et humain ; les leçons de l'évolution de la théorie du comportement*, Paris, Seuil, 1970

Lucotte Gérard, *Génétique moléculaire*, Paris, Biofutur Éditions, 1985

Lucrèce, *De rerum natura*, Édition bilingue latin – français, trad José Kany-Turpin, Paris, Flammarion, 1997

Lurçat François, *Niels Bohr*, Paris, Critérion, 1990

Maine de Biran Marie François, *Essai sur les fondements de la psychologie*, dans *œuvres complètes*, t.IX, Paris, PUF, 1932

Mandelbrot Benoît, *Fractales, hasard et finance*, Paris, Flammarion, 1997

March Arthur, *La physique moderne et ses théories*, trad. Serge Bricianer, Paris, Gallimard, 1965

Margenau Henry, *The miracle of existence*, Woodbridge (CT), Ox Bow Press, 1984

Mayr Ernst, *Darwin et la pensée moderne de l'évolution*, Paris, Odile Jacob, 1993

Maudsley H., *The physiology of mind*, Londres, Macmillan, 1876

Maxwell James Clerk, *La chaleur*, Paris, Jacques Gabay, 1997

McFadden JohnJoe, *Quantum evolution*, Londres, Flamingo, 2000

Merleau-Ponty Maurice, *Phénoménologie de la perception*, Paris, Gallimard, 1976

Merton R.K., *The sociology of science*, Chicago, Chicago University Press, 1973

Meyerson Émile, *De l'explication dans les sciences*, Paris, Fayard, 1995

Meyerson I., *Existe-t-il une nature humaine ?*, Paris, Les empêcheurs de penser en rond, 2000

Monod Jacques, *Le hasard et la nécessité*, Paris, Seuil, 1970

Morin Edgar, *Introduction à la pensée complexe*, Paris, Seuil, 2005

Morin Edgar, *Le paradigme perdu : la nature humaine*, Paris, Seuil, 1973

Morin Edgar, *La méthode - 1-La Vie de la Vie*, Paris, Seuil, 1980

Morin Edgar, *La méthode - 2 - La Nature de la Nature*, Paris, Seuil, 1977

Morin Edgar, Piatelli-Palmarini Massimo, *L'unité de l'homme*, Paris, Seuil, 1974

Mounier Emmanuel, *Traité du caractère*, Paris, seuil, 1947

Mugur-Schächter Mioara, *Les leçons de la mécanique quantique : vers une épistémologie formalisée*, Paris, Le débat, n°94, 1997

Nagel Ernest, Newmann James R., Gödel Kurt, Girard Jean-Yves, *Le théorème de Gödel*, trad Jean-Baptiste Scherrer, Paris, Seuil, 1989

Nietzsche Friedrich, *Ainsi parlait Zarathoustra*, trad. Marthe Robert, Paris, Club Français du livre, col. Privilège, 1968

Nietzsche Friedrich, *Le gai savoir*, trad. P. Klossowski, Paris, Gallimard, 1982

Nietzsche Friedrich, *Généalogie de la morale*, présentation par Philippe Choulet, trad. E. Blondel, O.Hansens-Løve, Th. Leydenbach, et P. Pénisson, Paris, Flammarion, 1996

Nietzsche Friedrich, *Par-delà le bien et le mal*, trad. C. Heim, Paris, Gallimard, 1971

Nicolle Charles, *Biologie de l'invention*, Paris, Alcan, 1928

Ollivier Blaise, *L'acteur et le sujet - vers un nouvel acteur économique*, Paris, Desclée de Brouwer, 1995

Omnès Roland, *Philosophie de la science contemporaine*, Paris, Gallimard, 1994

Ortoli Pharabod, Sven Jean-Pierre, *Le cantique des quantiques*, Paris, La découverte, 1984

Pacherie Élisabeth, *Naturaliser l'intentionnalité*, Paris, PUF, 1993

Pascal Blaise, *Œuvres*, Paris, Gallimard – La Pléiade, 1998

Pavlov Ivan, *Les réflexes conditionnés*, Paris, PUF, 1977

Pavlov Ivan, *Leçons sur l'activité du cortex cérébral*, Paris, Legrand, 1929

Pierce Charles S., *Écrits sur le signe*, trad. Gérard Deledalle, Paris, Seuil, 1978

Penrose Roger, *Shadows of the mind: a search for the missing science of consciousness*, New York, Oxford University Press, 1994 - *Les ombres de l'esprit*, trad. Christian Jeanmougin, Paris, InterEditions, 1995

Penrose Roger, *Les deux infinis et l'esprit humain*, trad R. Omnès, Paris, Flammarion, 1999

Penrose Roger, *The emperor's new mind: concerning computers, minds, and the laws of physics*, New York, Oxford University Press, 1989. - *L'esprit, l'ordinateur et les lois de la physique*, trad. Françoise Balibar et Claudine Tiercelin, Paris, InterEditions, 1992.

Perrin Jean, *Les atomes*, Paris, Flammarion, 1991

Piaget Jean (directeur de l'édition), *Logique et connaissance scientifique*, Paris, Gallimard, Encyclopédie de la Pléiade, 1967.

Picq Pascal et Yves Coppens (dir. scientifiques), *Aux origines de l'humanité - Le propre de l'homme*, Paris, Fayard, 2001

Picq Pascal, Serres Michel, Vincent Jean-Didier, *Qu'est-ce que l'humain ?*, Paris, Le Pommier, 2003

Pinker Steven, *L'instinct du langage*, Paris, Odile Jacob, 1999

Platon, *Oeuvres complètes*, Paris, Gallimard, Col. La pléiade, 1970

Pockett Susan, *The nature of consciousness - A hypothesis*, San Jose, New York, Writers club press, 2000

Poincaré Henri, *La science et l'hypothèse*, Paris, Flammarion, 1968

Poincaré Henri, *Science et méthode*, Paris, Flammarion, 1968

Poincaré Henri, *La valeur de la science*, Paris, Flammarion, 1970

Popper Karl, *La logique de la découverte scientifique*, Paris, Payot, 1973

Popper Karl, Eccles John C., *The self and its brain*, Londres, Boston, Routledge & Kegan Paul, 1977

Postner Michael I. (sous la direction de), *Foundations of cognitive science*, Cambridge, MIT press, 1994

*Présocratiques (Les)*, par Jean-Paul Dumont avec la collaboration de Daniel Delattre et de Jean-Louis Poirier, Paris, Gallimard, col. La pléiade, 1988

Prigogine Ilya et Stengers Isabelle, *La nouvelle alliance - Métamorphose de la science*, Paris, Gallimard, 1979

Prigogine Ilya, *Les lois du chaos*, Paris, Flammarion, col. Champs, 1994

Prochiantz Alain, *Les anatomies de la pensée*, Paris, Odile Jacob, 1997

Prochiantz Alain, *Machine-Esprit*, Paris, Odile Jacob, 2000

Purves William K., Orians Gordon H., Heller Craig, Sadava David, *Le Monde du Vivant* – trad. et coordination Jacqueline London, Paris, Flammarion, 2000

Quéré France, *Conscience et neurosciences*, Paris, Bayard, 2001

Reichholf Josef, *L'émergence de l'homme – l'apparition de l'homme et ses rapports avec la nature*, trad. Jeanne Étoré, Paris, Flammarion, 1991

Ricard Käty, *Penser la vie*, Paris, DDB, 1991

Ricœur Paul, *Soi-même comme un autre*, Paris, Seuil, 1990

Ruffié Jacques, *Traité du vivant*, Paris, Flammarion, col. Champs (2 tomes), 1993

Russel Bertrand, *Essai sur les fondements de la géométrie*, trad. Cadenat, Paris, 1901

Ryle Gilbert, *La notion d'esprit - pour une critique des concepts mentaux*, Paris, Payot,

2005

- Sacks Oliver, *Un anthropologue sur Mars -sept histoires paradoxales*, trad. Christian Cler, Paris, Seuil, 1996
- Sartre Jean-Paul, *L'Être et le néant*, Paris, Gallimard, 1943
- Sartre Jean-paul, *L'existentialisme est un humanisme*, Nagel, 1968
- Schlanger Judith, *Les métaphores de l'organisme*, Paris, Vrin, 1971
- Schopenhauer Arthur, *De la quadruple racine du principe de raison suffisante*, trad. J. Gibelin, Paris, Vrin, 1971
- Schopenhauer Arthur, *Le monde, comme volonté et comme représentation*, trad. Burdeau, Paris, PUF, 1966
- Schrödinger Erwin, *Mind and Matter*, Cambridge (MA), University press, 1959
- Schrödinger Erwin, *Physique quantique et représentation du monde*, trad. J. Ladrière, Paris, Seuil, 1992
- Schrödinger Erwin, *Qu'est-ce que la vie ?*, trad. L. Keffler, Paris, Christian Bourgeois, 1986
- Schwartz Daniel, *Le jeu de la science et du hasard*, Paris, Flammarion, 1994
- Searle John R., *Intentionality*, New York, Cambridge University press, 1983
- Searle John R., *Le mystère de la conscience*, Paris, Odile Jacob, 1999
- Searle John R., *La redécouverte de l'esprit*, Paris, Gallimard, 1995
- Selleri Franco, *Le grand débat de la théorie quantique*, Paris, Flammarion, 1986
- Serres Michel, *L'incandescent*, Paris, L.G.F, col. Le Livre de Poche, 2005
- Serres Michel, *Hominescence*, Paris, L.G.F, col. Le Livre de Poche, 2003
- Shannon Claude E., Weaver Warren, *The mathematical theory of communication*, Urbana (II), Univ. of Illinois Press, 1948
- Shear Jonathan (sous la direction de), *Explaining consciousness: the « Hard Problem »*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1997
- Sheldrake Rupert, *A new science of life*, Londres, Granada, 1983
- Skinner Burrhus Frederic, *Au-delà de la liberté et de la dignité*, trad. Anne-Marie et Marc Richelle, Paris, Laffont, 1971
- Skinner Burrhus Frederic, *The behavior of organisms*, New York, Appleton-century, 1938
- Snow Charles, *Les deux cultures*, trad. Claude Noël, Paris, Pauvert, 1968
- Spencer Herbert, *The principles of psychology*, 1855 – Whitefish (MT), Kessinger publishing, 2004
- Spinoza Baruch, *Éthique*, présentation traduction et note par Charles Appuhn, GF-Flammarion, 1965
- Stoïciens (Les)*, trad. Émile Bréhier, revue par Victor Goldschmidt, Paris, Gallimard – La Pléiade –, 1967
- Talbot Michael, *Mysticisme et physique nouvelle*, trad. A. Kielce, Paris, Mercure de France, 1984
- Targ Russel, Puthoff Harold, *Aux confins de l'esprit*, Paris, Albin Michel, 1978
- Thom René, *Paraboles et catastrophes*, Paris, Flammarion, 1983
- Thom René, *Prédire n'est pas expliquer*, Paris, Flammarion, col. Champs, 1999
- Thomas Lewis, *La méduse et l'escargot*, trad. Hervé Denès, Paris, Belfond, 1980
- Thompson D'Arcy, *Formes et croissance*, Paris, Seuil, 1994
- Tournier Jean-Nicolas, *Le vivant décodé - quelle nouvelle définition donner à la vie ?*,

Paris, EDP sciences, 2005

Tourte Yves, *Génie génétique et biotechnologies : Concepts, méthodes et applications agronomiques*, Paris, Dunod, 2002

Toynbee Arnold, *La grande aventure de l'humanité*, trad. G. Bunnens, G. Colson et P. Kinner sous la direction de Jacques Potin et Hervé Douxchamps, Bruxelles, Elsevier Séquoia, 1977

Turing Alan Mathison, Girard Jean-Yves, *La machine de Turing*, trad. Par Julien Basch, Paris, Seuil, col. Points, 1999

Varela Francisco J., *Invitation aux Sciences cognitives*, trad. P. Lavoie, Paris, Seuil, 1989

Varela Francisco J., Thompson E. et Rosch E, *L'inscription corporelle de l'esprit : sciences cognitives et expérience humaine*, Seuil, Paris, 1993

Vendryès Pierre, *Vie et probabilité*, Paris, Albin Michel, 1942

Vendryès Pierre, *Vers la théorie de l'homme*, Paris, PUF, 1973

Vincent Jean-Didier, *Biologie des passions*, Paris, Odile Jacob, 1986

Von Bertalanffy Ludwig, *Théorie générale des systèmes*, trad. J.-B. Chabrol, Nlle Ed., Paris, Dunod, 2012.

Von Neumann John, *Theory of self-reproducing Automata*, A.W.Burks (ed.), Urbana (Ill), Univ. of Illinois Press, 1966

Wegner Daniel M., *The illusion of conscious will*, Cambridge (MA), MIT Press, 2002

Whitehead Alfred North, *Procès et réalité - essai de cosmologie*, trad. Daniel Charles, Maurice Élie, Michel Fuchs, Jean-Luc Gautero, Dominique Janicaud, Robert Sasso et Arnaud Villani, Paris, Gallimard, 1995

Winnicott Donald Woods, *Jeu et réalité*, trad C. Monod et J.B.Pontalis, Paris, Gallimard, 2002.

Winnicott Donald Woods, *De la pédiatrie à la psychanalyse*, trad Jeanine Kalmanovna, Paris, Gallimard, 1989.

Wiener Norbert, *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*, Paris, Cambridge, 1948

Wittgenstein Ludwig, *Tractatus Logico-philosophicus*, trad. Pierre Klossowski, Paris, Gallimard, 1961.

Zenoni Alfredo, *Le corps de l'être parlant ; de l'évolutionnisme à la psychanalyse*, Bruxelles, Éditions Universitaires/De Boeck Université (Oxalis), 1991

Zohar Danah, *Conscience et science contemporaine : le moi quantique*, Monaco, Rocher, 1993.

# Table des matières

<b>LE VIVANT ET L'INDETERMINE – 1 – ACTION INTENTIONNELLE, CERVEAU ET PHYSIQUE QUANTIQUE .....</b>	<b>1</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>Chapitre un - L'action intentionnelle pose un problème .....</b>	<b>4</b>
1 – Définition de l'action intentionnelle .....	4
1 – 1 – Elle est définie par le fait qu'il y a un but à atteindre et atteignable par l'intention .....	4
1 – 2 – Ce but est représentation anticipée de ce qui n'est pas .....	5
1 – 3 – Cette définition conduit à un problème .....	6
2 – Le problème : contradiction entre déterminisme biologique et intentionnalité .....	7
2 – 1 – Je ne peux vouloir agir pour un but, si le but à atteindre a lieu nécessairement .....	7
2 – 2 – Corollaire : une intention est toujours exclusive d'au moins une autre intention possible.....	12
2 – 3 – La définition de l'action intentionnelle conduit donc à la non détermination de cette action.....	13
2 – 4 – Le déterminisme, appliqué à la totalité de notre fonctionnement, ne laisse aucun rôle à l'intentionnalité.....	16
2 – 4 – 1 – L'anticipation ne peut être expliquée ni par le déterminisme, ni par l'aléatoire .....	16
2 – 4 – 2 – Le concept de projet est en contradiction avec le déterminisme .....	18
2 – 4 – 3 – Selon le déterminisme, tout résultat est prévisible comme enchaînement de causes à effets .....	19
2 – 4 – 4 – Déterminisme biologique et intention sont donc contradictoires .....	20
2 – 5 – C'est un problème, car les biologistes estiment que le fonctionnement biologique est déterminé .....	20
<b>Chapitre deux - Contradiction entre déterminisme et intentionnalité .....</b>	<b>24</b>
1 – Il existe deux solutions simples possibles au problème.....	24
1 – 1 – L'intention ne joue pas de rôle, c'est à dire qu'il n'y a pas d'action intentionnelle .....	24
1 – 2 – Il n'y a pas de déterminisme absolu du fonctionnement biologique .....	25
2 – On ne peut pourtant pas nier l'existence d'une capacité intentionnelle.....	25
2 – 1 – Exposé des arguments contre l'existence d'une capacité intentionnelle.....	26
2 – 1 – 1 – On ne conçoit pas comment l'intention peut modifier un processus biologique déterminé .....	27
2 – 1 – 2 – La croyance en l'existence de l'intention est accessoire et sans conséquence.....	28
2 – 1 – 3 – L'intention n'agit donc pas, elle est un phénomène secondaire .....	30
2 – 1 – 3 – 1 – L'homme machine de La Mettrie .....	30
2 – 1 – 3 – 2 – La pensée conçue comme sécrétion du cerveau selon Cabanis .....	31
2 – 1 – 3 – 3 – Déterminisme et épiphénoménisme selon Le Dantec.....	32
2 – 1 – 3 – 4 – Les théories du conditionnement de Pavlov à Skinner .....	33
2 – 1 – 3 – 5 – L'illusion de la volonté consciente selon Wegner.....	35
2 – 1 – 3 – 6 – L'homme neuronal de Changeux.....	36
2 – 1 – 3 – 7 – Auto-organisation et interactions avec l'environnement selon Atlan.....	38
2 – 1 – 3 – 8 – L'interprétation évolutionniste de l'activité intentionnelle selon Dennett.....	41



2 – 1 – 3 – 9 – L’expérience de Libet et son interprétation déterministe .....	43
2 – 2 – Pourtant nous avons de nombreux arguments en faveur de l’existence d’une capacité intentionnelle.....	44
2 – 2 – 1 – Arguments critiques contre la négation de l’action intentionnelle .....	45
2 – 2 – 1 – 1 – Si l’intention n’est pas efficace, comment peut-elle exister ? .....	45
2 – 2 – 1 – 1 – 1 – La seule réponse apportée provient des théories de la sélection naturelle .....	47
2 – 2 – 1 – 1 – 2 – Mais, si l’action intentionnelle n’est pas réelle, elle ne peut être sélectionnée.....	48
2 – 2 – 1 – 1 – 3 – En revanche si l’action intentionnelle est sélectionnable, elle est agissante.....	48
2 – 2 – 1 – 1 – 4 – Ainsi, toute théorie de l’émergence de l’action intentionnelle par sélection naturelle reconnaît implicitement que l’intention est efficace.....	49
2 – 2 – 1 – 2 – Pouvons-nous affirmer, ou croire en, le déterminisme, sans contradiction ? .....	50
2 – 2 – 1 – 2 – 1 – Si j’affirme une vérité, je ne peux être déterminé.....	51
2 – 2 – 1 – 2 – 1 – 1 – Quand j’affirme, je pense que c’est vrai .....	51
2 – 2 – 1 – 2 – 1 – 2 – Je l’affirme parce que je pense que c’est vrai et non parce que j’y suis obligé .....	52
2 – 2 – 1 – 2 – 1 – 3 – Si je pense que c’est faux, je change d’avis.....	52
2 – 2 – 1 – 2 – 1 – 4 – Je change d’avis parce que je pense que c’est vrai, non par obligation .....	52
2 – 2 – 1 – 2 – 1 – 5 – J’affirme donc que c’est vrai parce que c’est vrai.....	53
2 – 2 – 1 – 2 – 2 – Inversement, si je suis déterminé, je ne peux affirmer une vérité.....	54
2 – 2 – 1 – 2 – 2 – 1 – Car si je suis déterminé, ce que j’affirme est déterminé .....	54
2 – 2 – 1 – 2 – 2 – 2 – Si ce que j’affirme est déterminé, c’est que je suis obligé de l’affirmer.....	55
2 – 2 – 1 – 2 – 2 – 3 – Je n’affirme pas une vérité, je produis une conséquence nécessaire.....	55
2 – 2 – 1 – 2 – 3 – Il est donc contradictoire d’affirmer la vérité du déterminisme, et en conséquence l’impossibilité de l’intentionnalité.....	56
2 – 2 – 1 – 2 – 3 – 1 – Je ne peux l’affirmer comme vraie, mais seulement comme le produit de mes déterminations.....	56
2 – 2 – 1 – 2 – 3 – 2 – Je dois donc admettre qu’une affirmation contraire est le produit d’autres déterminations.....	56
2 – 2 – 1 – 2 – 3 – 3 – L’idée de vérité ne peut donc être le produit du déterminisme.....	57
2 – 2 – 1 – 2 – 3 – 4 – Le déterminisme ne peut donc pas conduire à des affirmations contradictaires affirmées vraies par ceux qui les exposent.....	57
2 – 2 – 1 – 2 – 4 – Croire au déterminisme et nier l’intentionnalité est aussi auto- contradictoire .....	58
2 – 2 – 1 – 2 – 4 – 1 – On ne peut croire sans intentionnalité.....	58
2 – 2 – 1 – 2 – 4 – 2 – Si je crois au déterminisme, je ne peux nier l’existence des croyances .....	59
2 – 2 – 1 – 2 – 4 – 3 – Si je crois au déterminisme, je ne peux diriger ma vie « en conséquence » .....	59
2 – 2 – 1 – 3 – Pouvons-nous chercher une preuve sans intention ? .....	60
2 – 2 – 1 – 3 – 1 – Pour construire une preuve, il faut un but.....	61
2 – 2 – 1 – 3 – 2 – Donc, la preuve demande une intention préalable .....	61
2 – 2 – 1 – 3 – 3 – Vouloir prouver que l’intention n’existe pas est donc intentionnel .....	62
2 – 2 – 1 – 4 – Déclarer l’intention être une illusion est contradictoire .....	62
2 – 2 – 2 – Arguments positifs concluant à l’existence d’une capacité intentionnelle.....	64
2 – 2 – 2 – 1 – Nous pensons généralement que nous sommes intentionnels.....	64
2 – 2 – 2 – 1 – 1 – Nous distinguons « faire par hasard » et « faire exprès » .....	64
2 – 2 – 2 – 1 – 2 – Nous distinguons « faire sous l’impulsion » et « faire pour un but » .....	65

2 – 2 – 2 – 1 – 3 – Nous distinguons « faire sous la contrainte » et « faire volontairement » .....	66
2 – 2 – 2 – 1 – 4 – Nous distinguons les actes mauvais des actes bons parce qu'ils sont intentionnels.....	67
2 – 2 – 2 – 2 – Nous le pensons pour nous-mêmes et pour les autres .....	68
2 – 2 – 2 – 2 – 1 – En tant que scientifiques, nous organisons la recherche en reconnaissant explicitement notre capacité intentionnelle et son efficacité .....	68
2 – 2 – 2 – 2 – 2 – Nous élisons les politiques en fonction de leur programme .....	71
2 – 2 – 2 – 2 – 3 – La société reconnaît la responsabilité des actions intentionnelles .....	71
2 – 2 – 2 – 2 – 4 – Lorsque nous échangeons avec un autre, nous le considérons intentionnel .....	72
2 – 2 – 2 – 2 – 5 – Nous pouvons donc transmettre notre intention à une autre personne par le langage.....	74
2 – 2 – 2 – 2 – 6 – Comment comprendre toutes ces distinctions et tous ces effets s'ils ne sont pas réels ?.....	75
2 – 3 – La neurologie (expérimentation de Libet) confirme le concept d'intentionnalité agissante .....	76
2 – 3 – 1 – Présentation et résultat de cette expérimentation neurologique .....	76
2 – 3 – 2 – Nous pouvons en déduire les trois étapes de l'action intentionnelle.....	77
2 – 3 – 3 – Nous ne pouvons avoir conscience des mécanismes déterminés que nous mettons en œuvre en même temps que nous les mettons en œuvre .....	80
2 – 3 – 4 – Ces résultats sont confirmés par l'expérience quotidienne .....	82
2 – 3 – 5 – Nous devons différencier l'intention de la conscience réflexive .....	85
2 – 3 – 5 – L'expérimentation de Libet confirme donc l'action intentionnelle et précise ses étapes .....	89
2 – 4 – L'efficacité de l'intention est prouvée aussi par la possibilité d'invention.....	90
2 – 4 – 1 – On ne peut expliquer l'invention par le déterminisme .....	90
2 – 4 – 1 – 1 – Si c'est déterminé, c'est prévisible .....	91
2 – 4 – 1 – 2 – Si c'est déterminé, c'est reproductible.....	93
2 – 4 – 1 – 3 – Il n'y a donc rien de nouveau qui puisse sortir de mécanismes entièrement déterminés.....	94
2 – 4 – 1 – 4 – C'est pourquoi un automate ne peut rien produire de nouveau .....	95
2 – 4 – 2 – Une invention ne pouvant être a priori déterminée, elle peut être le résultat du hasard.....	96
2 – 4 – 2 – 1 – Une invention peut être conçue comme une combinaison nouvelle d'éléments préexistants .....	96
2 – 4 – 2 – 2 – Une combinaison nouvelle résulte de la rencontre de séries déterminées indépendantes .....	97
2 – 4 – 2 – 3 – La rencontre de séries déterminées indépendantes définit l'aléatoire .....	98
2 – 4 – 2 – 4 – Une invention peut donc résulter du hasard.....	98
2 – 4 – 2 – 5 – On peut, après coup, calculer la probabilité d'apparition d'une nouveauté.....	99
2 – 4 – 3 – Si une invention ne provient pas du hasard, elle est intentionnelle.....	100
2 – 4 – 3 – 1 – En effet, une invention ne peut être déterminée .....	100
2 – 4 – 3 – 2 – Si elle est impossible aléatoirement, elle ne peut être qu'intentionnelle .....	100
2 – 4 – 3 – 3 – Encore faut-il connaître l'intention en question .....	100
2 – 4 – 3 – 4 – On peut donc incriminer l'intention exprimée ex ante .....	102
2 – 4 – 4 – On peut prouver qu'une invention ne provient pas du hasard.....	103
2 – 4 – 4 – 1 – On peut calculer la probabilité d'apparition d'événements indépendants .....	103
2 – 4 – 4 – 2 – On peut évaluer la probabilité d'apparition d'un événement quelconque .....	106
2 – 4 – 4 – 3 – On peut donc évaluer la probabilité d'apparition d'une invention .....	107
2 – 4 – 4 – 4 – La loi de Borel : à partir du probable nous pouvons concevoir l'impossible .....	108

2 – 4 – 4 – 5 – Si une invention est aléatoirement impossible, elle est donc intentionnelle.....	113
2 – 4 – 5 – Preuve objective de l’efficacité de l’intention par le raisonnement expérimental .....	113
2 – 4 – 5 – 1 – Envoyer un homme sur la Lune.....	115
2 – 4 – 5 – 1 – 1 – Nombreuses étapes identifiées.....	115
2 – 4 – 5 – 1 – 2 – Estimation des probabilités de succès.....	116
2 – 4 – 5 – 1 – 3 – But clairement décrit, confrontable au résultat .....	118
2 – 4 – 5 – 1 – 4 – Impossibilité d’atteinte du résultat par des recombinaisons aléatoires.....	119
2 – 4 – 5 – 2 – Fabriquer des plantes génétiquement modifiées .....	121
2 – 4 – 5 – 2 – 1 – Nombreuses étapes scientifiques et technologiques identifiées.....	122
2 – 4 – 5 – 2 – 2 – Existence de nombreuses inconnues scientifiques, techniques, économiques .....	122
2 – 4 – 5 – 2 – 3 – Estimation des probabilités de succès.....	123
2 – 4 – 5 – 2 – 4 – But clairement décrit, confrontable au résultat .....	125
2 – 4 – 5 – 2 – 5 – Impossibilité d’atteinte du résultat par des recombinaisons aléatoires .....	126
2 – 4 – 5 – 3 – L’activité intentionnelle existe donc de manière certaine.....	128
2 – 5 – Nous devons donc conclure à l’existence d’une activité intentionnelle.....	129
2 – 5 – 1 – On ne peut comprendre l’existence d’une intention inefficace .....	130
2 – 5 – 2 – Affirmer le (ou croire au) déterminisme est contradictoire .....	130
2 – 5 – 3 – Toute recherche de preuve est intentionnelle .....	130
2 – 5 – 4 – Croire que l’intention est une illusion est contradictoire .....	130
2 – 5 – 5 – On ne peut comprendre l’organisation sociale en l’absence d’activité intentionnelle .....	130
2 – 5 – 6 – L’activité inventive humaine exige une activité intentionnelle.....	130
3 – Inversement, on ne peut pas non plus nier l’existence du déterminisme.....	131
3 – 1 – Déterminisme au niveau de la biologie moléculaire .....	132
3 – 2 – Déterminisme au niveau de la biochimie .....	137
3 – 3 – Déterminisme au niveau de la physiologie .....	140
3 – 4 – Déterminisme biophysique.....	141
3 – 5 – Déterminisme neurologique .....	143
3 – 6 – Conclusion : le déterminisme du fonctionnement biologique ne peut être nié .....	144
4 – Comment concilier déterminisme et activité intentionnelle ?.....	144
4 – 1 – La non détermination est une condition nécessaire à l’existence de l’activité intentionnelle.....	145
4 – 2 – Le déterminisme du fonctionnement est nécessaire à l’activité intentionnelle.....	146
4 – 2 – 1 – Sans déterminisme du fonctionnement, nous ne pourrions réaliser une action .....	146
4 – 2 – 2 – Sans déterminisme du fonctionnement, nous ne pourrions anticiper .....	147
4 – 3 – Nous devons donc distinguer d’une part le déterminisme du fonctionnement de l’activité intentionnelle, et d’autre part la non détermination de l’origine qui enclenche ce même fonctionnement .....	148
4 – 4 – C’est seulement l’origine d’une activité intentionnelle qui est inaccessible au déterminisme .....	150
4 – 4 – 1 – En effet, si elle est accessible au déterminisme, c’est du fonctionnement, ce n’est pas une intention .....	150
4 – 4 – 2 – Si cette origine est décrite comme représentation et but, elle ne peut l’être comme fonctionnement .....	150
4 – 5 – La description d’une activité intentionnelle doit tenir compte de son but ou de	

ses buts, de la non détermination de son origine, et du déterminisme de son fonctionnement.....	151
4 – 5 – 1 – Une activité intentionnelle est toujours orientée, finalisée.....	151
4 – 5 – 2 – L’orientation agit au début de séries déterminées ; sa description reste de l’ordre de l’intentionnel.....	151
4 – 5 – 3 – Le fonctionnement pour atteindre le but est déterministe.....	152
4 – 5 – 4 – Le but joue un rôle d’asservissement (dans le sens cybernétique) sur le fonctionnement déterministe.....	153
4 – 6 – L’action de l’intention implique une indétermination en amont des fonctions déterminées, au niveau cérébral.....	153
4 – 6 – 1 – Les systèmes répondant aux lois newtoniennes du mouvement ne sont pas strictement déterminés.....	154
4 – 6 – 2 – L’usage des concepts de la cybernétique, dans l’explication du fonctionnement du vivant, conduit à poser un indéterminisme indépendant de l’activité intentionnelle.....	155
4 – 6 – 3 – Le concept d’auto-organisation reconnaît de manière explicite l’indéterminisme, pour des raisons de capacité adaptative et non comme conséquence d’une capacité intentionnelle.....	156
4 – 6 – 4 – La théorie de l’information fait référence à l’aléatoire, mais cet indéterminisme exogène ne peut être conforme aux exigences d’une activité intentionnelle.....	156
4 – 6 – 5 – Les ruptures d’échelle génèrent de l’indétermination, mais autre que celui que nous cherchons en amont des séries déterminées de l’action intentionnelle.....	158
4 – 6 – 6 – La sous-détermination des théories par les faits n’est pas non plus l’indétermination recherchée.....	161
4 – 6 – 7 – La complexité pourrait être générée par le bruit, c’est à dire par de l’indéterminisme, mais il ne peut pas être celui qui permet l’activité intentionnelle.....	162
4 – 6 – 7 – On peut en déduire que la non détermination qui permet l’intention se situe dans le système nerveux central.....	165
4 – 6 – 8 – Les sous-fonctions cérébrales activées lors des représentations et des intentions doivent être les lieux d’une forme d’indéterminisme.....	168

### **Chapitre trois - Solution du problème : Les lois de la physique ne sont pas**

#### **contradictoires avec l’activité intentionnelle..... 171**

1 – La physique quantique découvre l’indéterminisme.....	171
1 – 1 – La science, jusqu’au début du 20 <sup>ème</sup> siècle, s’appuyait sur une conception déterministe des lois de la nature.....	171
1 – 1 – 1 – Pour le déterminisme, les lois déterminées de la nature se maintiennent de l’infiniment grand à l’infiniment petit et ne laissent aucune place à l’intention.....	171
1 – 1 – 2 – La physique classique a consacré le succès de l’approche déterministe.....	173
1 – 1 – 3 – La géologie, la biologie et la chimie, tout en concevant des changements des lois de la nature selon l’échelle des phénomènes, étaient déterministes.....	173
1 – 2 – Les atomistes antiques avaient compris que l’activité intentionnelle nécessite l’indéterminisme au niveau atomique.....	175
1 – 3 – Les conceptions atomistes modernes ne remettaient pas en cause le déterminisme.....	177
1 – 3 – 1 – Atome et particule sont des concepts utilisables par la mécanique classique.....	179
1 – 3 – 2 – Jusqu’au début du 20 <sup>ème</sup> siècle, on concevait une mécanique déterministe.....	

des atomes .....	180
1 – 4 – Mais la physique quantique introduit un indéterminisme fondamental .....	181
1 – 4 – 1 – L’analyse de la lumière confirme l’indéterminisme quantique .....	183
1 – 4 – 1 – 1 – Il fallut deux siècles de débats et de recherche pour découvrir la nature paradoxale de la lumière.....	183
1 – 4 – 1 – 2 – La nature ondulatoire de la lumière apparaît lors de son passage à travers une fente .....	185
1 – 4 – 1 – 3 – L’analyse de la lumière passant à travers deux fentes confirme la nature ondulatoire de lumière et conduit à l’indéterminisme quantique .....	189
1 – 4 – 1 – 4 – La réfutation de la théorie des variables cachées définit cet indéterminisme comme fondamental .....	191
1 – 4 – 2 – L’indéterminisme quantique est applicable aux particules élémentaires, aux atomes, voire à des molécules .....	194
1 – 4 – 3 – Peut-on préciser les problèmes ontologiques de la physique quantique ?.....	195
1 – 4 – 3 – 1– La physique quantique est d’abord une mécanique ondulatoire.....	196
1 – 4 – 3 – 2 – Le concept d’onde sans support matériel conduit à une mécanique indéterministe .....	196
1 – 4 – 3 – 2 – 1 – Une onde est conçue d’abord comme une propagation dans la matière .....	197
1 – 4 – 3 – 2 – 2 – Cette propagation entraîne un mouvement alternatif des particules de matière .....	198
1 – 4 – 3 – 2 – 3 – Une onde diffracte, ce qui est une indétermination de fait .....	199
1 – 4 – 3 – 2 – 4 – Deux ondes interfèrent, ou encore s’enchevêtrent (s’intriquent).....	200
1 – 4 – 3 – 2 – 5 – Concevoir une onde élémentaire conduit à poser un indéterminisme fondamental de principe .....	201
1 – 4 – 3 – 2 – 6 – L’ontologie de la particule-onde est une « ontologie négative » .....	214
1 – 4 – 3 – 2 – 7 – L’indéterminisme quantique est donc nécessaire et « inconcevable ».....	217
1 – 4 – 3 – 3 – L’indéterminisme quantique est le même concept que le clinamen Épicurien.....	219
2 – Pourtant l’indéterminisme quantique est non-contradictoire avec le déterminisme classique macroscopique.....	221
2 – 1 – L’indéterminisme quantique s’éteint par la loi des grands nombres.....	222
2 – 2 – L’indéterminisme quantique s’éteint par la décohérence et la perte de symétrie .....	225
2 – 3 – Cette extinction de l’indéterminisme quantique à l’échelle macroscopique est vérifiée en physique. Cela ne résout donc pas notre problème. ....	227
3 – L’indéterminisme quantique est pourtant non-contradictoire avec une activité intentionnelle à l’échelle classique .....	229
3 – 1 – Le programme fort des théories de la décohérence inclut l’expérimentateur dans le monde macroscopique.....	230
3 – 2 – Le programme fort prouve la non-contradiction de l’indéterminisme quantique et de l’activité intentionnelle.....	231
3 – 3 – L’indéterminisme quantique laisse bien une place à l’intentionnalité .....	233
4 – Comment l’indéterminisme quantique subsiste-t-il au niveau cérébral ? .....	234
4 – 1 – L’indéterminisme quantique doit être présent au niveau macroscopique cérébral .....	235
4 – 2 – Comment imaginer le passage de l’indéterminisme quantique au niveau cérébral ? .....	237
4 – 2 – 1 – Des micro-structures neuronales doivent permettre la superposition quantique .....	237
4 – 2 – 1 – 1 – L’indéterminisme quantique pourrait subsister au niveau des synapses neuronales .....	237
4 – 2 – 1 – 2 – Des phénomènes quantiques pourraient avoir lieu à des échelles quasi	

classiques.....	243
4 – 2 – 2 – Les neurones ont des fonctionnements indéterministes : sont-ils quantiques ? .....	245
4 – 2 – 2 – 1 – Les neurones montrent un fonctionnement « spontané », indéterministe.....	245
4 – 2 – 2 – 2 – L'origine quantique de l'indéterminisme neuronal ne peut être rejeté.....	248
4 – 2 – 3 – L'indéterminisme neuronal peut être utilisé au niveau macroscopique cérébral .....	250
4 – 2 – 4 – Comment les neurones peuvent-ils passer de l'état désynchronisé à l'état synchronisé ? .....	251
4 – 2 – 5 – Comment les fonctionnements neuronaux peuvent-ils être intégrés ? .....	254
4 – 2 – 6 – Les neurones sont sensibles aux fluctuations aléatoires du champ électromagnétique cérébral.....	258
4 – 2 – 7 – Champ électromagnétique cérébral, synchronisation neuronale et indéterminisme neuronal, permettraient de modéliser l'apprentissage .....	260
4 – 2 – 8 – La théorie de l'identité du champ électromagnétique cérébral et de la conscience est une reconnaissance implicite de la non détermination de l'action intentionnelle .....	261
4 – 2 – 9 – D'autres raisons suggèrent fortement l'existence d'un fonctionnement quantique cérébral.....	263
4 – 3 – D'autres hypothèses globales, moins convaincantes, sont également proposées .....	264
4 – 4 – On peut donc définir où se positionne l'indéterminisme cérébral qui permet l'action intentionnelle.....	266
4 – 4 – 1 – L'indéterminisme quantique neuronal et cérébral est une nécessité .....	268
4 – 4 – 2 – Quelles sont les limites de chacune des hypothèses actuellement émises ? .....	269
4 – 4 – 2 – 1 – On ne peut pas plus expliquer la subjectivité par la physique quantique que par la neurologie .....	269
4 – 4 – 2 – 2 – L'homologie de l'intention et de l'indéterminisme quantique ne signifie pas une identité .....	271
4 – 4 – 2 – 3 – La relation entre intention et champ quantique ne peut être une relation de contiguïté.....	274
4 – 4 – 3 – Peut-on départager aujourd'hui les différentes hypothèses ?.....	275
5 – L'indéterminisme quantique n'explique pas l'activité intentionnelle, il la permet. ....	276
5 – 1 – On ne peut déduire l'intention d'une indétermination quelle qu'elle soit .....	276
5 – 2 – La recherche d'explication de l'intention est un obstacle à la compréhension du rôle de l'indéterminisme quantique .....	279
5 – 3 – L'espace nécessaire à l'action intentionnelle est bien apporté par la physique quantique .....	283
5 – 4 – La physique quantique ne justifie pas l'intention ; elle la rend possible .....	284
6 – L'existence de l'indéterminisme neuronal renvoie la charge de la preuve à ceux qui nient l'activité intentionnelle .....	287
6 – 1 – La réalité de l'activité intentionnelle implique un indéterminisme cérébral, ce qui s'avère confirmé.....	288
6 – 2 – On ne peut refuser par principe au cerveau des propriétés déjà reconnues à la matière par les physiciens .....	288
<b>Chapitre quatre - Conclusions et perspectives .....</b>	<b>290</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>294</b>

