

Énergie et critères d'unité

Leibniz, Simondon, Vernadsky

Clément GAILLARD

Énergie et critères d'unité

Leibniz, Simondon, Vernadsky

Clément GAILLARD

Mémoire de recherche de Master 2 « Philosophie contemporaine »
Sous la direction de Mr. Ronan De Calan - année 2018-2019
Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (UFR 10)

Je tiens à remercier Mr. Ronan De Calan pour sa confiance, sa curiosité et ses conseils ainsi que pour les textes qu'il m'a fait découvrir.

Je remercie également Mme. Sabine Barles qui m'a aidé dans mes recherches ainsi que Julie Guyon.

Enfin je remercie mes camarades de l'atelier Normes et réalité et en particulier Mr. Fabien Carabajal.

Introduction

LE PROBLÈME DE L'UNITÉ

« *L'on sait combien les végétaux et les animaux dépendent de la terre, de l'air, et du soleil ; que sait-on si les étoiles fixes fort éloignées n'ont pas encore de l'influence sur nous ?* »

Plilalèthe à Théophile,
G. W. Leibniz, *Nouveaux essais sur l'entendement humain*, IV, 6, §11

« *Ces idées d'interactions sans limite, d'interactions franchissant des espaces immenses et reliant les propriétés les plus hétéroclites traînent depuis des siècles dans les esprits préscientifiques.* »

G. Bachelard, *La Formation de l'esprit scientifique*, p. 220

Nous souhaiterions étudier la notion d'unité, comprise non pas au sens d'un élément discret, qui désigne par exemple une *unité mathématique*, mais dans le sens où l'on peut dire qu'une chose *forme une unité*. L'unité peut désigner le caractère de ce qui est *un*, non pas ce qui est l'élément d'un ensemble mais ce qui est possiblement *indivisible*, concret¹. Alors que la simplicité signifie ce qui est *sans parties*, l'unité

¹ André Lalande, article « Unité », in [1997], *Vocabulaire technique et critique de la philosophie. Volume 2 : N-Z*, éd. Presses Universitaires de France, (Paris), coll. Quadrige, (1ère éd. : 1926), non

peut désigner une propriété commune à plusieurs parties, cette propriété étant condition de l'unité. Ce que nous appelons *le problème de l'unité* désigne une tension : qu'est-ce qui permet d'affirmer qu'il y a unité ? Cette tension se retrouve lorsqu'il s'agit de déterminer par des critères précis si un objet, une chose ou un phénomène est véritablement *un* ou au contraire si celui-ci est *divisible*, entendu que dans ce dernier cas la difficulté consiste à déterminer si cette divisibilité tend vers l'infini. Dans le cas de l'atomisme épicurien par exemple, le problème de l'unité s'est manifesté par la défense d'un critère de *solidité* propre aux éléments discrets qui composent la matière :

« Tout corps est germe simple ou groupe d'éléments.

Simple atome, il n'est pas de chocs si véhéments

Qu'ils puissent ébranler cette unité suprême. »¹

Chez Lucrèce comme chez de nombreux atomistes, l'atome est l'unité simple à la racine du composé et des corps. Les arbitrages entre *simple* et *composé*, *un* et *divisible*, *partie* et *tout*, qu'étudie aujourd'hui la méréologie² constituent autant de réponses au problème de l'unité. Ce problème qui oblige à définir des unités stables et indivisibles, en s'appuyant sur des critères physiques et parfois empiriques, traverse en réalité toute l'histoire de la philosophie depuis les présocratiques jusqu'à la période

paginé. André Lalande signale une différence importante entre l'unité logique, propre aux concepts, et l'unité organique, située au niveau des êtres.

1 Lucrèce, [1876] *De la Nature des choses (De rerum natura)*, livre I, 486-488, éd. Sandoz et Fischbacher (Paris), trad. par André Lefèvre, p. 20

2 La méréologie est une formalisation des rapports entre les parties et le tout au sein de la logique formelle.

contemporaine¹. Mais le problème de l'unité n'est pas propre à la philosophie, il existe aussi dans les sciences et se manifeste notamment dans la recherche des particules élémentaires et des quantités discrètes de matière ou d'énergie. On le retrouve par exemple dans la réception des grands travaux de Ludwig Boltzmann portant sur la théorie cinétique des gaz à la fin du XIX^e siècle. Tout l'enjeu de la querelle de la réception des travaux de Boltzmann portait sur la possibilité de réduire un milieu continu comme le gaz à des unités quantifiées et discrètes. Contre Boltzmann, les tenants de l'énergétisme comme Ostwald ou Mach affirmaient que les propriétés d'un gaz étaient essentiellement irréductibles à des unités discontinues².

En philosophie, l'étude des unités a parfois été confondue avec l'étude des individus et des formes d'individuation. Le problème de l'unité croise bel et bien celui de l'individuation, tel qu'il a été étudié par Gilbert Simondon dans sa thèse principale sur *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, mais surtout dans son *Analyse des critères d'individualité* qui est un texte préparatoire à cette thèse³. Cependant, il semblerait que la recherche des critères d'individualités en tant qu'elle vise à déterminer *l'unité des individus* n'explique que partiellement la signification de cette notion d'unité. De même, la notion « d'autonomie » propre à définir les unités organisées n'est utilisable que dans le cas d'organismes ou

- 1 La scolastique s'est particulièrement intéressée au problème de l'unité, et plus particulièrement au problème de *l'unité divine* celle-ci ne devant pas être contradictoire avec la doctrine de la *Trinité*. On trouve parmi les écrits d'Abélard et d'Augustin de longs développements sur le passage de l'unité à la *Trinité*. Ce problème étant loin des considérations physiques qui occupent la présente étude, nous laisserons de côté cette littérature.
- 2 Jacques Bouveresse, [1999], « La Philosophie naturelle de Boltzmann », *Philosophia Scientiæ*, tome 3, n°2 (1998-1999), p. 14
- 3 Gilbert Simondon, « Analyse des critères d'individualité » in [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, éd, Jérôme Millon (Grenoble), coll. Krisis, pp. 553-558

d'individus vivants¹. Bien plus, il semblerait que la propriété des individus d'être *indivisible* n'épuise pas la signification de la notion d'unité. En effet, selon une hypothèse que nous essaierons de défendre, *ce qui déterminerait une unité n'est pas nécessairement d'être indivisible* ou – pour rendre notre hypothèse affirmative – il existerait des *critères* qui définissent des *unités divisibles*. Nous souhaiterions montrer qu'il est possible de distinguer des *formes d'unité* qui invalident le présupposé selon lequel une unité serait, au même titre qu'un individu, *indivisible*. Individu et unité serait bien loin de s'équivaloir : alors que la compréhension du premier reviendrait à trouver les *principes* déterminant l'individuation, la détermination de l'unité passerait par la mise en place de critères à même de valider l'unité de telle ou telle chose.

Mais que pourrait être l'unité d'une chose indifféremment divisible ? Ne s'agirait-il pas simplement d'une unité conceptuelle ou nominale n'existant qu'au niveau du langage ?² L'idée d'aborder ce problème de l'unité et le présupposé qui ferait qu'une unité serait ce qui possède la propriété d'être *une*, donc en un certain sens indivisible, a émergé au contact de disciplines comme l'écosystémique ou la

1 Nous faisons référence aux travaux de Francisco J. Varela qui a abondamment traité la notion d'unité dans le cadre de ses travaux sur « l'autopoïèse » des formes d'organisation avec Humberto Matura.

2 Francisco J. Varela répond partiellement à ce problème en tant qu'une unité organisée émerge d'un fond continu et uniforme, celle-ci est fondée *par l'observation* : « Les processus qui déterminent et distinguent une unité spécifient sa nature et celle du domaine à l'intérieur duquel elle existe. Cela est vrai, qu'il s'agisse d'un processus conceptuel (où l'observateur, par une opération de distinction, définit une unité au sein de son domaine de discours et de description) ou d'un processus physique (où une unité, par la manifestation de ses propriétés mêmes qui la définissent, apparaît en se distinguant de son environnement). La distinction d'une unité n'est donc pas une notion abstraite, purement conceptuelle, valable uniquement à des fins descriptives et analytiques ; c'est une notion opératoire qui se réfère au processus même de définition d'une unité. » in Francisco J. Varela [1989], *Autonomie et connaissance. Essai sur le vivant*, éd. Seuil (Paris), coll. La couleur des idées, trad. de l'américain par Paul Bourguin et Paul Dumouchel, p. 61-62

biogéochimie qui ont avancé dans leur développement historique l'existence d'objets singuliers pour la philosophie et l'épistémologie. L'intuition qu'il existerait une unité appelée « *biosphère* »¹ d'après Vernadsky ou des niveaux d'unité désignés par des *écosystèmes* amènent à envisager la possibilité que certaines unités n'aient pas pour caractéristique première d'être indivisible, mais qu'elles posséderaient une unité relative et pourtant clairement identifiée. Dans un champ plus proche de la philosophie, l'étude des techniques et des objets techniques – telle qu'on la retrouve aussi chez Gilbert Simondon dans la continuité de son étude de l'individuation – a également mis en avant des formes d'unité singulières entre certains objets techniques et leurs milieux, prolongeant par la même une analogie développée dans l'étude des êtres biologiques. Il y aurait par exemple une certaine continuité entre le moteur à explosion et son « milieu associé » (air, liquide de refroidissement, etc.) qui oblige à comprendre ses organes comme des interfaces et des lieux d'échange d'informations (information thermique, électrique, etc.)². L'unité d'un être technique serait d'un type particulier et se prolongerait dans son milieu, créant ainsi une continuité entre objet technique et milieu.

La difficulté pour déterminer rigoureusement le type d'unité qui caractérise la biosphère ou le rapport d'un objet technique avec son milieu a conduit dans la philosophie contemporaine à une prolifération de métaphores plus ou moins légitimes. Pour définir le type d'unité qui existerait entre un objet technique et son

1 Nous aurons l'occasion de préciser cette notion de « biosphère » dans la dernière partie de ce travail.

2 Gilbert Simondon, [1989], *Du Mode d'existence des objets techniques*, éd. Aubier (Paris), coll. Res. L'invention philosophique, préface de John Hart et postface de Yves Deforge, (1ère éd : 1958), p. 20

milieu, certains auteurs ont proposé d'assimiler tous les objets techniques à des « réseaux », rendant possible une « théorie de l'acteur-réseau » ou plus précisément une « sociologie de la traduction »¹. L'étude de ces « réseaux » permettrait de rendre compte de l'ensemble des facteurs matériels et immatériels qui formeraient l'unité d'un objet technique, celui-ci étant confondu avec le réseau dans lequel il s'intègre. Cette confusion serait telle que certains objets appelés « quasi-objets » ou « objets chevelus »² par Bruno Latour, auraient la propriété de se prolonger dans leur environnement ; à l'image de l'amiante, dont on retrouve des traces dans les corps humains, certains objets ou matériaux formeraient une unité indissociable de leur environnement³. Dans le même registre d'autres penseurs ont avancé l'idée que la biosphère serait un « hyperobjet », la caractéristique d'un « hyperobjet » étant d'être un objet dont on ne serait plus en mesure de discerner les contours⁴. L'unité de la biosphère serait expliquée dans la mesure où elle correspondrait à une catégorie d'objets de très grandes dimensions et difficilement identifiables : avec la notion d'« hyperobjet », l'appellation aurait valeur d'explication. Timothy Morton, à qui l'on doit ce terme d'« hyperobjet », a pu écrire que « les hyperobjets sont trop visqueux, trop non-locaux et fondus, trop interobjectifs (*sic*) pour être précisés à la manière dont nous pensons ordinairement que les objets devraient être cernés. »⁵ Les deux auteurs

1 Madeleine Akrich, Michel Callon, Bruno Latour, [2006], *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs*, éd. Presses des Mines (Paris), coll. Sciences sociales, 401 p. On pourra entre autres se reporter à l'article de Michel Callon et Bruno Latour « Le grand Léviathan s'apprivoise-t-il ? ».

2 Bruno Latour, [2004], *Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*, éd. La Découverte (Paris), coll. Poche (2004), p. 39

3 *Ibid.*, p. 40-41

4 Timothy Morton, [2018], *Hyperobjets. Philosophie et écologie après la fin du monde*, coéd. EPCC Cité du design – École supérieur d'art et design (Saint-Etienne), trad. par Laurent Bury, p. 103

5 *Ibid.*, p. 39

que nous venons de citer appartiennent indirectement pour le premier et directement pour le second à un courant philosophique diffus : l'*Oriented Object Ontology* (O.O.O) sur lequel nous aurons l'occasion de revenir. La caractéristique de ce courant est de multiplier les objets à toutes les échelles et d'argumenter à l'aide de nombreuses métaphores plus ou moins adossées à des notions vaguement scientifiques. L'O.O.O. affirme l'unité de chaque entité ou chaque chose, toute relation étant considérée comme substantielle¹, chaque chose peut être prise comme un objet existant en soi.

Le problème pour déterminer des critères d'unité se pose dans la mesure où beaucoup des notions et des objets de l'écologie sont aujourd'hui assimilés par l'Ontologie Orientée Objet et intégrés comme de nouveaux objets venant peupler cette « ontologie ». La biosphère est un « hyperobjet » et les écosystèmes ne sont qu'un type de réseau parmi tous les réseaux possibles. Cette assimilation conduit selon nous à deux écueils : elle associe ces objets à un certain courant philosophique et par la même, elle bloque toute compréhension de leurs singularités du point de vue épistémologique. Nous souhaitons, contre l'Ontologie Orientée Objet, étudier le problème de l'unité afin de ne pas céder à la facilité qui consiste à assimiler toutes les entités à cette catégorie d'« objet » ou de « chose », qui tend à niveler les critères propres à déterminer *l'unité d'un objet* ou d'*une chose*. Notre souhait est d'enrichir le problème de l'unité et sa *tension* plutôt que d'en neutraliser la portée² : affirmer que

1 Graham Harman, [2018], *Object Oriented Ontology: A New Theory of Everything*, éd. Pelican (Londres, UK), p. 15

2 Nous faisons nôtre la définition de la philosophie donnée par Canguilhem, reprenant Brunschvicg : « nous pensons obéir à une exigence de la pensée philosophique qui est de rouvrir les problèmes plutôt que de les clore. » in Georges Canguilhem, [1966], *Le Normal et le pathologique*, éd.

tout serait unité ou au contraire qu'il n'existerait *aucune forme d'unité* serait, selon nous, tout aussi absurde.

En tant que ce problème n'est pas simplement philosophique, il est indissociable de paradigmes physiques, chimiques et plus généralement scientifiques¹. Jusqu'à l'âge classique, la recherche des unités véritables était tout autant physique que métaphysique, comme nous aurons l'occasion de le voir chez Leibniz ; le problème de l'unité se posait tout autant en philosophie qu'en mécanique ou en physique. Le rôle déterminant des paradigmes scientifiques dans la formulation des critères d'unité empêche d'aborder la définition de ces critères en contradiction avec les principes ou les faits issues des sciences. Dans cette mesure, nous essaierons d'étudier des sciences comme la biogéochimie, où émerge l'intuition qu'une unité n'est pas nécessairement indivisible, en explicitant les paradigmes implicites de ces sciences. La « théorie de la complexité »² a aussi contribué à enrichir le problème de l'unité dans la mesure où elle a défini des formes d'unité en termes d'*interactions* et de *règles* attribuées aux agents de ce système, dans la continuité des travaux de la cybernétique visant à définir une unité comme un réseau d'interaction sous formes de signaux ou de boucles de rétroaction³. Notre objet d'étude est cependant assez éloigné de l'étude des systèmes, des structures ou des réseaux car ces notions tendent à épuiser et à définir

Presses Universitaires de France (Paris), coll. Quadrige, p. 9

- 1 Nous employons le terme de paradigme dans le sens simondonien ; un paradigme est un exemple issu d'une science utilisé pour résoudre un problème au niveau philosophique. Ce sens est proche de celui que définit Goldschmidt dans *Le paradigme dans la dialectique platonicienne* (1947).
- 2 En ce qui concerne cette théorie on peut se référer aux travaux d'Edgar Morin. Voir par exemple Edgar Morin [1977], *La Méthode. 1 La Nature de la Nature*, éd. Seuil (Paris), coll. Points Essais, 400 p.
- 3 Nous aurons l'occasion de revenir sur la figure de Norbert Wiener, mathématicien et philosophe à l'origine de la cybernétique.

toutes les formes d'unité. La notion de « complexité » souvent associée à la pensée et à l'épistémologie des systèmes dits « complexes » nous semble ne pas être d'un grand secours : l'étude de la complexité en elle-même et décontextualisée ne peut pas intégrer un champ philosophique c'est-à-dire un champ *problématique*¹. Prise elle-même pour objet, la complexité n'explique rien et ne peut en aucun cas fournir les critères ou même les paradigmes pour éclairer le problème de l'unité.

En philosophie, Leibniz et Simondon ont enrichi le problème de l'unité et ont indirectement essayé de résoudre ce problème à l'aide de critères issus des sciences. Notre problème consiste à chercher parmi certains philosophes et certaines sciences particulières des critères en mesure de définir des formes d'unité qui soient divisibles. Si cette recherche s'avère fructueuse, alors il serait possible de dire d'une chose qu'elle est *une*, qu'elle forme alors une unité, et ceci tout en étant *divisible*. L'écueil serait d'affirmer de manière analogue à l'Ontologie Orientée Objet que n'importe quoi peut à ce titre prétendre à l'unité, que la biosphère comme une feuille de papier forment des unités au même titre. Un autre écueil consisterait à prendre pour des unités véritables de simples unités conceptuelles ou nominales². Pour ce prémunir de cet excès un enjeu important consiste à trouver des critères propre à déterminer ce

- 1 Nous affirmons que les travaux sur la complexité d'Edgar Morin, d'Henri Atlan ou de Joël De Rosnay n'ont pas suffisamment déployé *les problèmes* de la complexité : si tout système est complexe, la complexité en elle-même ne peut pas être prise pour objet d'étude mais doit servir des projets ou des problèmes déterminés. En France par exemple, les travaux en modélisation développés à l'Institut des Systèmes Complexes de Paris (ISC-PIF) prolongent la théorie de la complexité en lui donnant un cadre et des applications : chaque projet n'étudie pas *la* complexité mais des *situations complexes*. Cette approche par *situations* est précisément ce qui selon nous fait défaut à la théorie de la complexité telle que présentée par Edgar Morin.
- 2 Cet écueil est particulièrement manifeste chez Timothy Morton : « le pétrole » par exemple, en tant qu'il est avant tout une unité conceptuelle, est pris pour un « hyperobjet » au même titre que des objets spécifiques comme la bombe atomique. Voir Timothy Morton, [2018], *Hyperobjets. Philosophie et écologie après la fin du monde*, op. cit., p. 26

type d'unité divisible : *comment une chose peut-elle former une unité tout en étant divisible ?* Afin de préciser notre problème nous étudierons dans un premier temps la philosophie leibnizienne qui a formulé le plus clairement le problème de l'unité *comme problème*. Par la suite nous essaierons de comprendre comment la philosophie de Simondon a reposé le problème de l'unité dans les termes de l'individuation à travers la prise en compte de critères énergétiques. Nous verrons que l'étude de l'énergie peut fournir un certain nombre de critères privilégiés à même de définir des formes d'unité intermédiaires, par-delà Leibniz et Simondon. À ce titre, nous étudierons particulièrement la notion de « biosphère » développée par Vernadsky ainsi que celle d'écosystème. Leibniz, Simondon et Vernadsky sont trois figures qui jalonnent un parcours, non exhaustif et non chronologique, à travers le problème de l'unité. En nous appuyant sur la biogéochimie et l'écosystémique, nous essaierons de clarifier les critères propres à caractériser des formes d'unité indifféremment divisibles : tel sera le but visé dans notre dernière partie.

Première partie

UNITÉ ET DIVISIBILITÉ SELON LEIBNIZ ET SES COMMENTATEURS

1 - Leibniz et le problème de l'unité

Le problème des unités réelles a particulièrement occupé Leibniz de même que la détermination physique de ces unités qui a été largement débattue par Leibniz dans les termes de la mécanique cartésienne. Le nom de Leibniz reste attaché au concept somme toute tardif de *monade*. Or les monades, au même titre que les formes substantielles, correspondent à des « opérateurs d'unités » dans l'ontologie leibnizienne, selon une expression de Michel Fichant¹. La plupart des commentateurs se concentrent sur la monade comme *unité constituée* alors qu'il apparaît qu'elle est bien plus une *unité constituante* pour Leibniz, dans la mesure où sa notion de monade répondait à un besoin d'unification au niveau métaphysique². Une erreur récurrente à

- 1 Michel Fichant, « L'invention métaphysique », p. 89 in Gottfried Wilhelm Leibniz, [2004], *Discours de métaphysique suivi de Monadologie et autres textes*, éd. Gallimard, (Paris), coll. Folio Essais, édition établie, présentée et annotée par Michel Fichant, 562 p.
- 2 Ce point a été remarqué par les commentateurs contemporains et en particulier par Michel Fichant pour qui la monade « répondait à un besoin d'unification ontologique » et que par la même elle devenait un « opérateur de la naturalisation du champ métaphysique » in « L'invention métaphysique », p. 113 in Gottfried Wilhelm Leibniz, [2004], *Discours de métaphysique suivi de Monadologie et autres textes*, *op. cit.*

travers l'histoire de la réception leibnizienne consiste à lire l'ensemble de son œuvre par le prisme de la *Monadologie* : cette lecture tend à masquer la tension propre au système leibnizien ainsi que les évolutions profondes qui ont marqué sa philosophie, en particulier dans les années 1686 et 1687, au moment de sa correspondance avec Arnauld¹. Durant cette période Leibniz est amené à clarifier la fonction de sa notion de « forme substantielle ». La notion de « forme substantielle » désigne, à l'époque de la correspondance avec Arnauld, l'*unité indivisible* et c'est précisément sur le statut de la divisibilité des formes substantielles qu'Arnauld discute et critique la notion leibnizienne de substance. La période de la correspondance avec Arnauld apparaît comme un moment *polémique* déterminant pour l'évolution de la philosophie leibnizienne. Partant de ce constat nous souhaitons non pas transposer le prétendu système de Leibniz mais plutôt manifester la tension inhérente aux écrits de Leibniz concernant ce problème des unités véritables. Compris comme tension et non comme résolution, le problème de Leibniz apparaît en ces termes : comment est-il possible de déterminer de véritables unités dans la nature ?

1.1) Paradigmes physiques et unités véritables selon Leibniz

Pour Leibniz le monde se partage entre les *unités véritables* et les *unités fausses ou fictionnelles* qui peuvent être des phénomènes ou des êtres par agrégation. Au niveau physique, déterminer les unités véritables implique de dépasser les critères de

1 Michel Fichant, « L'invention métaphysique », pp. 81-95 in Gottfried Wilhelm Leibniz, [2004], *Discours de métaphysique suivi de Monadologie et autres textes, op. cit.*

l'unité issus de la mécanique cartésienne et en particulier de réviser la conception cartésienne de l'étendue et de la quantité de mouvement. Leibniz est connu pour avoir développé le calcul d'une grandeur qu'il estimait plus juste que celle de quantité de mouvement proposée par Descartes : le calcul de la *force vive* ($F = m.v^2$). Ce point est bien documenté par les différents commentateurs et le passage d'une mécanique à une dynamique dans les travaux de Leibniz est nettement identifié autour de quelques textes majeurs que sont le *De corporum concursu* (1678) et la *Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii* (1686) en ce qui concerne les textes physiques et le *Discours de métaphysique* (1686) et le *Système nouveau de la nature et de la communication des substances* (1695) pour ce qui est des textes métaphysiques¹.

Si les critères physiques de l'unité paraissaient clairs pour Leibniz, l'existence d'unités véritables est apparue comme un *problème* entre 1686 et 1687, au moment de la correspondance de Leibniz avec Antoine Arnauld suite à la publication du *Discours de métaphysique* en 1686. Leibniz est amené à défendre, contre les critiques adressées par Arnauld, sa réhabilitation des « formes substantielles » proposée dans le *Discours de métaphysique* en s'appuyant sur ses travaux en dynamique ainsi que sur son principe de conservation de la force vive. Arnauld soulève le problème « du genre d'unité qui convient à la réalité substantielle »² et objecte à Leibniz de nombreux exemples, parfois triviaux, qui posent le problème de l'*extension* de la notion d'unité

1 En ce qui concerne les études sur la physique leibnizienne, on peut se reporter aux textes suivants Martial Gueroult, *Leibniz, dynamique et métaphysique* (1977) ou Michel Fichant, *Science et métaphysique dans Descartes et Leibniz* (1998). La plupart des textes importants de Leibniz sur la dynamique sont regroupés dans *La Réforme de la dynamique*, (1994) publiés avec les commentaires de Michel Fichant.

2 Michel Fichant, « L'invention métaphysique », p. 84 in Gottfried Wilhelm Leibniz, [2004], *Gottfried Wilhelm Leibniz, [2004], Discours de métaphysique suivi de Monadologie et autres textes, op. cit.*

substantielle à tous les corps. Ce problème est d'autant plus important que le critère de la force vive propre à caractériser les unités véritables ne semble pas directement identifiable au niveau empirique, Leibniz ne reconnaissant que plus tardivement cette difficulté¹. Les questions qu'adresse Antoine Arnauld à Leibniz concernent des corps dont on pourrait dire qu'ils possèdent une unité substantielle : un carreau de marbre brisé conserve-t-il sa prétendue unité substantielle ? La paire de diamant du Grand-Duc et du Grand Mogol sont-ils une même substance bien que séparés dans l'espace et éloignés l'un de l'autre ? Leibniz clarifie sa position dans un premier temps dans la lettre datée d'entre le 28 novembre et le 8 décembre 1686 : le carreau de marbre comme les deux Diamants n'ont une unité que par *abus de langage*. On peut bien recoller le carreau ou enchâsser les deux Diamants « dans un seul anneau », ils resteront des corps par agrégation qui seront « *unum per accidens* » (un par accident)². Ainsi en réponse à Arnauld :

« Je tiens donc qu'un carreau de marbre n'est pas une seule substance accomplie, non plus que le serait l'eau d'un étang avec tous les poissons y compris, quand même toute l'eau avec tous les poissons se trouverait glacée ; ou bien un troupeau de moutons, quand même ces moutons seraient tellement liés qu'ils ne pussent marcher que d'un pas égal et que l'un ne pût être

- 1 Dans un passage tout à fait étonnant du *De ipsa natura* publié en 1698 Leibniz remet ainsi en question la perception de cette force vive qui serait inhérente aux corps. Il écrit : « cette force inhérente, tout en pouvant être distinctement conçue, ne saurait toutefois être saisie par l'imagination ; aussi n'est-ce pas de cette façon qu'il faut l'expliquer, pas plus que la nature de l'âme. Car la force est du nombre des choses inaccessibles à l'imagination et accessibles à l'intelligence. » in *De ipsa natura*, p. 207 in Gottfried Wilhelm Leibniz, [2001], *Opuscules philosophiques choisis*, éd. Vrin (Paris), coll. Bibliothèque des textes philosophiques, texte latin et traduction par Paul Schrecker, (1959), pp. 193-237
- 2 Lettre à Arnauld datée d'entre le 28 novembre et le 8 décembre 1686 in Gottfried Wilhelm Leibniz, [1972], *Œuvres*, éd. Aubier Montaigne (Paris), coll. Bibliothèque de philosophie, édition de Lucy Prenant, (1ère éd. Classique Garnier : 1940), p. 239.

touché sans que tous les autres criassent. Il y a autant de différence entre une substance et entre un tel être qu'il y a entre un homme et une communauté, comme peuple, armée, société ou collègue, qui sont des êtres moraux, où il y a quelque chose d'imaginaire et de dépendant de la fiction de notre esprit. L'unité substantielle demande un être accompli et indivisible, et naturellement indestructible, [...] à l'exemple de ce qu'on appelle moi. »¹

On retrouve dans ce passage toute l'insuffisance de la compréhension spatiale de l'unité suivant la physique cartésienne de l'étendue et du contact : un troupeau ne peut pas être une unité comme l'est cette unité indivisible et indestructible que l'on appelle « moi ». L'image si célèbre de l'étang dans la *Monadologie*², est ici entendue de manière négative. L'eau étant ce qui assure physiquement le contact ou « l'attouchement » entre les poissons est cependant tout à fait insuffisante pour désigner l'unité d'un étang. Dans ce passage transparaît toute la méfiance de Leibniz vis-à-vis d'une physique des coordonnées qui détermine des unités par additions : assembler des corps ensemble et les joindre entre eux ne produira aucune unité de ces corps. En affirmant que « l'unité substantielle demande un être accompli et indivisible », Leibniz sauve ainsi sa notion d'unité substantielle en affirmant l'indivisibilité de la substance : si les « formes substantielles » sont des « opérateurs d'unités »³ selon l'expression de Michel Fichant, cette unité doit caractériser des êtres nécessairement indivisibles.

1 Lettre à Arnauld datée d'entre le 28 novembre et le 8 décembre 1686 in Gottfried Wilhelm Leibniz, [1972], *Œuvres, op. cit.*, p. 239

2 M §67-68, in Robinet p. 111-113, Fichant, p. 237-238

3 Michel Fichant, « L'invention métaphysique », p. 89 in Gottfried Wilhelm Leibniz, [2004], *Discours de métaphysique suivi de Monadologie et autres textes, op. cit.*

Dans le cas d'un être organisé comme un poisson la question de la divisibilité est cependant plus complexe. Un poisson en tant qu'il est animé n'est pas un phénomène au même titre qu'un arc-en-ciel, qui est un phénomène purement optique et éphémère : ce dernier ne peut être qu'un « phénomène véritable » qui est divisible à l'infini comme le continu¹. Face à l'insistance des objections d'Arnauld, Leibniz insiste dans les lettres suivantes sur le caractère propre à l'imagination humaine, qui par « la fiction de l'esprit » tend irrésistiblement à composer des unités par agrégation. Ainsi dans la lettre du 30 avril 1687, la plus importante de toute la correspondance avec Arnauld, Leibniz précise le cas de l'unité fictive, qui n'est en réalité qu'un moyen pour « abréger nos pensées »². Il écrit :

« le composé du Grand-Duc et du Grand-Mogol se peut appeler une paire de diamants, mais ce n'est qu'un être de raison, et, quand on les approchera l'un de l'autre, ce sera un être d'imagination ou perception, c'est-à-dire un phénomène ; car l'attouchement, le mouvement commun, le concours à un même dessein ne changent rien à l'unité substantielle. »³

Il y a deux formes d'unités fictives : une strictement nominale ou conceptuelle (« une paire », « un étang ») qui forme des « êtres de raison » et une autre qui peut être à la fois nominale et phénoménale. Ce second type d'unité fictive est produit par la perception qui assemble un phénomène et l'imagine comme formant une unité ; il existe au niveau de la perception et du langage une modalité propre à unifier des

1 Lettre à Arnauld datée d'entre le 28 novembre et le 8 décembre 1686 in Gottfried Wilhelm Leibniz, [1972], *Œuvres, op. cit.* p. 240

2 Lettre à Arnauld du 30 avril 1687 in Gottfried Wilhelm Leibniz, [1972], *Œuvres, op. cit.* p. 252

3 *Ibid.*

phénomènes bien qu'il s'agisse nullement d'unités véritables. La distinction entre unités véritables et phénomènes n'est pas claire au niveau de la perception, celle-ci étant toujours plus ou moins confuse. Au niveau ontologique cependant, la distinction entre les unités véritables et les unités par agrégation est bien clarifiée et se traduit par une réciprocité entre *unité véritable* et *être*, selon la formule :

« *ce qui n'est pas véritablement UN être n'est pas non plus véritablement un ÊTRE* »¹

Malgré cette réciprocité au niveau métaphysique, qui affirme l'équivalence entre unité et identité d'un être, il subsiste toujours une difficulté pour distinguer ce qui possède une véritable unité dans le cas des êtres par agrégation et Leibniz admet :

« Je ne dis pas qu'il n'y a rien de substantiel ou rien que d'apparent dans les choses qui n'ont pas une véritable unité, car j'accorde *qu'ils ont toujours autant de réalité ou de substantialité qu'il y a de véritable unité* dans ce qui entre dans leur composition. »²

La distinction qui paraissait nette et tranchée entre les unités véritables et les phénomènes (ou les êtres par agrégation) se complexifie considérablement dans la mesure où certains phénomènes possèdent une forme d'unité substantielle puisqu'ils sont composés d'unités véritables donc d'êtres complets et indivisibles. Il existerait une hiérarchie des phénomènes qui se répartirait selon différents degrés d'unité véritable.

1 *Ibid.*

2 *Ibid.*

1.2) Unité phénoménale et conception opératoire de l'unité

Leibniz accorde un certain degré de validité aux unités composées par agrégation. Leibniz concède également qu'il est facile de confondre un phénomène avec une substance ou une unité véritable car il y a des degrés dans l'unité des phénomènes. Ainsi :

« je demeure d'accord qu'il y a des degrés de l'unité accidentelle, qu'une société réglée a plus d'unité qu'une cohue confuse, et qu'un corps organisé ou bien une machine a d'unité qu'une société, c'est-à-dire, il est plus à propos de les concevoir comme une seule chose parce qu'il y a plus de rapports entre les ingrédients »¹

Leibniz admet que les unités peuvent être *plus ou moins véritables*, certaines unités accidentelles sont de purs phénomènes alors qu'il existe des « phénomènes bien fondés » comme les corps organisés qui pourraient être confondus avec des unités véritables². Il propose à la fin de cette lettre du 30 avril 1687, une explication de la raison qui pousse à prendre les phénomènes pour de véritables unités : la perception, dans le cas de ce que nous nommerons dorénavant les *unités phénoménales*, choisit un certain nombre de rapports entre des substances et prend occasion de ces rapports pour les joindre ensemble par l'imagination. Mais si Leibniz affirme que ce défaut

1 *Ibid.*, p. 255

2 Les unités véritables apparaissent donc comme des *requisits* du composé pour Leibniz : il doit exister des unités véritables à l'origine du composé.

d'observation est le propre de ceux « qui s'arrêtent aux apparences », il souligne cependant que cette manière de constituer des *unités phénoménales* découvre des « abstractions ou des rapports »¹. Ce point est crucial pour comprendre la légitimité de certaines unités phénoménales. Si la physique doit fuir ces unités phénoménales, il semble que Leibniz laisse ouverte une *voie positive* au niveau métaphysique : il n'est peut-être pas si absurde de considérer une société comme une unité *pourvue qu'on ne la considère pas comme une unité véritable*. Malgré tout, cette positivité des unités phénoménales semble écartée et la fin de la lettre du 30 avril 1687 prend un ton manifestement polémique dans la mesure où Leibniz condamne les « fictions » des phénomènes qui bloquent l'accès aux unités véritables :

« *Fictions de l'esprit partout*, et en tant qu'on ne discernera point ce qui est véritablement un être accompli, ou bien une substance, on n'aura rien à quoi on puisse s'arrêter »²

Cette condamnation marque toute l'ambiguïté de l'approche leibnizienne des phénomènes. Leibniz précise par la suite qu'il reste tout à fait légitime de faire usage des unités phénoménales à condition de donner des limites « à ce *droit de bourgeoisie* qu'on veut accorder aux être formés par agrégation »³ sous peine de ne trouver aucun principe solide et physiquement valable. Ce balancement continu entre condamnation et réhabilitation des phénomènes manifeste toute la tension de la

1 *Ibid.*

2 *Ibid.* p. 256 (Nous soulignons)

3 *Ibid.* (Nous soulignons)

philosophie leibnizienne face au problème de l'unité au moment de la correspondance avec Arnauld.

En réalité si les phénoménales relèvent d'une certaine « fiction de l'esprit », il est nécessaire de comprendre les raisons qui poussent à produire des unités phénoménales. La particularité d'une unité véritable par rapport à une unité seulement phénoménale est de conserver son *unité à travers le temps* :

« je tiens qu'on ne saurait mieux rétablir la philosophie, et la réduire à quelque chose de précis, que de reconnaître les seules substances ou êtres accomplis, doués d'une véritable unité avec leurs différents états qui s'entresuivent ; tout le reste n'étant que des phénomènes, des abstractions ou des rapports. »¹

Ce paradigme de la conservation est directement issu de la physique et de la conservation de la *force vive* tel qu'il est établi par Leibniz et présenté dans le *Discours de métaphysique*. En ce qui concerne la physique des corps, le cas du contact, que Leibniz nomme « attouchement », pose cependant problème : certains phénomènes manifestent une unité dans leur mouvement et semblent maintenir leur unité à travers le temps. Leibniz prend l'exemple d'une armée, la Compagnie des Indes de Hollande, exemple sur lequel nous aurons l'occasion de revenir :

« On ne trouvera jamais rien de réglé pour faire une substance véritable de plusieurs êtres par agrégation ; par exemple, si les parties qui conspirent à un même dessein sont plus propres à

1 *Ibid.*, p. 255

composer une véritable substance, que celles qui se touchent. Tous les officiers de la compagnie des Indes de Hollande feront une substance réelle bien mieux qu'un tas de pierres, mais le dessein commun, qu'est-il autre chose qu'une ressemblance, ou bien un ordre d'actions et de passions que notre esprit remarque dans des choses différentes ? »¹

L'unité de tous les officiers marchant dans une direction est fictive et d'ordre phénoménal : l'esprit compose cette unité à partir de parties simplement concourantes. On peut étendre cette intuition à toute l'armée : elle-même n'est une unité que par fiction étant donné que cette armée peut-être divisée en un ensemble de soldats ayant tous une unité substantielle qui leur serait propre. Ce qui apparaît comme une unité n'est en fait qu'un agrégat de parties concourantes et animées.

Cependant, il doit exister une raison qui pousse à prendre un ensemble d'officiers ou de soldats pour une unité. Appréhender une armée *comme une unité* répond à une fonction déterminée : *la commander*. L'unité phénoménale de l'armée correspond à une certaine visée opératoire car, comprise comme une unité, cette armée peut être commandée *comme un individu*. Comme le remarque Jean-Baptiste Rauzy dans *La Doctrine leibnizienne de la vérité*² en s'appuyant sur d'autres textes de Leibniz, l'unité attribuée à l'armée vaut dans la mesure où l'on peut énoncer des propriétés spécifiques à cette unité³. Dans le cas de l'armée, on peut par exemple lui attribuer une forme spécifique :

1 *Ibid.*, p. 256

2 Jean-Baptiste Rauzy, [2001], *La Doctrine leibnizienne de la vérité : aspects logiques et ontologiques*, éd. Vrin (Paris), coll. Histoire de la philosophie, 353 p.

3 Pour utiliser un vocabulaire tout à fait étranger à Leibniz on peut dire que l'armée possède, comme unité, des propriétés mésoscopiques ou macroscopiques. En théorie des systèmes, on parle de *propriétés émergentes* d'un système. Nous reviendrons sur cette notion par la suite.

« Il est vrai par exemple qu'on peut dire d'une armée qu'elle a pris position en forme de croissant et qu'on ne peut pas en dire autant de chacune de ses parties. Mais la même chose arrive dans le cas d'*entia* dont l'unité est plus forte, par exemple pour un corps organique. »¹

Pour être valable, un énoncé sur cette unité doit valoir comme un énoncé sur les *parties* de cette unité, étant donné que dans une armée la forme générale prise par le groupe correspond à des propriétés au niveau des individus :

« De plus, au niveau des parties on peut former une série d'énoncés qui donnent conjointement la raison de ce qui est dit du tout : par exemple que tel soldat, selon son rang, devra respecter telle position relativement à ses voisins , afin que l'armée tout entière ait la forme d'un croissant. Dans ce cas, ce qui est dit du tout peut être considéré comme une manière abrégée de rendre une série ordonnée d'énoncés portant sur les parties. »²

La critique leibnizienne de l'unité phénoménale n'est pas dépourvue d'ambiguïtés dans la mesure où Leibniz réserve dans d'autres textes un usage opératoire à cette unité, permettant par la même de réserver un rôle aux unités conceptuelles et aux universaux, rôle qui est indispensable depuis la querelle des universaux et les apports d'Abélard et d'Ockham³. En réalité, l'unité phénoménale n'est pas simplement une

1 Jean-Baptiste Rauzy, [2001], *La Doctrine leibnizienne de la vérité : aspects logiques et ontologiques*, *op. cit.*, p. 256

2 *Ibid.*

3 Nous ne reviendrons pas sur le nominalisme de Leibniz, bien qu'il croise ce problème des unités phénoménales. En ce qui concerne le rapport de Leibniz au nominalisme, on peut se référer à l'ouvrage de Frédéric Nef, *Leibniz et le langage*, (2000).

catégorie dévaluée dans l'ontologie leibnizienne : les phénomènes possèdent un statut ontologique à part entière comme le souligne Jean-Baptiste Rauzy :

« Leibniz ne dit jamais que les phénomènes ne sont pas des êtres véritables et tout indique au contraire qu'il leur attribue une place de premier plan dans son ontologie. »¹

Contrairement à l'affirmation de Jean-Baptiste Rauzy Leibniz affirme bel et bien que les phénomènes ne sont pas des êtres véritables cependant, il est vrai que les phénomènes en tant qu'ils possèdent une unité relative ne sont pas pour autant dévalorisés dans son ontologie².

La philosophie leibnizienne considère des *niveaux d'unités*. Les unités véritables, formes substantielles ou proto-monades, correspondent aux unités indivisibles associées au paradigme physique de la force vive. Les unités phénoménales sont le plus souvent des unités fictives, qui peuvent être simplement apparentes ou nominales et qui se diversifient en un ensemble de degrés. Cette seconde classe d'unité permet de donner une légitimité non seulement aux unités organiques mais également à des unités complexes comme une armée ou un étang. La conception leibnizienne de l'unité phénoménale est riche d'enseignement pour notre problème dans la mesure où Leibniz suspend les critères de l'unité issus de la physique et de la topologie cartésienne de l'étendue : l'attouchement comme le

1 Jean-Baptiste Rauzy, [2001], *op. cit.*, p. 257

2 Certains commentateurs affirment même que la philosophie leibnizienne a été la seule grande philosophie appuyée sur les phénomènes, par la suite cette notion de phénomène aurait été considérablement réduite par la *Critique* kantienne. Sur ce point, nous renvoyons à la conclusion du livre de Daniel Schulthess, *Leibniz et l'invention des phénomènes*, (2009).

contact ne définissent que des phénomènes appauvris et qui résistent mal à l'analyse de leurs composants. Si l'on renverse la critique leibnizienne et que l'on considère de manière *positive* la notion d'unité phénoménale on peut comprendre par quels critères une unité phénoménale peut être fondée et valide.

1.3) Leibniz et les formes d'unité

Pour comprendre la définition leibnizienne de l'unité, il importe de considérer la structure logique des énoncés portant sur les unités véritables et sur les phénomènes. En effet, du point de vue de la philosophie leibnizienne et en ce qui concerne la période antérieure à l'émergence de la notion de monade, il est tout à fait impossible de trancher : la définition des unités véritables et sans cesse affaiblie par la possibilité que ceux-ci soient des phénomènes ou des unités fictives et nominales. Ce point a été remarquablement mis en évidence par Daniel Schulthess dans son étude sur *Leibniz et l'invention des phénomènes*¹. Il affirme que Leibniz, dans l'ensemble des textes écrits entre 1680 et 1695 ne parvient pas à trancher véritablement sur le statut des unités, il en serait resté au niveau d'indécision déjà présent dans le manuscrit du *Discours de métaphysique* en 1686 :

1 Daniel Schulthess, [2009], *Leibniz et l'invention des phénomènes*, éd. Presses Universitaires de France (Paris), coll. Philosophie d'aujourd'hui, 291 p.

« C'est une chose que je n'entreprends pas de déterminer, si les corps sont des substances (à parler dans la rigueur Métaphysique), ou si ce ne sont que des phénomènes véritables comme l'arc-en-ciel. »¹

Ce moment de suspension des critères d'unité véritable ne doit pas conduire à penser que Leibniz ne prend pas de décisions en ce qui concerne le statut substantiel des corps : il existe *nécessairement* des substances indivisibles (qui ne sont que des proto-monades) mais la détermination de l'indivisibilité de ces substances n'est pas rigoureusement démontrable. Unité véritable et unité phénoménale peuvent se dire d'un même corps ou d'un même objet ; comme le remarque Daniel Schulthess, le corps en tant que phénomène de l'étendu par exemple « n'est pas *tout* le corps »². De la même manière que Jean-Baptiste Rauzy, Daniel Shulthess affirme qu'il faut comprendre différents niveaux dans l'ontologie leibnizienne et en particulier en ce qui concerne la substantialité des corps³. Selon lui, Leibniz ne résout pas véritablement le problème qui consiste à définir les unités véritables dans son ontologie mais déplace ce problème au niveau des *énoncés*. Au niveau logique, la structure des énoncés leibniziens portant sur l'unité sont « réduplicatifs » pour Daniel Schulthess :

1 *Discours de métaphysique*, §34 in Gottfried Wilhelm Leibniz [2004], *Discours de métaphysique suivi de Monadologie et autres textes*, *op. cit.*, p. 211

2 Daniel Schulthess, [2009], *Leibniz et l'invention des phénomènes*, *op. cit.*, p. 247

3 « Le corps est quelque chose dont se disent des prédicats très variés : il est étendu, en mouvement, lourd, causalement actif et passif ; il est localisé, il touche d'autres corps, en pousse d'autres, etc. [...] Dans presque tous ces cas, on parle de quelque chose d'*étagé*, de pas tout à fait homogène, voire d'hétérogène ; de quelque chose qui *comporte des niveaux qui viennent ensemble*. » in *Ibid.*, p. 241 (Nous soulignons). Bien entendu l'analyse de Daniel Schulthess cherche à faire valoir l'aristotélianisme de Leibniz qui prolongerait indirectement les méditations aristotéliennes sur la plurivocité de l'être.

« Les formules qui satisfont la double contrainte [de la substance et du phénomène] sont dites "réducatives", et Leibniz en fait grand usage : des propositions comportant l'opérateur "en tant que" (en latin *qua*, *quatenus* ou *inquantum*) ou l'un de ses substituts possibles. La formule réducative, tout en étant correcte, conserve la trace de l'hétérogénéité de ce dont on voulait parler : elle porte la marque du fait que l'on ne dit pas tout. »¹

Leibniz aurait alors mis en place « un dispositif complexe qui enveloppe un niveau substantiel et un niveau phénoménal. »² Dans le cas de la Compagnie des Indes de Hollande, exemple que Leibniz utilise à la fin de sa lettre du 30 avril 1687, celle-ci peut être comprise comme une unité véritable et substantielle *en tant que* l'ensemble des officiers qui la compose concourent à un même dessein. Les propriétés spécifiques à l'armée, comprise comme une unité véritable, ne doivent pas pour autant entrer en contradiction avec son statut de phénomène, donc d'unité simplement apparente ou phénoménale. Il importe de distinguer des *propriétés spécifiques* à certains phénomènes et l'armée constitue un cas particulièrement complexe dans la mesure où la complémentarité entre la partie et le tout permet différents niveaux d'analyse :

« Les attributs sont dits les uns également du tout et des parties, par exemple que l'armée a pris position dans la plaine de Marathon, ce qui est vrai aussi de chaque soldat ; les autres ne peuvent être dits que du tout, par exemple que l'armée est de trente mille, qu'elle est disposée

1 *Ibid.*, p. 248

2 *Ibid.*, p. 241

en croissant de lune ; tout cela toutefois peut être exprimé même si on ne considère pas la multitude comme quelque chose d'un »¹

Ainsi une armée, *en tant que* composée de soldats obéissant à un même ordre, peut prendre la forme d'un croissant. La reduplication introduite par l'opérateur logique « en tant que » permet d'isoler une propriété macroscopique de l'armée : celle de pouvoir prendre telle forme à la suite de tel ordre. Cette possibilité d'accorder un statut véritable à une unité phénoménale comme l'armée permet de comprendre toute la difficulté qu'aura Leibniz à définir les critères de l'unité véritable dans son ontologie. Au niveau physique, l'étude de la conservation de la force, si elle est bien formalisée au niveau mathématique, ne sera pas pour autant clarifiée au niveau empirique². Si l'on radicalise la conception leibnizienne telle qu'elle est exposée ici, on pourrait affirmer que *tout est unité en un certain sens*, or c'est précisément ce « en un certain sens » qui aurait fait l'objet des travaux engagés par Leibniz en physique sur la notion de force vive. L'objet de la philosophie leibnizienne va consister à rétablir une hiérarchie entre les niveaux d'unité par le prisme de la force vive censée garantir l'unité véritable de certaines substances : c'est au niveau des paradigmes physiques que Leibniz va chercher à définir des critères d'unité véritable.

1 Gottfried Wilhelm Leibniz, [1998], *Recherches générales sur l'analyse des notions et des vérités : 24 textes métaphysiques et autres textes logiques et métaphysiques*, éd. Presses Universitaires de France (Paris), coll. Épiméthée, p. 454 cité par Jean-Baptiste Rauzy, Jean-Baptiste Rauzy, [2001], *La Doctrine leibnizienne de la vérité : aspects logiques et ontologiques*, *op. cit.*, p. 256

2 Sur ce point on peut se référer au texte *De ipsa natura* (1698) et en particulier au passage cité en note 1, p. 17 ci-dessus.

Nous avons volontairement laissé de côté les paradigmes physiques leibniziens pour nous concentrer plus directement sur son approche de l'unité dans la mesure où la physique et la dynamique leibnizienne sont aujourd'hui largement dépassés, surtout depuis les travaux en thermodynamique¹ Il apparaît cependant que le problème de l'unité tel qu'il a été posé par Leibniz dans sa correspondance avec Arnauld reste transposable non comme un dogme mais comme *un problème*. Nous avons tenté de manifester une certaine tension dans la conception leibnizienne de l'unité : le moment de la correspondance avec Arnauld apparaît comme un moment de *suspension* des définitions acceptées de l'unité² ; comprendre la tension de ce problème de l'unité tel que Leibniz l'expose, c'est signaler le fait que Leibniz suspend tous les critères issus de la physique cartésienne. Selon l'interprétation de Daniel Schulthess, Leibniz cherche parallèlement à recomposer une manière de *produire* certaines unités à partir des énoncés réductifs. Ce point permet de déplacer le problème leibnizien de l'unité pour voir comment celui-ci émerge dans les lectures contemporaines de Leibniz. L'enjeu pour nous consiste à essayer d'interpréter de manière *positive*

- 1 La dynamique leibnizienne était fondée sur le principe de *conservation* de la force vive or, c'est précisément ce principe de conservation qui a été considérablement affaibli par les travaux de Carnot, Clausius et plus tard de Boltzmann. Si le premier principe de la thermodynamique postule que dans un système clos la *quantité totale d'énergie se conserve* lors des échanges, c'est le second principe qui postule une *dégradation inévitable de la qualité de cette énergie* qui caractérise toute la physique des changements d'états. Sur le rapport de Leibniz à la thermodynamique on peut se référer à l'ouvrage de Jon Elster, *Leibniz et la formation de l'esprit capitaliste* (1975).
- 2 Cette suspension a été remarquée par Daniel Schulthess, comme il l'écrit à propos de la correspondance entre Leibniz et Arnauld : « Globalement, quand l'unité n'est pas véritable, elle est apparente, c'est-à-dire "seulement apparente". La démarche de Leibniz, c'est de "destituer" les corps non pas tellement de la substantialité que de l'unité ; ou bien, pour le formuler mieux : de la délocaliser de la substantialité par le moyen de l'absence d'unité véritable. » in Daniel Schulthess, [2009], *Leibniz et l'invention des phénomènes*, op. cit., p. 75

l'approche leibnizienne de l'unité en nous confrontant à une lecture contemporaine de Leibniz : celle de Graham Harman.

2 - La catégorie d'objet et le refus des critères d'unité

L'étude de l'interprétation que Graham Harman propose de la philosophie leibnizienne permettra de préciser les conditions d'une approche positive du problème de l'unité. En effet, bien que comprise comme tension, il apparaît que le problème de l'unité ne peut rester en suspens et appelle des critères propres à déterminer et à discriminer entre des unités véritables et des unités simplement fictionnelles. Si les énoncés réduplicatifs permettent d'introduire une condition au niveau logique qui évite de produire des énoncés contradictoires en ce qui concerne l'unité, cet opérateur logique n'est pas suffisant en lui-même et impose d'examiner des résolutions complètes du problème de l'unité.

Il semble que l'on retrouve le problème de l'unité dans tout un champ de la littérature contemporaine qui croise les sciences sociales et la philosophie, par exemple dans la sociologie de la traduction appelée communément « théorie de l'acteur-réseau »¹. Cette « théorie » intègre en grande partie les conclusions d'un courant philosophique contemporain parfois appelé O.O.O. pour *Ontologie Orientée*

1 Sur la théorie de l'acteur-réseau (abrégée ANT), on peut se référer en anglais à l'ouvrage de Bruno Latour, *Reassembling the Social : An Introduction to Actor-Network-Theory* (2005).

*Objet*¹ déjà évoqué dans l'introduction. Nous n'aborderons pas frontalement les dogmes de ce courant philosophique mais nous allons exposer l'interprétation du problème de l'unité présent dans la correspondance entre Leibniz et Arnauld par l'un des représentants les plus éminents de l'O.O.O : Graham Harman.

2.1) Graham Harman : sous-déterminer et sur-déterminer les objets

Dans un ouvrage publié en 2016 et intitulé *Immaterialism: Object and Social Theory*, Graham Harman propose d'examiner les différentes théories utilisées pour décrire un objet en science humaine et particulièrement en philosophie. Il souhaite proposer une approche originale de la matérialité, tenant compte de la dimension « sociale » d'un objet et fortement imprégnée de la théorie de l'acteur-réseau². Ce projet l'amène à commenter la correspondance de Leibniz avec Arnauld et en particulier certains passages que nous avons mentionnés. Conformément à l'intuition qu'il développe depuis ses premiers travaux, Graham Harman estime qu'il y a deux écueils dans la description des objets :

- 1 Faire la généalogie de l'O.O.O. est un exercice difficile dans la mesure où les influences se croisent et sont relativement ramassées dans le temps. Nous signalerons simplement que c'est la thèse de Graham Harman sur Heidegger soutenue en 1999 et publiée en 2002 sous le titre *Tool-Being : Heidegger and the Metaphysics of Objects* qui marquerait le début de l'Ontologie Orientée Objet. Graham Harman y développe l'idée que dans l'analyse de l'outil proposée par Heidegger dans *Sein und Zeit*, le moment où l'outil apparaît dans sa *Zuhandenheit* (en tant qu'objet utilisable, être-sous-la-main) est paradoxalement le moment où l'objet se soustrait au *Dasein*. À partir de cette intuition, il défend l'idée que les objets sont en réalité la plupart du temps soustraits à notre conscience et qu'à ce titre la relation entre un sujet et un objet n'épuise pas l'ensemble des relations qui existent entre les objets et qui sont en deçà de la conscience humaine.
- 2 À propos de la théorie de l'acteur-réseau, Graham Harman écrit : « the first part of the book will focus on Actor-Network Theory (ANT), which I regard as the most important philosophical method to emerge since phenomenology in 1900 », p. 1. Traduction proposée : « la première partie du livre sera consacrée à la théorie de l'acteur-réseau (ANT) que je considère comme la plus importante méthode philosophique à avoir émergée depuis la phénoménologie en 1900 ».

" There are only two basic kinds of knowledge about things: we can explain what they are made of, or explain what they do. "1

Ces écueils il les nomme respectivement « *undermining* » et « *overmining* », l'un et l'autre pouvant éventuellement se combiner dans ce qu'il nomme le « *duomining* »2.

Graham Harman définit l'« *undermining* », le fait de *sous-déterminer* un objet en ces termes :

" An object is undermined if we explain it in terms of its smaller constituents, by way of a downward reduction. "3

Ce point de vue consiste à réduire un objet à l'ensemble des parties qui le compose ; à le sous-déterminer au niveau physique en isolant ses constituants : ce type d'explication vise à décomposer l'objet étudié. Mais dans le cas des sciences sociales l'explication privilégiée est souvent surplombante et consiste à intégrer l'objet dans un ensemble plus vaste qui inclut en particulier les effets que cet objet produit : cette

1 Graham Harman, [2016], *Immaterialism: Object and Social Theory*, éd. Polity (Cambridge), coll. Theory Redux, p. 7. Traduction proposée : « Il y a seulement deux types basiques de connaissance des choses : on peut expliquer de quoi elles sont faites, ou expliquer ce qu'elles font. »

2 " In technical terms, the attempt to paraphrase objects always amounts to undermining, overmining, or duomining them " *in Ibid.*, p. 8 Traduction proposée : « En termes techniques, la tentative pour paraphraser des objets revient toujours à les sous-déterminer, les sur-déterminer ou à les in-déterminer » Pour rendre le jeu de mot entre *over* et *under*, nous choisissons de traduire « *overmining* » par *sur-déterminer* et « *undermining* » par *sous-déterminer*. Nous traduirons « *duomining* » par *in-déterminer*. Une meilleure traduction consisterait à rendre « *overmining* » par *surplomber* et « *undermining* » par *souplomber* mais ce dernier terme est un néologisme.

3 *Ibid.*, p. 8. Traduction proposée : « Un objet est sous-déterminé si on l'explique en termes de constituants plus petits, par le biais d'une réduction descendante. »

attitude illustre ce que Graham Harman nomme l' « overmining », le fait de *sur-déterminer* un objet :

" But the greater danger for the humanities and social sciences is the opposite one, overmining. Here, rather than treating objects as superficial compared with their ultimate tiniest pieces, one treats them as needlessly deep or spooky hypotheses by comparison with their tangible properties or effects. "¹

Cette attitude consiste à confondre l'objet avec les usages qu'il permet, à lui associer des propriétés plus ou moins fondées ou valides. Pour éviter ces deux écueils, la théorie de l'acteur-réseau consiste à intégrer l'objet dans un réseau d'acteurs. Elle vise précisément ni à agréger ni à désagréger l'objet étudié, mais à tenir les objets ainsi que les acteurs, les échanges et plus généralement tous les rapports périphériques à l'objet sur un plan d'équivalence ; chaque agent participant étant un acte parmi le réseau que forme l'objet. En ce qui concerne la philosophie, les deux excès qui consistent à sur-déterminer et à sous-déterminer un objet manquent en réalité une dimension essentielle de l'*objet en soi*, qui se tient en retrait de l'analyse :

" No "feedback loop" can replace the need for an excess in things beyond their relations, since an object cannot absorb or respond to feedback unless it is receptive, and this requires

1 *Ibid.*, p. 9-10. Traduction proposée : « Mais le plus grand danger pour les sciences humaines et sociales est l'inverse : sur-déterminer. Ici, plutôt que de traiter les objets comme superficiels par rapport à leurs pièces les plus infimes, on les traite comme des hypothèses inutilement profondes ou farfelues par rapport à leurs propriétés ou effets tangibles. »

that it be more than what it currently does. Just as we saw that an object is more than its components, we now see that it is less than its current actions. "¹

Le réalisme de la relation² que postule Graham Harman consiste à affirmer que l'explication sur-déterminée ou sous-déterminée manque un ensemble de relations qui se jouent *entre* les objets : à ce titre l'O.O.O. et la théorie de l'acteur-réseau se rejoignent sur le projet d'une ontologie plate où chaque acteur – ou « actant » selon l'expression de Greimas reprise par Bruno Latour – aurait un rôle aussi important que les autres.

Nous serons bien évidemment amené à critiquer la position de Graham Harman et par la même la théorie de l'acteur-réseau tant ces deux conceptions paraissent naïves et masquent derrière leur volonté d'une *ontologie plate* une profonde méconnaissance du langage et du système de valeurs qu'il engage. Le plus frappant est que Graham Harman et plus généralement l'O.O.O. manifestent une certaine indifférence quant aux paradigmes physiques à même de définir l'unité d'un objet si bien que leur ontologie reste cantonnée à une dimension esthétique et que leur apport à la philosophie semble relativement minime. En attendant, nous souhaitons nous concentrer sur la lecture que Graham Harman propose de la correspondance entre

1 *Ibid.*, p. 10-11. Traduction proposée : «Aucune "boucle de rétroaction" ne peut remplacer le besoin d'un excès dans les choses au-delà de leurs relations, puisqu'un objet ne peut pas absorber ou réagir à une rétroaction s'il n'est pas réceptif, ce qui nécessite qu'il soit plus que ce qu'il est actuellement. Tout comme nous avons vu qu'un objet est plus que ses composants, nous voyons maintenant qu'il est moins que ses actions actuelles. » Nous reviendrons plus loin sur cet usage du concept cybernétique de « boucle de rétroaction ».

2 Ce réalisme de la relation est bien différent de celui postulé par Simondon, sur lequel nous aurons l'occasion de revenir. Pour Simondon le terme de « relation » a une signification précise.

Leibniz et Arnauld afin de mettre en évidence les problèmes de sa conception de l'unité.

2.2) « Immaterialisme » : la critique de Leibniz

Graham Harman reproche principalement à Leibniz d'avoir distingué entre deux formes d'unité et d'avoir tenu pour véritable certaines unités (les substances) et d'avoir rejeté les agrégats et des phénomènes, tenus comme des formes inférieures d'unité, alors que la théorie de l'acteur-réseau traite indifféremment des objets et ne discrimine pas entre ces différentes formes :

" Among other problems with his theory, Leibniz insists on an absolute distinction between simple, natural substances on one side and compound, artificial aggregates on the other. Whereas ANT is flexible enough to analyze everything from trains to warheads to hardening of the arteries, Leibniz brusquely rejects the possibility that complex aggregates could ever count as individual things. "¹

Cette critique de Leibniz sous-entend une mécompréhension de sa philosophie et plus particulièrement du statut des substances. En effet, Graham Harman associe implicitement les « substances simples » aux entités naturelles alors que les entités

1 *Ibid.*, p. 35. Traduction proposée : « Parmi d'autres problèmes liés à sa théorie, Leibniz insiste sur une distinction absolue entre les substances simples et naturelles d'un côté et les agrégats composés et artificiels de l'autre. Alors que la théorie de l'acteur-réseau est suffisamment flexible pour tout analyser, des trains aux ogives, en passant par le durcissement des artères, Leibniz rejette brusquement la possibilité que des agrégats complexes puissent être comptabilisés individuellement. »

artificielles ne seraient que des phénomènes ou des êtres par agrégation. Or cette distinction entre naturel et artificiel, si elle est présente chez Leibniz, ne croise en aucune manière la distinction entre *substance* et *phénomène* (ou agrégat) : un étang plein de poisson bien que naturel est bel et bien un agrégat, de la même manière qu'un parhélie ou un arc-en-ciel sont des phénomènes naturels donc non-substantiels. Cette confusion de Graham Harman se retrouve dans d'autres textes¹, bien qu'elles soit relativement implicite ici, elle montre cependant un certain biais dans la compréhension des concepts leibniziens.

Graham Harman analyse ensuite certains des passages de la correspondance entre Leibniz et Arnauld et en particulier les exemples utilisés par Leibniz dans sa lettre du 30 avril 1687 à Arnauld. Il souligne la manière avec laquelle Leibniz refuse d'accorder toute forme de substantialité à la paire des Diamants du Grand Duc et du Grand Mogol, à une machine ou à un cercle d'homme se tenant par la main. Pour Graham Harman ce refus d'accorder une unité substantielle à ces objet traduit une forme de prudence de la part de Leibniz :

" Simply put, he worries that any acknowledgment of machines, circles of men, or armies as real would put us on the slippery slope to insisting that *any* random assortment of things must also count as a substance. "²

1 Graham Harman, [2018], *Object Oriented Ontology: A New Theory of Everything*, éd. Pelican (Londres, UK), p. 32

2 *Graham Harman, [2016], Immaterialism: Object and Social Theory, op. cit., p. 36.* Traduction proposée : « En termes simples, il craint que toute reconnaissance des machines, des cercles d'hommes ou des armées nous oblige inévitablement à reconnaître le fait que tout assortiment aléatoire de choses doit également compter en tant que substance. »

Ce point est tout à fait juste dans la mesure où Leibniz souhaite dans cette lettre distinguer des niveaux d'unités et conserver certains critères propres à définir l'unité substantielle. Comme le souligne Graham Harman, le critère physique de l'attouchement est par exemple trop lâche pour distinguer entre les unités véritables et les phénomènes ou agrégats :

" For Leibniz the problem persists even if we use physical contact as our criterion for objecthood [...]. Using formal arrangement as our criterion of unity is no better, since 'if parts fitting together in the same plan are more suitable for composing a true substance than those touching, then all the officers of the Dutch East India Company will make up a real substance, far better than a heap of stones' "¹

Cette interprétation est valide : l'attouchement entre les soldats ne peut en aucune manière déterminer l'unité d'une armée comme la Compagnie des Indes de Hollande (*Dutch East India Company*). À travers ce dernier exemple Graham Harman va cependant contester l'interprétation leibnizienne et affirmer, contre le texte de Leibniz, qu'il existe bien une unité substantielle de la Compagnie des Indes de Hollande :

1 *Ibid.*, p. 36-37 Traduction proposée : « Pour Leibniz, le problème persiste même si nous utilisons le contact physique comme critère d'obtention de l'objet [...]. Utiliser un arrangement formel comme critère d'unité n'est pas meilleur, car "si les parties qui conspirent à un même dessein sont plus propres à composer une véritable substance, que celles qui se touchent. Tous les officiers de la Compagnie des Indes de Hollande feront une substance réelle, bien mieux qu'un tas de pierres" »

" Leibniz intends this last point as a proof by *reductio ad absurdum*, as if the notion of the Dutch East India Company as a substance were so patently ridiculous that no one could ever take it seriously. But the unity of this object is precisely what I aim to defend. "¹

Pour défendre l'unité de cette compagnie, Graham Harman ne va pas se positionner sur le critère physique et empirique de l'attouchement mais va simplement retracer *l'histoire* de cette compagnie militaire. Il poursuit :

" The Dutch East India Company is known in the Netherlands as the *Vereenigde Oostindische Compagnie* ("United East India Company"). The name is often shortened by scholars to its Dutch abbreviation VOC, and I will follow this handy convention. The company's official existence lasted from 1602 to 1795, though such dates should always be viewed as provisional. As a European power in Southeast Asia, the Dutch were preceded by Portuguese dominance and followed by a period of British hegemony. "²

Ce récit de l'histoire de cette compagnie va se poursuivre sur plusieurs pages : le but de Graham Harman est de montrer que si Leibniz refuse de définir cette armée comme une unité véritable, celle-ci possède néanmoins une unité à travers l'histoire.

1 *Ibid.*, p. 37 Traduction proposée : « Leibniz entend ce dernier point comme une preuve par *reductio ad absurdum*, comme si la notion de la Compagnie des Indes de Hollande en tant que substance était si manifestement ridicule que personne ne pourrait le prendre au sérieux. Mais l'unité de cet objet est précisément ce que je vise à défendre. »

2 *Ibid.* Traduction proposée : « La Compagnie des Indes de Hollande est connue aux Pays-Bas sous le nom de *Vereenigde Oostindische Compagnie* (« Compagnie des Indes orientales »). Les érudits raccourcissent souvent le nom en abréviation néerlandaise VOC, et je suivrai cette convention pratique. L'existence officielle de la société a duré de 1602 à 1795, mais ces dates doivent toujours être considérées comme provisoires. En tant que puissance européenne en Asie du Sud-Est, les Néerlandais ont été précédés par la domination portugaise et suivis par une période d'hégémonie britannique. »

Le nom de cette compagnie militaire s'étant pérennisé dans le temps, celle-ci doit posséder une unité plus que phénoménale : Graham Harman radicalise en quelque sorte la définition simplement *nominale* de l'unité que Leibniz accordait aux « êtres de raison » mais qu'il condamnait fermement. En tant qu'elle est une unité nommée et dont on peut faire l'histoire, la Compagnie des Indes de Hollande est *un objet comme les autres* pour Graham Harman.

La critique adressée à Leibniz rejoint les considérations générales de l'Ontologie Orientée Objet : réduire un objet à un agrégat en le sous-déterminant comme le fait Leibniz consiste à considérablement appauvrir ce que peut être cet agrégat. Un objet possède selon Graham Harman la propriété de ne pas être réductible à ses parties :

" In the common understanding, the word "object" often means entities that are inanimate, durable, nonhuman, or made of physical matter. We have seen that immaterialism opposes such criteria, and holds that an entity qualifies as an object as long as it is irreducible both to its components and its effects: that is to say, as long as the object is not *exhausted* by undermining or overmining methods, though of course these methods often yield fruits of their own. "¹

1 *Ibid.*, p. 40-41. Traduction proposée : « Dans la compréhension commune, le mot "objet" désigne souvent des entités qui sont inanimées, durables, non humaines ou constituées de matière physique. Nous avons vu que l'immatérialisme s'oppose à de tels critères et considère qu'une entité est qualifiée d'objet tant qu'elle est irréductible à la fois à ses composants et à ses effets: c'est-à-dire tant que l'objet n'est pas épuisé par des méthodes de sous-détermination ou de sur-détermination, bien que chacune de ces méthodes puisse porter ses fruits. »

Graham Harman et plus généralement l'Ontologie Orientée Objet rejettent tous les critères (« criteria ») à même de définir un objet : l'objet est défini *par défaut* comme ce qui n'est pas épuisé par l'analyse. En tant qu'on peut produire une histoire de la Compagnie des Indes de Hollande, il existerait une dimension de cette objet qui échapperait à toute décomposition de ses parties : cette armée n'est pas réductible à une simple agrégation de parties comme pourrait le faire croire Leibniz. Ainsi pour Graham Harman la Compagnie des Indes de Hollandes peut être considérée comme un objet et toutes les parties de cet objet peuvent être considérées comme autant d'objets dans la mesure où ils ne sont pas réductibles à leurs parties :

" Seen in this light, the objecthood of the VOC seems beyond any reasonable doubt: though we must always remain open to possible evidence that suggests, say, that the single name of the company serves to conceal what was in fact three or four independent though simultaneous operations. Each of the ships in the VOC's mighty fleet can certainly be considered an object, but in no way is that fleet just an aggregate of individual ships, any more than each ship is just an aggregate of planks and maritime implements. "¹

La notion d'objet acquiert un statut particulier dans la philosophie de Graham Harman et plus généralement de l'Ontologie Orientée Objet : il désigne la chose qui

1 *Ibid.*, p. 40. Traduction proposée : « Vu sous cet angle, l'objectité de la VOC semble au-delà de tout doute raisonnable: même si nous devons toujours rester ouverts à d'éventuelles preuves qui suggèrent, par exemple, que le nom unique de la compagnie sert à dissimuler ce qui était en réalité trois ou quatre opérations indépendantes mais simultanées. Chacun des navires de la puissante flotte de la VOC peut certes être considéré comme un objet, mais cette flotte n'est en aucun cas un ensemble de navires, pas plus que chaque navire n'est qu'un ensemble de planches et d'outils maritimes. » La traduction du terme « objecthood », qui est un concept clé de l'historien de l'art Michael Fried, par « objectité » est reprise aux traducteurs de Michael Fried.

n'est en aucune manière épuisé par l'explication : chaque niveau d'un objet n'étant cependant pas une agrégation d'autres objets. Cependant, l'interprétation de Graham Harman laisse planer un certain nombre de difficultés qu'il nous faut éclaircir. Si Graham Harman ne fait pas mention des critères physiques qui amènent Leibniz à accorder ou à refuser le statut d'unité, il semblerait que ce soit dans la mesure où la philosophie de Graham Harman semble tout à fait *indifférente* à ces critères.

2.3) *Prodiges et vertiges de l'objet*¹

Graham Harman et plus généralement l'O.O.O. identifient toute unité ayant les propriétés d'un système à un objet. Dans *Immaterialism*, les trois critères censés définir l'unité d'un objet sont la propriété de *rétroaction*, la propriété de *régénération des parties* et la notion de *propriété émergente*². Ces trois notions ne sont pas issues de l'Ontologie Orientée Objets, elles se retrouvent en réalité dans les nombreux travaux sur la théorie des systèmes et de la complexité, depuis Norbert Wiener³. Graham Harman, à la suite des travaux de DeLanda⁴ sur lequel il s'appuie, étend considérablement la définition des termes de *rétroaction* ou de *propriété émergente*

1 Par ce titre nous faisons évidemment référence à l'ouvrage de Jacques Bouveresse, *Prodiges et vertiges de l'analogie* (1999).

2 Ainsi la Compagnie des Indes de Hollande satisfait ces trois critères dans la mesure où ses différentes conquêtes ont changé la répartition de ses officiers et de ses garnisons (rétroaction), qu'elle modifiait constamment sa flotte et faisait évoluer ses vaisseaux (régénération des parties) et qu'enfin elle pouvait être mobilisée dans son ensemble et être utilisée comme une force de frappe unique (propriété émergente d'unité). Voir Graham Harman, [2016], *Immaterialism: Object and Social Theory*, *op. cit.*, p. 41

3 En ce qui concerne les travaux sur la complexité on pourra se référer aux volumes de *La Méthode* d'Edgar Morin et en particulier le premier tome intitulé *La Nature de la nature*, publié en 1977. Pour ce qui est de la théorie des systèmes, l'ouvrage de Ludwig von Bertalanffy intitulé *General System Theory* publié en 1968 est considéré comme une référence.

4 Il utilise en particulier : Manuel DeLanda, *A New Philosophy of Society*, (2006)

au point de faire disparaître tout le contenu *technique* de ces termes, tel qu'ils sont utilisés dans la théorie des systèmes. Mais en dépouillant ces notions de leurs contenus techniques et des paradigmes physiques ou scientifiques auxquelles elles font référence¹, Graham Harman est contraint de faire reposer sa définition de l'objet – donc de l'unité dans son ontologie – sur aucun paradigme ni aucun critère vérifiable. N'importe quoi peut être objet, l'unité existe à tous les niveaux dans les objets les plus hétérogènes ; cette indifférence est particulièrement marquée dans le fait que Graham Harman change indifféremment d'échelle quand il aborde un objet. Il écrit par exemple au début d'*Immaterialism* :

" Immaterialism recognizes entities at every scale of existence without dissolving them into some ultimate constitutive layer. A specific Pizza Hut restaurant is no more or less real than the employees, tables, napkins, molecules, and atoms of which it is composed, and also no more or less real than the economic or community impact of the restaurant, its headquarters city of Wichita, the Pizza Hut corporation as a whole, the United States, or the planet Earth. All these entities sometimes affect and are affected by others, but they are never exhaustively deployed in their mutual influence, since they are capable of doing other things or even nothing at all "²

1 La notion de rétroaction fait référence aux *signaux optiques, chimiques ou électriques* qui permettent de réguler l'action d'une machine. Une rétroaction désigne par extension une information transmise en vue de contrôler l'action d'une machine ou d'un organisme.

2 Graham Harman, [2016], *Immaterialism: Object and Social Theory, op. cit.*, pp. 16-17. Traduction proposée : « L'immatérialisme reconnaît des entités à toutes les échelles de leur existence sans les dissoudre dans une couche constitutive ultime. Un restaurant Pizza Hut spécifique n'est ni plus ni moins réel que les employés, tables, serviettes, molécules et atomes qui le composent, ni plus ni moins réel que l'impact économique ou communautaire du restaurant, dont le siège social est à Wichita, la société Pizza Hut dans son ensemble, les États-Unis ou la planète Terre. Toutes ces entités affectent parfois et sont affectées par d'autres, mais elles ne sont jamais déployées de manière exhaustive dans leur influence mutuelle, car elles sont capables de faire autre chose ou même rien du tout. »

Ces exemples pourraient paraître triviaux mais ils sont abordés de manière tout à fait sérieuse par Graham Harman. Le fait que Graham Harman s'intéresse à un « Pizza Hut » peut-être légitime mais l'indifférence aux modes d'existence¹ et aux échelles, point sur lequel nous aurons l'occasion de revenir, est particulièrement gênante. Entretenant la confusion entre les échelles, Graham Harman peut indifféremment confondre un bâtiment avec la franchise « Pizza Hut », elle-même confondue avec les Etats-Unis comme si ces « entités » étaient sur le même plan. Bien sûr cette confusion est revendiquée dans le cadre de l'Ontologie Orientée Objet, mais pour recentrer notre problème, il convient d'interroger Graham Harman comme les autres tenants de l'O.O.O : à quel problème philosophique correspond cette volonté de généraliser la catégorie d'objet ? Plus directement : quel intérêt y a-t-il à défendre une telle confusion à travers cette catégorie d'objet ?

Répondre à cette question reviendrait à entrer en débat avec l'Ontologie Orientée Objet sur le rôle de la philosophie, débat que nous croyons nécessaire mais qui dépasserait l'enjeu de ce travail. Nous retiendrons simplement que cette indifférence aux critères déterminant les types d'unités conduit inévitablement à conclure que Graham Harman *ne se positionne pas* dans le problème de l'unité tel qu'il existe chez Leibniz : sa réponse consiste à niveler toutes les formes d'unités sur un même plan et à donner une extension bien trop importante à la notion d'objet. Alors que chez Leibniz le problème de l'unité consistait à *suspendre* certains critères propres à définir une unité (critère nominal, critère empirique et physique

1 Au sens d'Étienne Sourriau.

d'attachement, *etc.*), l'approche de Graham Harman consiste à *lisser* toute la tension philosophique du problème pour aboutir sur une affirmation sans véritable enjeu : *tout est objet*. Certes cette généralisation de la catégorie d'objet ne va pas sans une remise en cause de catégories traditionnelles de la philosophie occidentale mais, en ce qui concerne le problème de l'unité la réponse apportée par Graham Harman est en fait une non-réponse.

Pour repositionner notre problème, il convient de reprendre l'apport de la philosophie leibnizienne au problème de l'unité non pas pour redéployer sa portée critique mais au contraire pour développer la *positivité* propre à son analyse.

2.4) *L'approche leibnizienne : l'unité contextuelle*

Nous avons évoqué à la fin du chapitre précédent le statut des propositions réductives chez Leibniz à partir de l'analyse de Daniel Schulthess : c'est à partir de ce point qu'il est possible de penser *positivement* la conception de l'unité à partir de Leibniz. La lecture de Graham Harman nous a cependant mis en garde contre l'absence de critères propres à déterminer différents niveaux d'unités et nous pouvons à présent clarifier notre position. Plutôt que de définir des critères propres à déterminer des unités véritables, nous avons vu que Graham Harman rejetait au contraire toute forme de détermination rigoureuse des objets en affirmant qu'une description qui sur-déterminerait ou sous-déterminerait un objet conduirait inévitablement à réduire ou à perdre une de ses dimensions. Leibniz ne contesterait

pas ce point dans la mesure où toute prédication n'épuise pas selon lui, l'ensemble des déterminations d'une substance ou d'un corps¹.

Cependant, la conception leibnizienne de l'unité doit pouvoir intégrer des niveaux d'unité sans renoncer au projet de définir des unités substantielles et véritables à partir du paradigme physique de la force vive. Mais dans la mesure où ce paradigme n'est plus d'actualité pour nous aujourd'hui, le concept de force vive étant intégré à celui d'énergie cinétique, il reste de la conception leibnizienne de l'unité la possibilité de constituer des *unités* en fonction des *relations considérées*. Ce point a été remarqué par Daniel Schulthess, pour qui la relation tout-partie dans l'ontologie leibnizienne « n'est pas univoque »². Il écrit dans *Leibniz et l'invention des phénomènes* :

« la relation tout-partie comporte une forte dimension d'application qui fait qu'elle se ramifie selon le contexte, en fonction des couples de *relata* pris en considération. »³

La conception leibnizienne de l'unité serait relative au contexte et aux relations considérées. Le plus souvent la relation prise en considération consistera à étudier *l'activité* de la substance et la dynamique de son déplacement, conformément au

1 Ainsi « le corps en tant qu'étendu, par exemple, n'est pas *tout* le corps. » in Daniel Schulthess, [2009], *Leibniz et l'invention des phénomènes, op. cit.*, p. 247. De même, en ce qui concerne les substances, la notion complète de cette substance, c'est-à-dire dans le langage du *Discours de métaphysique*, la totalité des prédicats et des événements inclus dans cette substance n'est connue que par Dieu. La connaissance d'une substance individuelle est toujours partielle et insuffisamment distinguée.

2 Daniel Schulthess, [2009], *Leibniz et l'invention des phénomènes, op. cit.*, p. 128

3 *Ibid.*

paradigme physique de la force vive¹. Si l'on reprend l'exemple de la Compagnie des Indes de Hollande, tous les officiers forment une unité en tant qu'ils peuvent prendre telle ou telle forme : la relation considérée est celle du *commandement*. L'unité de l'ensemble de la Compagnie des Indes de Hollande est relative à ce contexte et ne vaut pas absolument comme critère définitif d'unité. L'activité de l'armée, pourra être considérée à travers son mouvement ou sa vitesse et permet d'accorder à cette armée une unité de circonstance².

Cette approche contextuelle et relationnelle au niveau logique permet à Leibniz de ne pas céder devant l'excès qui consisterait à affirmer qu'il n'existe pas d'unités véritables ; selon Leibniz il existe de unités véritables et certains phénomènes peuvent être considérés comme des unités véritables dans la mesure où cette considération répond à *un contexte spécifique*. Le fait que Leibniz revienne sur la détermination des unités véritables dans différents textes, jusqu'à la *Monadologie*, implique que nous prenions position. Nous retiendrons de Leibniz la possibilité de composer et de décomposer des unités en fonction de *relations considérées*. Il est cependant important de préciser la notion leibnizienne de relation, qui est essentiellement réaliste dans le cas des phénomènes et des substances. La relation désigne chez Leibniz le transfert d'une propriété, sur le modèle de la communication³. Les propriétés privilégiées par Leibniz dérivent de sa dynamique : l'activité, le

- 1 L'activité des êtres par agrégation correspond en terme dynamique à la « force dérivative » dans la dynamique leibnizienne, différente de la « force primitive » qui caractérise les unités véritables et simples. Voir *Ibid.*, p. 146
- 2 « si l'activité entre dans le *definiens* de la substance, cette clause en tant que telle tendra à ce que le corps vu de façon complète et globale soit traité comme quelque chose de substantiel » in *Ibid.*, p. 146
- 3 La pensée leibnizienne de la communication est particulièrement bien exposée dans le *Système nouveau de la nature et de la communication des substances*, écrit en 1695.

mouvement, la figure ou la force dérivative d'un phénomène sont autant de relations valides. La relation simplement nominale ou logique n'est pas valide : *une armée* n'est pas une unité, mais *telle armée* peut être considérée comme une unité si l'on prend en compte son mouvement ou son positionnement dans une plaine, avant un affrontement par exemple. Dans un certain contexte la Compagnie des Indes de Hollande est une unité véritable.

L'approche leibnizienne de l'unité reste cependant largement dépendante des paradigmes physiques de l'âge classique. Les notions de conservation, de changement ou de diminution restent associés à l'idée que la force vive *se conserve* dans son intégralité ; l'idée d'une dégradation de la force vive est à ce titre inexistante à l'âge classique. Pour poursuivre notre étude du problème de l'unité il est nécessaire de dépasser les cadres de la physique classique : tel est précisément l'objet de la philosophie simondonienne de l'individuation. Tout en conservant l'apport de Leibniz dans la définition des formes d'unité à partir de relations considérées, il est à présent nécessaire d'étudier l'apport de Gilbert Simondon dans la réactualisation du problème de l'unité.

UNITÉ ET STRUCTURE DE L'INDIVIDU SELON SIMONDON

3 : Énergie et réalisme de la relation : Simondon et l'individuation

En ce qui concerne l'œuvre publiée de son vivant, la philosophie de Gilbert Simondon se partage entre deux domaines nettement distincts. Sa thèse principale, rédigée sous la direction de Jean Hyppolite et partiellement publiée de son vivant, intitulée *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information* aborde directement un problème ontologique, celui de l'individuation, en reprenant certaines des conceptions présocratiques à l'aune de notions puisées dans les sciences, entre autres dans la cristallographie et les sciences de l'information. Sa thèse secondaire, rédigée sous la direction de Georges Canguilhem, intitulé *Du Mode d'existence des objets techniques*, porte sur la philosophie des objets techniques et aborde des problèmes de classification et d'évolution des techniques. Cette thèse secondaire a été publiée dans son intégralité en 1958. Nous aurons l'occasion de revenir sur les liens profonds qui unissent ces deux thèses, mais nous souhaitons avant tout lire la philosophie simondonienne par le prisme du problème de l'unité tel qu'il a été reposé et considérablement complexifié par Simondon. À ce titre, c'est d'abord à la thèse

principale et indirectement aux travaux préparatoires à cette thèse qu'il faut nous intéresser.

3.1) *L'Individuation et le devenir des individus*

L'étude de l'individuation commence par mettre en évidence un présupposé diffus qui se retrouve dans toutes les philosophies de l'individu et de l'individuation ; ce présupposé, Simondon le qualifie de « substantialiste ». Le substantialisme consiste à poser, antérieurement à l'individuation, un ou plusieurs termes, qu'il s'agisse d'atomes ou de principes logiques préexistants, pour décrire le processus d'individuation et le devenir des individus¹ :

« Ce qui est un postulat dans la recherche du principe d'individuation, c'est que l'individuation ait un principe. Dans cette notion même de principe, il y a un certain caractère qui préfigure l'individualité constituée [...] Mais il resterait précisément à montrer que l'ontogenèse peut avoir comme condition première un terme premier : un terme est déjà un individu ou tout au moins quelque chose d'individualisable »²

L'individuation présuppose toujours déjà des individus constitués, telle serait l'erreur du substantialisme qui se donnerait des individus pour penser l'individuation. On

1 La conception simondonienne de l'individuation est en effet essentiellement centrée sur le *devenir* des individus : le processus d'individuation est toujours à l'œuvre dans les systèmes physiques et il ne peut être que différé dans les systèmes vivants.

2 Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, *op. cit.*, p. 23

remarque tout d'abord l'extraordinaire extension que Simondon donne à la notion d'individu : un atome comme un principe logique sont des unités au même titre et apparaissent comme des *a priori* équivalents en tant qu'ils sont déjà individués. Pour Simondon, Leibniz est un cas extrême de substantialisme¹ et dès sa préface à sa thèse principale *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, il attaque directement la philosophie leibnizienne et plus particulièrement la conception leibnizienne de l'*unité* :

« L'unité, caractéristique de l'être individué, et l'identité, autorisant l'usage du principe du tiers exclu, ne s'appliquent pas à l'être préindividuel, ce qui explique que l'on ne puisse recomposer après coup le monde avec des monades, même en rajoutant d'autres principes, comme celui de raison suffisante, pour les ordonner en univers. »²

Dans ce passage Simondon reprend des notions leibniziennes pour les tourner en dérision. Pour Simondon, le monde leibnizien ne peut être qu'un assemblage d'unités déjà constituées et recomposées entre elles. Mais cet état où n'existent que des *unités achevés* ne s'applique précisément pas à l'état dit « préindividuel », qui désigne une phase encore potentielle où l'individu n'est pas encore une unité, ni une substance déterminée ayant une identité.

Pour écarter le présupposé substantialiste, la stratégie de Simondon va consister à puiser dans différents domaines et sciences déjà constitués pour penser

1 Pour Simondon, le substantialisme s'applique à toute métaphysique où les entités sont réifiées, élevées au rang de substances ayant une existence autonome et indépendante.

2 Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, *op. cit.*, p. 25

l'individuation comme processus, sans faire appel à des notions philosophiques présupposées¹. Le présupposé de Simondon n'est pas d'origine métaphysique, il est emprunté à une science particulière et généralisé pour résoudre une tension propre au champ philosophique. Simondon ne va pas seulement puiser dans la cristallographie, puisqu'il va aussi étudier la physique des changements d'état ainsi que les sciences de l'information et la mécanique quantique. Le but de Simondon est de mettre en évidence ce qu'il nomme l'état « préindividuel ». Cet état est un état *potentiel et non encore individué* ; il désigne une phase antérieure à l'individuation et qui n'est pas épuisée par celle-ci, sauf bien sûr lorsque le système considéré a actualisé l'ensemble de ses potentiels². Dans l'hypothèse d'un état « préindividuel », la conception de l'individuation ne pourrait plus répondre à des principes antérieurs à celle-ci :

« L'individu serait alors saisi comme une réalité relative, une certaine phase de l'être qui suppose avant elle une réalité préindividuelle, et qui, même après l'individuation n'existe pas toute seule, car l'individuation n'épuise pas d'un seul coup les potentiels de la réalité préindividuelle »³

La réalité préindividuelle exprime un état potentiel et non encore individué. Dans les termes simondoniens, l'être à l'état préindividuel est « plus qu'unité » c'est-à-dire

1 C'est le rôle, entre autres, de la cristallographie et de l'étude des systèmes métastables : « La cristallisation est riche de notions bien étudiées et qui peuvent être employées comme paradigmes en d'autres domaines » *in Ibid.*, p. 26

2 Bien sûr ce processus atteint une limite. Dans le cas des systèmes thermodynamiques clos, l'entropie croissante va progresser jusqu'à stabiliser le système ; dans le cas des vivants, la mort est considérée comme l'épuisement de toutes les phases potentielles de l'être.

3 *Ibid.*, p. 24-25

que son unité ne correspond pas à « une unité d'identité »¹ si bien que « l'être en tant qu'être, antérieurement à toute individuation, peut être saisi comme *plus qu'unité et plus qu'identité* »². Simondon pense le préindividuel comme débordant toute réduction, toute assignation même logique³ ; le préindividuel désigne un état d'excès par rapport à l'individu déjà constitué⁴. De la même manière le vivant va être défini comme « supérieur et inférieur à la fois à l'unité »⁵, on retrouve dans cette définition le problème de l'unité tel que nous l'avons exposé. Pour Simondon, une conception non-substantialiste de l'individuation, faisant intervenir une dimension potentielle par l'intermédiaire de la notion du « préindividuel », implique de concevoir l'individu en décalage par rapport à l'unité. L'individu, s'il possède un potentiel d'individuation est « plus qu'identité », l'unité est ce vers quoi *tend l'individu* sans jamais atteindre à la pleine indivisibilité et la pleine cohérence qui définirait l'individuation achevée, donc au niveau du vivant, la mort.

Mais la particularité du processus d'individuation, en plus de ne jamais être épuisé par les individuations successives, est de faire apparaître un couple et pas seulement un individu isolé :

1 *Ibid.*, p. 31

2 *Ibid.*, p. 32 (Nous soulignons)

3 « au niveau de l'être saisi avant toute individuation, le principe du tiers exclu et le principe d'identité ne s'appliquent pas ; ces principes ne s'appliquent qu'à l'être déjà individué, et ils définissent un être appauvri » *in Ibid.*, p. 32

4 Cette conception simondonienne du préindividuel pourrait être farouchement critiquée par la philosophie du langage : comment en effet, peut-on prédiquer sur une réalité qui ne répondrait pas des règles les plus banales de logique ? Ne sommes nous pas, dans le cas du préindividuel, ramené dans le champ de la croyance ? Nous aurons l'occasion de confronter Simondon à ces critiques.

5 *Ibid.*, p. 29 Le vivant est *moins qu'unité* dans la mesure où son individuation correspond à une problématique intérieure et il est *plus qu'unité* dans la mesure où cette problématique est collective ou « transindividuelle ».

« ce que l'individuation fait apparaître n'est pas seulement l'individu mais le couple individu-milieu »¹

Nous aurons l'occasion de revenir sur ce couple individu-milieu dans le chapitre suivant. Avant tout, il est nécessaire de comprendre que l'individuation se déroule suivant des phases qui font progresser l'individuation et qui structurent l'individu par rapport à un milieu. La progression de l'individuation suivant cette série de phases où se structure l'individu et le milieu – phénomène que Simondon pense à partir du processus de cristallisation d'une solution de soufre en surfusion – est nommée « transduction ». Ce concept, absolument central pour Simondon et qui concentre de nombreuses critiques, comme nous aurons l'occasion d'y revenir est défini en ces termes :

« Nous entendons par transduction une opération, physique, biologique, mentale, sociale, par laquelle une activité se propage de proche en proche à l'intérieur d'un domaine [...] si bien qu'une modification s'étend ainsi progressivement en même temps que cette opération structurante. »²

1 *Ibid.*, p. 25

2 *Ibid.*, p. 32

Simondon donne une très grande extension au concept de « transduction »¹ qui est à la fois logique, historique² et physique. Mais en tant qu'elle désigne avant tout une opération mentale, la notion de transduction possède une signification *logique* : elle désigne un raisonnement qui structure un domaine à partir de potentiels propres au domaine concerné, sans faire intervenir des notions extérieures comme les notions de genre ou d'espèce. Tout le projet simondonien de l'étude de l'individuation se positionne contre toute forme de pensée classifiante ; comme il l'écrit dans un texte préparatoire, « *il ne peut y avoir science que de l'individu* »³. Le raisonnement transductif consiste à progresser par individuations successives.

Mais la transduction s'opère également au niveau physique et particulièrement dans le cas de la cristallisation que Simondon a étudié. C'est à partir du cristal que Simondon pense la transduction et un ensemble de concepts clés pour toute sa philosophie de l'individuation, comme ceux de « métastabilité », d'« amplification » ou de « germe ». Il écrit, à propos de la cristallisation :

- 1 La notion de « transduction » est utilisée en biologie, où elle désigne un transfert de matériel génétique entre bactéries ou dans le cas d'un signal, la réponse d'une cellule à un signal qui lui est externe, entraînant une cascade de signaux. Il semblerait cependant que Simondon emprunte la notion de transduction aux travaux de Jean Piaget et en particulier à ses premiers écrits comme *La représentation du monde chez l'enfant* (1926) où l'on trouve cette notion. Selon Jean-Hugues Barthélémy la notion de « transduction » proviendrait des « transducteurs » utilisés dans les montages électroniques. Voir Jean-Hugues Barthélémy, [2008], *Simondon ou l'encyclopédisme génétique*, éd. Presses Universitaires de France (Paris), coll. Science, histoire et société, p. 62
- 2 Simondon affirme par exemple que le raisonnement transductif est à l'origine de l'unification du « domaine entier des radiations électriques », dans ce cas la notion de transduction possède une signification historique. *In Ibid.*, p. 109
- 3 « Analyse des critères d'individualité » p. 553 *in Ibid.*, pp. 553-558

« Un cristal qui, à partir d'un germe très petit, grossit et s'étend selon toutes les directions dans son eau-mère fournit l'image la plus simple de l'opération transductive : chaque couche moléculaire déjà constituée sert de base structurante à la couche en train de se former »¹

La particularité de la transduction est de structurer un domaine (physique ou logique) à partir d'un signal (le germe dans le cas du cristal). Le couple individu-milieu, se retrouve dans le cas de la cristallisation : le cristal se structure et épuise le potentiel énergétique contenu dans la solution amorphe. La transduction désigne pour Simondon la forme d'unité propre à l'individu qui est essentiellement chronologique, ainsi « l'être possède une *unité transductive* ; c'est-à-dire qu'il peut se déphaser par rapport à lui-même de part et d'autre de *son centre*. »² Selon cette hypothèse et l'extension accordée à la notion de transduction au sein de son ontologie, il est possible d'aborder la méthode sous-jacente à la philosophie simondonienne de l'individuation.

3.2) *Simondon et le paradigme énergétique*

La méthode simondonienne présuppose des paradigmes d'étude valides. Le « *paradigmatisme analogique* »³ dont il se réclame implique d'examiner rigoureusement les notions qui sont employées comme paradigmes pour l'étude du

1 *Ibid.*, p. 33

2 *Ibid.*, p. 31

3 *Ibid.*, p. 33

problème de l'individuation¹. De plus, Simondon appuie sa philosophie sur une méthode, dans l'héritage de la philosophie cartésienne qu'il cite à plusieurs reprises², c'est à cette méthode qu'il est à présent nécessaire de s'intéresser. L'étude de la méthode simondonienne a été rendue possible par la publication des travaux préparatoires à sa thèse principale, dans l'édition récente regroupant l'intégralité de la première thèse et un certain nombre de compléments³. Parmi ces textes préparatoires, nous nous intéresserons plus particulièrement au texte portant sur l'*Analyse des critères d'individualité* et dans une moindre mesure au texte intitulé *Allagmatique*.

Le rapport de Simondon aux sciences de l'énergie est complexe, d'autant plus qu'il reste insuffisamment commenté. Simondon cherche avant tout à se prémunir d'un excès qui conduirait à réduire tous les phénomènes à des échanges d'énergie ; cet excès aboutirait à une forme de « monisme » *énergétique* qui consisterait à affirmer que *tout est énergie, sous différentes formes*. Ce type de monisme énergétique a été attribué historiquement au chimiste Wilhelm Ostwald qui, au tournant du XIXème et du XXème siècle, avait entamé une violente querelle avec les tenants de l'atomisme et entre autres avec Ludwig Boltzmann. L'ouvrage d'Ostwald sobrement intitulé *L'énergie*, publié en 1910 est l'une des premières

1 « L'objet de cette étude est inséparable de sa méthode. Une relation de conditionnement réciproque lie en effet la réalité de son objet à la validité de la démarche employée. » in « Analyse des critères d'individualité », p. 553 in Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, op. cit., pp. 553-558

2 Par exemple dans l'*Analyse des critères d'individualité*, Simondon salut la très grande cohérence entre la méthode et la philosophie chez Descartes : l'« unité de méthode » cartésienne serait ainsi « infiniment plus riche en signification et féconde en développement » que sa philosophie. « Analyse des critères d'individualité » p. 553 in *Ibid.*, pp. 553-558

3 Parmi ces textes préparatoires on retrouve l'« Histoire de la notion d'individu », « Allagmatique » et « Analyse des critères d'individualité », tous ces textes étant disponible dans l'édition de 2005 de *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*.

grandes synthèses disponible en français sur la notion d'énergie. Ostwald y expose son projet de créer une science unifiée sous le concept d'énergie, science qu'il nomme *l'énergétique* :

« l'énergétique permet d'explorer avec succès tous les domaines de la civilisation, et que non seulement elle fait comprendre son passé dans ses grandes lignes, mais encore elle indique nettement où doivent tendre ses efforts »¹

L'énergie est considérée comme une notion susceptible d'unifier toutes les sciences. L'énergétique permet une explication à la fois dynamique et statique des phénomènes² : en ce sens l'énergie n'est pas seulement la grandeur qui caractérise le changement d'état d'un système, elle possède un contenu substantiel et pour ainsi dire constitutif de l'ensemble du réel. Ce monisme de l'énergie est écarté par Simondon dès l'introduction de son étude sur l'individuation, il écrit :

« Ni le *mécanisme*, ni l'*énergétisme*, théories de l'identité, ne rendent compte de la réalité de manière complète. »³

1 Wilhelm Ostwald, [1910], *L'Énergie*, éd. Félix Alcan (Paris), coll. Nouvelle collection scientifique, « Introduction », p. 234

2 « L'énergie est le réel dans un double sens. D'abord elle est le réel en ce qu'elle est *ce qui agit* ; quel que soit l'événement considéré, c'est indiquer sa cause que d'indiquer les énergies qui y prennent part. Ensuite elle est le réel en ce qu'elle permet d'indiquer le *contenu* de l'événement. Elle constitue un pôle immobile dans la mobilité des phénomènes, et, en même temps, la force d'impulsion qui fait tourner le monde des phénomènes autour de ce pôle. » *in Ibid.*, p. V

3 Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, *op. cit.*, p. 26

Simondon rejette fermement une approche moniste de l'énergie, qui affirmerait *l'identité de tous les phénomènes* à partir de la dérivation d'une forme d'énergie. Cependant, Simondon doit bien s'appuyer sur des critères énergétiques pour penser l'individuation. Dans l'étude des systèmes physiques, Simondon aborde systématiquement les relations au sein de ces systèmes selon l'angle de l'énergie et plus précisément selon l'angle de *l'échange d'énergie* (pendules, cristaux, mécanique quantique,...). L'énergie, qu'elle soit mécanique ou potentielle, est une grandeur qui n'existe pas indépendamment du système choisi pour considérer un phénomène, l'état d'énergie dit « potentiel » par exemple est réservé à « l'état de dissymétrie d'un système. »¹ Il semble que les échanges d'énergie ne soient pas constitutifs de la réalité physique en elle-même mais soient une *dimension* de la réalité physique, comprise comme un système². Cette condition propre au système considéré permet de rejeter le monisme énergétique d'Ostwald, qui tombe dans le travers de toutes les formes de monisme ; le monisme ne peut considérer la discontinuité des différents systèmes que comme une *continuité appauvrie*. Pour Simondon, l'énergie ne peut pas être une notion substantielle ; les sciences de l'énergie ne peuvent qu'étudier les variations d'un système énergétique ; affirmer que tous les phénomènes ne seraient que des variations qualitatives de l'énergie comprise comme une substance unique serait une erreur qui conduirait un substantialisme.

Pour échapper à ce substantialisme, Simondon considère les sciences de l'énergie comme des domaines à même de fournir des *critères d'individualité* à la

1 *Ibid.*, p. 70

2 À ce titre Simondon répète à de nombreuses reprises que les considérations énergétiques n'épuisent en aucune manière l'individuation biologique, psychique ou collective.

philosophie : tel est le sens du texte préparatoire intitulé *Analyse des critères d'individualité*. Dans ce texte, Simondon analyse l'importance du principe de conservation et de dégradation de l'énergie qui forment respectivement le premier et le second principe de la thermodynamique. Simondon considère que le premier principe, celui qui stipule qu'il y a *conservation de l'énergie dans un système isolé*, possède une valeur absolue et ce, depuis Descartes :

« La réalité de l'individu, à quelque niveau qu'elle soit appréhendée, est d'abord régie par un principe extérieur et négatif que l'on peut nommer *principe du déterminisme énergétique*, ou encore principe de conservation énergétique. Si nous considérons un système physique d'un point de vue macroscopique, le principe de conservation de l'énergie [...] est valable absolument, c'est-à-dire sans considération du devenir intérieur au système selon lequel des individus apparaissent ou disparaissent au cours des diverses transformations successives. Il serait sans doute illusoire de rechercher l'essence profonde de l'individu dans une entorse au principe du déterminisme énergétique, même en affirmant que cette entorse est extraordinairement légère. »¹

La valeur absolue de ce premier principe est externe et macroscopique ; il stipule que la somme des échanges énergétiques au sein d'un système clos est nulle ; l'énergie bien qu'ayant pris différentes formes n'est ni détruite ni produite. Dans le cas d'une plante verte, ce premier principe interdit d'estimer que la croissance de cette plante viendrait d'une *production* d'énergie quelconque. La plante ne produit aucune

1 « Analyse des critères d'individualité », p. 555-556 in Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, op. cit., pp. 553-558

énergie, elle transforme et synthétise des apports extérieurs (énergie de rayonnement et chimique notamment) pour alimenter sa propre croissance. Mais ce premier principe ne peut pas, selon Simondon, fonder une philosophie de l'individuation dans la mesure où celui-ci est « essentiellement négatif ». Il écrit à ce propos :

« le *principe de conservation* ne peut suffire à lui tout seul pour fonder une recherche, car il est essentiellement négatif ; il interdit de supposer l'intervention d'un terme étranger dans la relation de l'individu au milieu, dans la relation de l'individu à lui-même, ou dans la relation de l'individu à un autre individu ; mais il ne permet pas de décrire ce qu'est l'individu considéré dans sa structure et ses opérations ; il permet difficilement de constituer avec rigueur une hiérarchie des différents niveaux de l'individualité, et se comporte plus comme une précaution épistémologique que comme un principe constitutif. »¹

Ce principe de conservation étant limitatif et macroscopique, il ne permet pas d'envisager la dynamique de l'individuation c'est-à-dire la dynamique temporelle d'un système physique où entre en jeu des échanges d'énergie. C'est pourquoi Simondon critique ce premier principe, qui ne permettrait pas de décrire « la structure » et « les opérations » de l'individuation. La structure désigne *le système de l'individuation* indépendamment des termes qui s'individuent : elle exprime l'ensemble des relations où prend place l'individuation. Les opérations, à l'inverse, désignent les différentes phases de l'individuation, c'est-à-dire les différents états par

1 *Ibid.*, p. 558

lesquels l'individu doit passer¹. Qu'il s'agisse de la structure ou des opérations, ce premier principe reste limitatif, il ne permet pas de produire un contenu normatif et positif sur ce que peut être l'individuation. Le seul apport positif du principe de conservation consiste à distinguer des « hiérarchies des différents niveaux d'individualité » dans la mesure où il permet d'isoler des systèmes physiques au sein desquels les échanges d'énergie forment un jeu à somme nulle.

Le premier principe de la thermodynamique n'étant pas fécond pour une théorie de l'individuation, c'est donc vers le second principe que va se tourner Simondon. Ce second principe stipule précisément que dans tout échange d'énergie dans un système isolé, la capacité de ce système à produire un travail (son énergie utilisable) décroît². Ce second principe énonce *un sens* dans l'évolution d'un système isolé, qui va vers une augmentation de son entropie. Simondon distingue une positivité essentielle à ce second principe :

« C'est pourquoi le deuxième principe, essentiellement positif, ne pourra être découvert dans la simple inspection formelle des conditions de la connaissance de l'individu, mais devra être recherché dans l'analyse directe des formes les plus simples de l'individualité, saisies par les conditions de leur genèse. Nous tenterons d'établir en ce sens qu'il y a, au niveau même de l'individualité physique un certain faisceau de conditions qui ne peuvent être confondues avec

- 1 Pour reprendre les termes utilisés dans l'*Allagmatique*, la structure désigne le « systématique spatiale » c'est-à-dire la distribution des relations dans l'individuation tandis que les opérations permettent de comprendre le « schématisme chronologique », donc la suite des états par lequel passe l'individu. La structure est donc essentiellement statique tandis que les opérations sont des contenus dynamiques d'explication de l'individuation. Voir « Allagmatique », p. 565 in Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, op. cit., pp. 559-568
- 2 Eugene Hecht, [1999], *Physique*, éd. De Boeck (Bruxelles), coll. Physique, trad. de l'américain par Tamer Bécherrawy, revue par Joël Martin, (1996), pp. 624-628

l'essence de l'individu, mais qui sont plus qu'une simple occasion de production de l'individu, parce qu'elles prolongent leur existence après l'apparition de l'individu sous la forme de caractères inhérents à l'individu »¹

Pour Simondon les critères issus de ce second principe sont essentiellement internes à l'individu : ils dépendent de son état initial et de la quantité d'énergie potentielle interne au système. L'exemple de la cristallisation offre une expérience directe de ce second principe : l'énergie chimique potentielle de l'eau mère est libérée sous forme de chaleur au fur et à mesure de la cristallisation qui va inévitablement tendre vers la stabilité². L'étude des échanges d'énergie à partir du second principe et des situations où l'individuation apparaît comme la plus primitive est à la racine de toute l'étude simondonienne de l'individuation. Comme Leibniz, Simondon a besoin de principes physiques positifs pour être en mesure de proposer *une définition de l'unité* ; l'individuation étant bien sûr une forme d'unité essentiellement dynamique, qui cherche à comprendre le devenir de l'individu dans le temps et non seulement en termes statiques. Simondon insiste sur les *critères* de définition de l'individualité et critique toute entorse au second principe de la thermodynamique³. Il reste malgré tout

1 « Analyse des critères d'individualité », p. 558 in Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, op. cit., pp. 553-558

2 « l'individu incorpore et concrétise les conditions dans lesquelles il a pris naissance, si bien qu'on peut envisager la genèse d'un individu comme une sorte de transfert de réalité, une autre répartition de matière et d'énergie, avec une relative réversibilité des conditions et du conditionné. » in *Ibid.*

3 En réalité Simondon propose malgré tout une « relative réversibilité des conditions et du conditionné », l'idée étant de penser la réversibilité du changement d'état « dans lequel l'état initial n'est pas la cause de l'état final, mais plutôt son équivalent antérieur » in *Ibid.* On remarquera que la réversibilité « relative » entre les conditions et le conditionné n'est pas tirée du second principe ni du premier mais provient d'un héritage diffus de la mécanique classique : la réversibilité est précisément niée par le second principe de la thermodynamique qui suppose une irréversibilité des échanges d'énergie. En mécanique classique, chez Descartes ou Leibniz par exemple, on suppose

à comprendre comment ces critères – et particulièrement ce second principe pris comme axiome d'étude de l'individuation dans son ensemble – sont incorporés à l'étude philosophique de l'individuation : c'est toute l'importance des relations qu'il est à présent nécessaire de considérer.

3.3) *Réalisme de la relation et individuation*

Clarifier la position simondonienne quant au statut de la relation serait long et fastidieux, néanmoins il est nécessaire d'expliquer le rôle des relations dans sa philosophie pour comprendre à la fois sa conception de l'unité et la place des critères énergétiques dans la définition de l'individuation¹. Nous avons vu que Simondon rejetait toute forme d'unité substantielle, stable et immuable. Cependant, ce rejet permet simultanément d'accorder un statut privilégié aux relations dans la définitions des propriétés des individus. Il écrit dans sa thèse principale, après avoir examiné la cristallisation et la mécanique quantique :

« *Les propriétés ne sont pas substantielles mais relationnelles* »²

Mais qu'est-ce qu'une relation pour Simondon et comment celle-ci peut-elle définir l'unité individuelle ? Il convient tout d'abord de bien distinguer entre les *relations* et les *rappports* :

qu'un changement physique est réversible. Simondon conserve cette réversibilité dans l'explication des changements d'états.

1 Pour un exposé complet mais non critique de la doctrine simondonienne de la relation on peut se référer au chapitre « Le réalisme de la relation » dans l'ouvrage de Jean-Hugues Barthélémy, [2008], *Simondon ou l'encyclopédisme génétique*, op. cit., pp. 9-34

2 Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, op. cit., p. 90

« on peut nommer relation la disposition des éléments d'un système qui a une portée dépassant une simple vue arbitraire de l'esprit, et réserver le terme de rapport à une relation arbitraire, fortuite, non convertible en termes substantiels »¹

Une relation doit être fondée sur des paradigmes valides² ; les échanges énergétiques au sein d'un système physique sont des attributs relationnels, au contraire des rapports qui ne seraient que des liens arbitraires, imaginés pour comparer des individus n'ayant aucune relation réelle entre eux³. Mais la relation apporte quelque chose de supplémentaire dans la mesure où celle-ci se *prolonge dans l'individu*. Dans le cas des changements d'états la condition énergétique du cristal se prolonge dans l'individu constitué ; la forme définitive du cristal dépend de son germe qui a structuré la cristallisation. Pour Simondon la relation n'est pas momentanée, elle désigne le sens de l'individuation et l'évolution du système dans lequel l'individu prend place :

« il serait possible de *considérer toute véritable relation comme ayant rang d'être, et comme se développant à l'intérieur d'une individuation nouvelle* ; la relation ne jaillit pas entre deux

1 *Ibid.*, p. 68

2 « *l'individuation nécessite une vraie relation, qui ne peut être donnée que dans un état de système renfermant un potentiel* » *in Ibid.*

3 On retrouve le même genre de distinction dans la conception leibnizienne du mouvement. Le mouvement ou l'activité propre à une substance doit être *une relation interne et constitutive de son unité*, à l'inverse d'un mouvement qui serait simplement apparent. Pour Leibniz, un observateur qui perçoit peut en effet projeter des rapports arbitraires sur une substance qui n'est pas constituée ni même véritable. Le mouvement doit être une relation interne à la substance.

termes qui serait déjà des individus ; elle est un aspect de la *résonance interne d'un système d'individuation* ; elle fait partie d'un état de système. »¹

Le postulat principal, que Simondon désigne comme *l'unique postulat de son étude*, consiste à poser que la relation est au même niveau ontologique que les termes entre lesquels elle intervient et qu'elle constitue². Ce postulat paraît minime et relativement prudent mais il est en réalité lourd d'implications. En effet, la relation est supposée avoir une signification *ontologique* et une *valeur* en logique ou en épistémologie. Faire porter ce double attribut de la relation dans deux champs soulève une difficulté : dans quelle mesure la relation est-elle intégralement conservée d'un champ à l'autre ? Simondon affirme que « ce postulat ne doit pas être considéré comme un recours à une méthode ou à une doctrine qui suppose *l'identité du rationnel et du réel* »³, mais n'est-ce pas ce qui précisément est à l'œuvre dans ce nivellement des formes de relations ?

Pour comprendre les raisons qui poussent Simondon à accorder une place aussi importante à la relation, il est nécessaire de comprendre son positionnement par rapport au nominalisme. Simondon souhaite « dépasser l'antithèse entre le

- 1 *Ibid.*, p. 28-29. Simondon écrit plus loin : « La méthode consiste à ne pas essayer de composer l'essence d'une réalité au moyen d'une relation conceptuelle entre deux termes extrêmes, et à considérer toute véritable relation comme ayant rang d'être. La relation est une modalité de l'être; elle est simultanée par rapport aux termes dont elle assure l'existence. Une relation doit être saisie comme relation dans l'être, relation de l'être, manière d'être et non simple rapport entre deux termes que l'on pourrait adéquatement connaître au moyen de concepts parce qu'ils auraient une existence effectivement séparée. » in *Ibid.*, p. 32
- 2 « Nous faisons usage d'un seul postulat, qui a une signification ontologique et une valeur logique (ou épistémologique) ; nous supposons en effet que la véritable relation est partie intégrante de l'être. » in « Analyse des critères d'individualité », p. 553 in Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, op. cit., pp. 553-558
- 3 *Ibid.* (Nous soulignons)

nominalisme et le réalisme » et tel est précisément le rôle des relations¹. Pour Simondon, c'est à la figure d'Abélard qu'il est nécessaire de se référer pour dépasser cette antithèse :

« Abélard a pleinement aperçu la possibilité de séparer la connaissance des termes de la connaissance de la relation; malgré les railleries incompréhensives dont il a été l'objet, il a apporté par cette distinction un principe extrêmement fécond, qui prend tout son sens avec le développement des sciences expérimentales : *nominalisme* pour la connaissance des termes, *réalisme* pour la connaissance de la relation, telle est la méthode que nous pouvons retirer de la doctrine d'Abélard pour l'appliquer en l'universalisant. Ce réalisme de la relation peut donc être pris comme postulat de recherche. Si ce postulat est valable, il est légitime de demander à l'analyse d'un point particulier des sciences expérimentales de nous révéler ce qu'est l'individuation physique. »²

Pour Simondon, Abélard a résolu l'antithèse entre nominalisme et réalisme par l'introduction d'une dissymétrie dans l'explication des individus. Chaque individu est une entité singulière en lui-même, mais puisqu'un individu est toujours pris dans des relations qui lui sont extérieures, l'étude de ces relations implique de les considérer comme *réelles* et comme faisant référence à des opérations existant indépendamment de la pensée ; telle est l'importance de l'étude des changements d'états pour la

1 « Nous voudrions dépasser l'antithèse entre le nominalisme et le réalisme en montrant que ces doctrines ne sont pas valables pour la *relation*, qui peut être connue *analogiquement*. Dans la mesure où l'individu comporte une relation constitutive, c'est d'un tel mode de connaissance qu'il relève. » *in Ibid.*, p. 553

2 Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, *op. cit.*, p. 83

définition de ces relations¹. Les critères énergétiques définissent une réalité indépendamment des individus auxquels ils se rapportent.

Mais il existe chez Simondon une relation privilégiée : il s'agit de la relation de connaissance *analogique* qui caractérise l'acte de connaissance de l'individu pensant. Simondon affirme en effet que la relation est connue « analogiquement »² et qu'à ce titre il est nécessaire de dépasser la signification simplement logique de la notion d'analogie pour lui donner une valeur *ontologique*³. Simondon définit l'analogie, à la suite de Bruno de Solages auteur d'une étude importante sur l'analogie, comme une « identité de rapports et non un rapport d'identité »⁴. L'analogie se fonde sur une dissemblance primitive ; elle ne rassemble pas ce qui est ressemblant mais ce qui, dans le dissemblable peut être éventuellement concordant. La relation analogique désigne précisément une forme de connaissance fondée sur la validité des relations, elle est la *relation privilégiée* par laquelle peut être connue la relation au niveau du sujet et celle au niveau de l'objet :

- 1 « La connaissance que nous donnent ces sciences est en effet valable comme connaissance de la relation, et ne peut donner à l'analyse philosophique qu'un être consistant en relations. Mais si précisément l'individu est un tel être, cette analyse peut nous le révéler. » *in Ibid.*
- 2 « Nous voudrions dépasser l'antithèse entre le nominalisme et le réalisme en montrant que ces doctrines ne sont pas valables pour la *relation*, qui peut être connue *analogiquement*. Dans la mesure où l'individu comporte une relation constitutive, c'est d'un tel mode de connaissance qu'il relève. » *in* « Analyse des critères d'individualité », p. 553 *in* Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information, op. cit.*, pp. 553-558
- 3 Sur ce point on peut se référer au texte intitulé « Allagmatique » qui est centré sur la notion d'analogie définie comme une « équivalence transopératoire », *in* « Allagmatique », p. 561 *in* Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information, op. cit.*, pp. 559-568
- 4 « Autant la méthode de *ressemblance* peut être confuse et peu honnête, autant la véritable méthode analogique est rationnelle. L'analogie véritable selon la définition du Père de Solages est une identité de rapports et non un rapport d'identité. Le progrès transductif de la pensée consiste bien en effet à établir des identités de rapports. » *in* Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information, op. cit.*, p. 108. L'ouvrage de Bruno de Solages s'intitule *Dialogue sur l'analogie* et a été publié en 1946.

« La connaissance vraie est celle qui correspond à la stabilité la plus grande possible dans les conditions données de la *relation sujet-objet*. Il peut y avoir différents niveaux de la connaissance comme il peut y avoir différents degrés de stabilité d'une relation. »¹

Ainsi :

« La connaissance n'est pas un rapport entre une substance objet et une substance sujet, mais *relation entre deux relations* dont l'une est dans le domaine de l'objet et l'autre dans le domaine du sujet. *Le postulat épistémologique de cette étude est que la relation entre deux relations est elle-même une relation.* »²

Ce dernier postulat vise précisément à réduire l'analogie aux autres relations conformément au réalisme de la relation défendu par Simondon³. Les relations désignent, dans une certaine mesure, *l'individuation elle-même* en tant que la connaissance est dynamiquement constituée par la relation. On retrouve dans cette méthode toute la richesse de l'approche simondonienne essentiellement

1 *Ibid.*, p. 83 Simondon écrit par la suite : « Il peut y avoir un type de connaissance le plus stable possible pour telle condition subjective et telle condition objective; si une modification ultérieure des conditions subjectives (par exemple la découverte de nouvelles relations mathématiques) ou des conditions objectives survient, l'ancien type de connaissance peut devenir métastable par rapport à un nouveau type de connaissance. Le rapport de l'inadéquat à l'adéquat est en fait celui du métastable par rapport au stable. La vérité et l'erreur ne s'opposent pas comme deux substances, mais comme une relation enfermée dans un état *stable* à une relation enfermée dans un état *métastable*. »

2 *Ibid.*, p. 83

3 Ce postulat peut ne pas être accepté dans la mesure où la relation de deux relations ne fait pas l'objet d'une science et donc, qu'elle ne repose sur aucun critère de validité. Comment s'assurer en effet que cette relation ne soit pas arbitraire ? Qu'il ne s'agit pas d'un simple rapport ? Le critère de « stabilité » que mentionne Simondon est insuffisant pour définir la validité de cette « relation entre deux relations ».

constructiviste, puisque toute sa philosophie repose sur cette méthode ; ce qui compte dans la relation de connaissance, c'est la stabilité analogique que celle-ci peut entretenir avec l'individuation réelle et existante au niveau des individus observés.

La conception simondonienne de la connaissance est cependant sujette à deux écueils : *l'idéalisme* et le *métaphorisme*¹. L'idéalisme, affirmerait tout simplement que seule l'individuation de la connaissance compterait et que la référence à toute réalité extérieure ne pourrait être qu'une relation appauvrie ; un idéalisme simondonien oublierait toute la visée opérationnelle et problématique de la philosophie de l'individuation, pour n'en retenir que la doctrine générale. Dans ce cas, la relation analogique serait prise comme un simple rapport d'identité et la philosophie simondonienne ne pourrait en aucune manière rendre compte de la différence ou de l'altérité². Un autre écueil, le métaphorisme, consisterait à prendre de simples rapports arbitraires pour des relations réelles ; cet abus oublierait que les relations dans le cas de la philosophie simondonienne sont issues de sciences *déjà constituées*. Simondon n'affirme pas l'existence de telle ou telle relation, il généralise les relations étudiées par la physique des changements d'états car il y trouve des notions qui permettent de résoudre le problème de l'individuation. Pour terminer, l'examen de la philosophie simondonienne de l'individuation, il est à présent

- 1 Ces deux écueils correspondent à deux excès du raisonnement analogique : excès qui affirmerait *l'identité de tous les phénomènes* (identité) ou qui postulerait que tout est en rapport avec tout (multiplication des rapports).
- 2 Isabelle Stengers critique la trop grande neutralité de certains concepts simondoniens qui négligent, dans le cas du « transindividuel » par exemple, la confrontation et l'opposition au sein de l'individu collectif. Voir Isabelle Stengers, [2004], « Résister à Simondon? », *Multitudes*, 2004/4. n°18, p. 60

nécessaire de signaler quelques limites de sa conception de l'individuation, dans la perspective du problème de l'unité.

3.4) Critique de la conception simondonienne de l'individuation

Une première limite de la philosophie simondonienne se trouve dans sa distinction des niveaux d'individualité proposée dans l'*Individuation à la lumière des notions de formes et d'information* : en passant du niveau physique à l'individu biologique puis à l'individu psychique et enfin collectif¹, Simondon a négligé toute une classe d'individus qui a émergé dans les sciences de la Terre durant le XXème siècle. Cette classe d'individus regroupe par exemple les écosystèmes, qui correspondent à des unités bien identifiées depuis les travaux des écologues pendant l'Entre-deux-guerre et les synthèses d'Eugene P. Odum et de son frère Howard T. Odum². Nous ne reprochons pas à Simondon de ne pas considérer les travaux des écologues, nous sommes simplement amené à constater que la prise en compte de l'individualité des écosystèmes complexifie grandement la distinction entre différents régimes et différents niveaux d'individuation, tel que Simondon l'avait proposée.

En ce qui concerne plus précisément le processus d'individuation nous pensons, malgré toute sa puissance, que la pensée simondonienne, telle qu'elle est exposée dans sa thèse principale, s'est cependant donnée un certain nombre de facilités dans

1 Ces niveaux correspondent respectivement au régime physique, vital et transindividuel pour l'individuation psychique et collective.

2 L'ouvrage *Fundamentals of Ecology* d'Eugene et Howard Odum paraît en 1953, cinq ans avant la soutenance de thèse de Simondon et au moment où celui-ci découvre les travaux de la cybernétique juste après son séjour aux États-Unis en 1952.

l'examen du problème de l'individuation. En effet, en affirmant qu'il faut prendre conscience de l'acte d'individuation à travers la genèse de l'individu et non après coup, Simondon a éliminé un grand nombre de situations dans lesquelles l'individu connaissant est en contact avec des objets *déjà individués* ou dont l'individuation est tellement retardée du point de vue de l'observation – comme dans le cas de l'érosion d'un relief géologique par exemple – que l'individuation ne peut être que *projetée ou reconstituée*¹. Si Simondon a observé une situation où avait effectivement lieu *un processus d'individuation* (l'observation du changement de phases dans les cristaux de soufre), il reste que l'individuation est parfois inévitablement composée ou recomposée après coup². Bien sûr, *toute connaissance est acte d'individuation* et à ce titre « nous ne pouvons pas au sens habituel du terme, connaître l'individuation »³ dans la mesure où la prise de conscience entretient un rapport *d'analogie* avec l'individuation à l'œuvre dans les êtres⁴. Reste qu'il est rare de saisir l'individuation « *a praesanti* »⁵ comme le souhaiterait Simondon et non *a priori* ou *a posteriori* dans

1 Tout le problème de la géographie physique ou de la géomorphologie structurale et climatique depuis De Martonne et Derruau est de mettre en évidence l'individuation au niveau du domaine géographique des différents reliefs, sous l'action de processus physiques (érosion, action des vents,...). Mais cette action au niveau microphysique est tellement différée, qu'elle met en jeu des échelles de temps colossales : l'individuation d'un relief est parfois retardé au point qu'il est tout à fait indifférent de considérer ce relief comme un individu stable.

2 On trouve d'ailleurs une contradiction entre le projet de décrire l'individuation *a praesanti* et ce que Simondon postule dans *L'Analyse des critères d'individualité* ; la « relative réversibilité des conditions et du conditionné » est en réalité un postulat qui permet à Simondon d'affirmer que les conditions d'individuations *sont tout entière présentes dans l'individu constitué*. Inévitablement l'individuation est donc reconstituée à partir de l'individu. Voir « Analyse des critères d'individualité », p. 558 in Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information, op. cit.*, pp. 553-558 et la note 3 p. 64 ci-dessus.

3 Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information, op. cit.*, p. 36

4 Selon Simondon, « nous ne pouvons pas, au sens habituel du terme, connaître l'individuation ; nous pouvons seulement individuer, nous individuer, et individuer en nous » in *Ibid.*

5 *Ibid.*, p. 30

la mesure où, pour reprendre une intuition hégélienne, la conscience intervient toujours *après coup*¹. D'ailleurs dans l'étude des objets techniques, c'est seulement la découverte de « causalité récurrente » et de circuit de « rétroaction » qui va déterminer si oui ou non il est possible de parler « d'individu technique » comme nous allons le voir dans la partie suivante². Ce critère logique de causalité observé *a posteriori* dans certains objets techniques permet en quelque sorte de reconstituer l'individuation ou plus précisément la relation individu-milieu constitutive de l'individuation.

Mais dans *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, l'hypothèse d'une reconstitution *a posteriori* est farouchement écartée : elle reviendrait à se donner des individus déjà constitués. Le problème principal de la philosophie simondonienne de l'individuation est qu'elle souhaite révéler au niveau ontologique³ un état d'*antériorité absolue*, et pourtant non substantiel, où individu et milieu existeraient à l'état d'indétermination ; c'est tout le problème de l'hypothèse du « préindividuel » dont il est ici question. Simondon peut toujours ramener l'état « préindividuel » à une antériorité ou à un préalable à toute prise de conscience : notre connaissance se ferait à partir d'individus et jamais à partir du « préindividuel ». Or cet état « préindividuel » fait encore reculer le problème dans la mesure où toute

1 Selon la métaphore fameuse de la chouette de Minerve présentée dans la *Préface des Principes de la philosophie du droit* de Hegel.

2 « On peut se demander à quel niveau est l'individualité : au niveau du sous-ensemble ou au niveau de l'ensemble ? C'est toujours au moyen du critère de la causalité récurrente que l'on peut répondre. » in Gilbert Simondon, [1989], *Du Mode d'existence des objets techniques*, p. 64

3 N'oublions pas que Simondon souhaite caractériser « l'être en tant qu'être » (p. 33) et le devenir comme « une dimension de l'être » (p. 25) in Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, *op. cit.* Ce projet le rapproche très certainement d'Aristote mais aussi d'Heidegger qui reprend ce problème au XXème siècle dans des termes n'ayant absolument rien de commun avec ceux de Simondon.

expression de cet état serait soustrait à toute norme d'expression et à toute logique¹. L'idée d'un état « préindividuel de l'être », qui serait « plus qu'unité et plus qu'identité » soustrait à toute forme de logique apparaît alors comme une simple pétition de principe².

Nous avons une interprétation *faible* ou *critique* de la philosophie simondonienne, dont nous reprendrons certaines des intuitions fondamentales déjà développées, tout en nous tenant à distance de l'emploi d'une série de concepts comme ceux de « métastabilité », de « transduction » ou de « préindividuel » qui nous paraissent désigner des opérations trop facilement généralisées ou généralisables. Nous adhérons en partie aux conclusions d'Isabelle Stengers sur la très grande abstraction des concepts simondoniens et en particulier de sa notion de « transduction »³. Nous utiliserons par la suite les concepts simondoniens à rebours, non pas pour commenter la genèse de l'individu ou le processus d'individuation – qui restent dans une large mesure inconnus selon nous – mais pour comprendre ce qui dans les individus, les choses ou les objets constitués fait signe vers cette *unité entre milieu et individu*⁴. Simondon s'inscrit selon nous dans la série des philosophes ayant traité du problème de l'unité et de la genèse du composé, en marquant bien

1 Simondon affirme à de nombreuses reprises que le principe du Tiers exclu ne s'applique pas au niveau « préindividuel », c'est-à-dire à l'état antérieur à l'individuation. Mais sur le plan logique et plus particulièrement d'une logique où le Tiers exclu est relativisé, Simondon reste très en deçà des travaux des Intuitionnistes (Brouwer, Heyting, Kreisel) ou même des travaux de Stéphane Lupasco qu'il a de toute évidence lu mais qu'il ne cite pas dans ce passage. En avançant aucune forme logique propre à caractériser le « préindividuel », Simondon installe à dessein son propos dans la métaphysique.

2 Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, op. cit., p. 32

3 Isabelle Stengers, [2004], « Résister à Simondon ? », *Multitudes*, 2004/4, n°18, pp. 55-62

4 Le projet d'une étude de l'individuation consiste chez Simondon à comprendre ce moment où apparaît le « couple individu-milieu » qui caractérise l'individuation. Voir p. 25 in [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, op. cit.

l'insuffisance d'une compréhension *substantialiste* de l'unité et du composé¹ ; l'individuation permet de dépasser les antagonismes du simple et du composé, en affirmant que l'individualité (le simple) n'est qu'un cas limite, une *tension préexistante* au niveau du composé, qu'il soit physique, vivant ou social. L'énergie désigne alors cette tension préalable par quoi l'individuation se structure au niveau physique. Il n'y a pas composition ou décomposition du composé, comme dans le paradigme leibnizien encore largement atomiste, mais *résolution* ; le simple peut émerger du composé en tant qu'il résout une tension commune à l'ensemble de ses éléments.

La profonde originalité de Simondon a été de croiser des considérations énergétiques issues de la thermodynamique et de la mécanique quantique au niveau de l'unité physique, avec la science de l'information (Wiener et Shannon) et la psychologie (Piaget) au niveau des individus vivants, pour proposer une conception de l'individuation comprise comme *une dynamique temporelle, une dimension du devenir*. À ce titre, Simondon importe des paradigmes énergétiques issus de la thermodynamique pour résoudre le problème de l'unité sous forme de *critères* ; tel est l'apport précieux de son texte préparatoire sur *L'Analyse des critères d'individualité*.

Quelle est selon nous la fonction du concept d'individuation ? L'individuation est d'abord décrite comme une tension qui structure la frontière entre individu et milieu ; l'unité individuelle n'est plus limitée à l'individu mais se situe dans le couple

1 Nous rappelons que Simondon a effectué son diplôme d'étude supérieur durant sa scolarité à l'ENS d'Ulm (1944-1948) sur le sujet de l'unité et du temps chez les Présocratiques, sous la direction de Martial Guérault. Le problème de l'unité et du temps (plus précisément du devenir) se retrouve en filigrane derrière toute l'étude de l'individuation.

formé par l'individu et le milieu. Entre ces deux entités, il existe un certain nombre de relations qui se prolongent dans l'individuation¹. En tant qu'elle est toujours métastable, l'individuation est nécessairement *en défaut ou en excès d'unité* : l'individu est essentiellement tension *vers l'unité*. Ayant à l'esprit deux intuitions simondoniennes, que sont l'approche structurale de l'individuation énergétique et l'indétermination primitive entre individu et milieu, nous souhaitons à présent aborder l'étude des objets techniques afin d'infléchir et de clarifier la conception simondonienne de l'unité.

4 - De l'objet à l'individu technique, l'unité de fonctionnement

L'étude des objets techniques complexifie grandement la pensée simondonienne de l'individuation dans la mesure où il s'agit de retrouver la genèse des objets techniques *a posteriori* et non *a praesanti*. L'ouvrage *Du Mode d'existence des objets techniques* de Gilbert Simondon commence par un constat simple : une étude des objets techniques ne peut s'attacher ni à la fonction ni à l'usage que l'on fait de ces objets. Par exemple, regrouper tous les moteurs pour les étudier serait un biais considérable car, si un moteur à ressort et un moteur à vapeur produisent bien le même mouvement rotatif, ils divergent pourtant radicalement dans leurs

1 Un être « est génétiquement constitué par une relation entre une condition énergétique et une condition structurale qui prolongent leur existence dans l'individu » *in Ibid.*, p. 110

mécanismes¹. Ainsi on ne peut pas se fier à *l'aspect extérieur des objets techniques* : la classification des objets par catégories de fonctionnement manque ce qui fait la « genèse » technique de ces objets² : c'est tout l'enjeu de la « méthode génétique »³ dont se réclame Simondon dans l'étude des objets techniques :

« c'est à partir des critères de la genèse que l'on peut définir l'individualité et la spécificité de l'objet technique : l'objet technique individuel n'est pas telle ou telle chose, donnée *hic et nunc* mais ce dont il y a genèse. L'unité de l'objet technique, son individualité, sa spécificité, sont les caractères de consistance et de convergence de sa genèse. »⁴

L'étude de la genèse des objets techniques est directement posée dans les termes du problème de l'unité. L'enjeu est de comprendre l'objet technique comme issu d'une genèse, à travers le « sens temporel de son évolution »⁵ permettant de comprendre le devenir de son unité interne et par rapport à un milieu.

4.1) *L'objet technique comme structure individuée*

L'étude simondonienne des objets techniques consiste à aborder les objets comme des *structures plus ou moins concrètes*, à travers ce que Simondon nomme la

1 « il y a plus d'analogie réelle entre un moteur à ressort et un arc ou une arbalète qu'entre ce même moteur et un moteur à vapeur » in Gilbert Simondon, [1989], *Du Mode d'existence des objets techniques*, *op. cit.*, p. 19

2 *Ibid.*

3 *Ibid.*, p. 21

4 *Ibid.*, p. 20

5 *Ibid.*

« méthode génétique »¹. Il est difficile d'aborder la notion de structure sans évoquer la signification très générale que possédait cette notion à la fin des années 1950, au moment de la rédaction de la thèse secondaire sur le *Mode d'existence des objets techniques*. Comme le résume Claude Imbert :

« Dès les années 1930, le terme de *structure* était d'usage banal : en mathématiques, en physique, en psychologie où il rivalisait avec *Gestalt*, et en linguistique. Brièvement dit, ce fut pour les uns une manière de redéfinir en termes ensemblistes les opérations et transformations algébriques, pour les autres une possibilité de capter sous un terme commun les phénomènes électromagnétiques, et pour les sciences humaines le moyen d'échapper aux catégorisations de l'expérience, de s'approcher des sciences naturelles et mathématiques »²

L'approche simondonienne s'inscrit bel est bien dans ce courant, Simondon étant un grand lecteur de Raymond Ruyer qui l'a beaucoup influencé, il avait sans aucun doute connaissance de la thèse principale de ce dernier intitulée *Esquisse d'une philosophie de la structure*, publiée en 1930³. Cependant la notion de structure possède un sens particulier dans l'étude des objets techniques proposée par Simondon : elle permet de distinguer suivant différents degrés la « concrétisation » des objets techniques.

- 1 « l'emploi de la méthode génétique a précisément pour objet d'éviter l'usage d'une pensée classificatrice intervenant après la genèse pour répartir la totalité des objets en genres et en espèces convenant au discours. » *in Ibid.*
- 2 Claude Imbert, « Note C : Structures, schèmes, modèles et paradigmes » pp. 103-104 *in* [2008], *Lévi-Strauss, le passage du Nord-Ouest* précédé d'un texte de Claude Lévi-Strauss : *Indian Cosmetics*, éd. L'Herne (Paris), coll. Carnet, 226 p.
- 3 Raymond Ruyer, [1930], *Esquisse d'une philosophie de la structure*, éd. Félix Alcan (Paris), coll. Bibliothèque de philosophie contemporaine, 370 p.

La concrétisation désigne, dans le vocabulaire simondonien, un processus par lequel un objet technique tend à être « un système entièrement cohérent avec lui-même, entièrement unifié. »¹ Pour Simondon en effet, les objets techniques progressent de l'abstrait au concret : les premiers moteurs à explosion, que Simondon considère comme « abstraits », sont assemblés avec des éléments ayant chacun une fonction propre, chaque partie du moteur primitif est construite par abstraction des relations qu'entretiennent les parties entre elles. À l'inverse, les moteurs modernes peuvent être définis comme plus concrets, dans la mesure où les différentes parties qui les composent fonctionnent entre elles de manière complémentaire. Dans le cas des moteurs à explosion primitifs, un élément comme les ailettes de refroidissement par exemple n'a qu'une seule fonction spécifique :

« Ces ailettes de refroidissement, dans les premiers moteurs, sont comme ajoutées de l'extérieur au cylindre et à la culasse théoriques, géométriquement cylindriques ; elles ne remplissent qu'une seule fonction, celle du refroidissement. »²

L'unique fonction assurée par ces ailettes est cependant corrigée dans les moteurs plus récents, celles-ci assurent alors plusieurs fonctions et ne sont plus simplement surajoutées aux soupapes :

1 Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, op. cit., p. 23

2 Gilbert Simondon, [1989], *Du Mode d'existence des objets techniques*, op. cit., p. 22

« Dans les moteurs récents, ces ailettes jouent en plus un rôle mécanique, s’opposant comme des nervures à une déformation de la culasse sous la poussée des gaz ; dans ces conditions on ne peut plus distinguer l’unité volumétrique (cylindre, culasse) et l’unité de dissipation thermique »¹

Le moteur moderne est considéré comme plus concret que le moteur primitif par Simondon. Mais de l’un à l’autre, que s’est-il passé ? Au niveau du schème de compréhension tout d’abord, la fonction des ailettes a été mieux comprise et a été enrichie. La compréhension encore largement abstraite des éléments – issue selon Simondon d’une conception seulement géométrique et statique des différents éléments du moteur à explosion² – a été remplacée par un schème de compréhension dynamique de l’objet *en fonctionnement*. Au niveau de l’objet, ce caractère plus concret se caractérise par une plus grande synergie entre les différentes parties et une meilleure complémentarité entre les différents éléments. Cette complémentarité se traduit par une normalisation importante des objets techniques industriels³.

Le progrès *technique*, tel que Simondon l’envisage c’est-à-dire tel qu’il est indépendant des facteurs externes affectifs ou marchands, progresse dans le sens d’une meilleure synergie entre les parties qui le compose. Comme il l’écrit :

1 *Ibid.*

2 L’espace géométrique ne conçoit les éléments que *partes extra partes*, les uns à côté des autres sans considération de leurs interactions, ainsi « le moteur ancien est un assemblage logique d’éléments définis par leur fonction complète et unique. » *in Ibid.*, p. 21

3 Le modèle de l’objet concret selon Simondon est essentiellement l’objet industriel et normalisé, produit en série ; l’objet artisanal est selon lui trop abstrait. Ce point pourrait être contesté compte tenu de certaines productions industrielles récentes.

« l'objet technique progresse par redistribution intérieure des fonctions en unités compatibles, remplaçant le hasard ou l'antagonisme de la répartition primitive ; la spécialisation ne se fait pas *fonction par fonction*, mais *synergie par synergie* »¹

Cependant, l'excès de concrétisation peut conduire à des phénomènes que Simondon nomme « hypertélies ». L'hypertélie désigne une « spécialisation exagérée » de l'objet technique, rendant celui-ci inadaptable « par rapport à un changement même léger survenant dans les conditions d'utilisation ou de fabrication »². Dans les phénomènes d'hypertélies, l'objet technique devient essentiellement dépendant de conditions précises qui l'obligent à être constamment maintenu en fonctionnement par « un système de transfert »³ ou un réseau (le réseau électrique par exemple).

L'analyse structurale que Simondon propose des objets techniques ne vise pas explicitement à définir des critères d'objectivité : l'objet n'est qu'une modalité d'existence de la réalité technique qui ne peut être adéquatement comprise que comme une structure *plus ou moins concrète*. Simondon s'intéresse principalement à « l'unité structurale » propre à définir le type d'unité plus ou moins concrète de l'être technique. L'objet technique n'est jamais isolé d'un milieu, ne serait-ce que pour alimenter son fonctionnement ou se prémunir des variations de ce milieu. Cette intuition commune aux deux thèses, d'une continuité entre l'objet et son milieu, explique l'émergence de la catégorie d'« individu technique ».

1 *Ibid.*, p. 34

2 *Ibid.*, p. 50

3 *Ibid.*, p. 61

4.2) Énergie et « milieu associé » à l'individu technique

Nous n'avons pas encore évoqué la continuité entre Canguilhem et Simondon qui transparait de plusieurs manières dans l'œuvre de ce dernier : le cas de la notion de « milieu associé » en fait partie¹. Dans *Le Vivant et son milieu* écrit en 1947 et publié en 1965, Canguilhem développe en effet un point central pour la conception simondonienne de l'individualité : *le vivant constitue son milieu*, il n'est ni passif ni directement actif par rapport au milieu mais dans un état d'échange et de complémentarité fonctionnelle avec celui-ci. Comme l'écrit Canguilhem :

« le propre du vivant c'est de se faire son milieu, de se composer son milieu. »²

Ce point est fondamental pour comprendre comment les objets techniques, en tant que structures plus ou moins concrétisées, se polarisent et organisent un milieu d'une manière tout à fait analogue à celle d'un vivant³. Le rapport de continuité fonctionnelle entre l'objet technique et son milieu ne doit pas être oublié : il constitue la raison même d'une approche structurale des objets techniques en tant que ceux-ci sont pensés par analogie avec le vivant⁴. À ce titre, le terme d'« objet technique »

1 La conception simondonienne de l'individuation est toujours une dynamique *du milieu* et il ne faut pas oublier que « ce que l'individuation fait apparaître n'est pas seulement l'individu mais le couple individu-milieu » *in Ibid.*, p. 25

2 Georges Canguilhem, « Le Vivant et son milieu », p. 184 *in* [1992] *La Connaissance de la vie*, éd. Vrin (Paris), coll. Bibliothèque des textes philosophiques poche, (1965), pp. 165-197

3 Canguilhem écrit par exemple : « Vivre c'est rayonner, c'est organiser le milieu à partir d'un centre de référence qui ne peut lui-même être référé sans perdre sa signification originale. » *in Ibid.* p. 188

4 « L'unité du milieu associé de l'objet technique a son analogue dans l'unité du vivant » *in* Gilbert Simondon, [1989], *Du Mode d'existence des objets techniques*, *op. cit.*, pp. 58

chez Simondon doit être compris dans un sens large et non restrictif. Simondon emploie la catégorie d'« objet » dans la mesure où il cherche également à se distinguer de l'approche organologique de la technique, telle qu'elle existe chez Kapp mais surtout chez Leroi-Gourhan, ce dernier rapportant systématiquement l'objet technique à un prolongement organique du geste humain¹.

Cette intuition d'une dynamique de co-constitution entre vivant et milieu, que Canguilhem reprend à Goldstein mais surtout aux travaux de Von Uexküll est fondamentale pour comprendre la conception simondonienne du « milieu associé ». Aborder l'étude des objets techniques par l'angle du « milieu associé » permet de croiser la lecture du *Mode d'existence des objets techniques* avec la thèse principale de Simondon sur *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*. S'il est apparu difficile aux contemporains de Simondon de comprendre le lien entre ces deux textes, les seuls publiés de son vivant, c'est dans la mesure où les sujets qu'ils abordent paraissent dissociés². Tandis que *L'Individuation* porte sur le problème du principe d'individuation et plus justement sur le problème *philosophique de la nature du devenir* à partir de la notion d'individuation, la thèse secondaire est plus directement centrée sur la culture des *objets techniques*. Cependant, il existe de nombreuses continuités entre les deux thèses et les notions de « milieu associé » et « d'individu technique » permettent de passer de l'une à l'autre.

1 Sur ce point on consultera les deux ouvrages fondamentaux de Leroi-Gourhan que sont *L'Homme et la matière* (1943) et *Milieu et technique* (1945).

2 Sur la réception de l'œuvre de Simondon, on peut se reporter à l'article de Jean-Hugues Barthélémy, [2014], « Simondon, ou le symptôme d'une époque. Chronique d'une redécouverte. », *Hermès, La Revue*, vol. 70, no. 3, 2014, pp. 191-196.

Pour comprendre la relation d'un objet technique à ce que Simondon nomme son « milieu associé », il faut considérer le cas des « individus techniques ». Pour illustrer l'individualité d'un objet technique, Simondon prend l'exemple d'une turbine inventée par l'ingénieur stéphanois Jean-Claude Guimbal en 1953¹. Cette turbine surnommée « turbine Guimbal » est conçue comme une miniaturisation des turbines classiques utilisées pour la production de courant dans les barrages hydrauliques. Dans un barrage classique, la turbine est séparée du générateur électrique et reliée au générateur par une transmission mécanique. Le mouvement de la turbine provoqué par la chute de l'eau est transmis au générateur qui produit du courant alternatif via un alternateur. Ce type d'installation est souvent complexe à réaliser dans la mesure où un bâtiment séparé doit recevoir tous les générateurs. Mais la particularité de la turbine inventée par Guimbal est que le générateur qui permet de produire l'électricité est directement intégré *dans la conduite d'eau*, juste derrière la turbine. Le générateur et la turbine sont donc miniaturisés et placés côte à côte dans la conduite forcée où circule l'eau sous pression. Mais pour fonctionner correctement, c'est-à-dire sans se détériorer, la turbine Guimbal doit être abondamment lubrifiée et ce rôle est assuré par de l'huile maintenue sous pression tout autour du générateur. L'huile va également conduire la chaleur produite dans le générateur, celle-ci étant dissipée grâce au mouvement de l'eau : en plus de produire le mouvement de la turbine, l'eau par l'intermédiaire de l'huile permet d'évacuer la chaleur produite par l'alternateur. L'eau joue en fait un double rôle, comme l'écrit Simondon :

1 Gilbert Simondon, [1989], *Du Mode d'existence des objets techniques*, op. cit., pp. 54-57

« l'eau devient plurifonctionnelle : elle apporte l'énergie actionnant la turbine et la génératrice, et elle évacue la chaleur produite »¹

Ce double rôle de l'eau *créé les conditions nécessaires au fonctionnement de la turbine* au même titre que l'huile qui la lubrifie. Le milieu dans lequel est située la turbine Guimbal est constitué par le bain d'huile en mouvement et le circuit d'eau ; ces éléments sont indispensables au bon fonctionnement de la turbine et forment ce que Simondon va appeler un « milieu associé »². En l'absence de ce milieu associé, la turbine serait tout simplement détruite, comme il l'écrit :

« la génératrice Guimbal, employée à pleine charge dans l'air serait rapidement détruite par la chaleur, alors qu'elle manifeste un échauffement à peine sensible au sein de son double bain d'huile et d'eau »³

La concrétisation de la turbine Guimbal et son existence comme « individu technique » implique que les différents éléments qui composent son milieu associé et entrent dans son fonctionnement soient complémentaires. Isolée à l'air libre, la turbine Guimbal ne pourrait pas fonctionner ; l'huile maintenue sous pression est nécessaire au même titre que le renouvellement de l'eau à la surface du carter rempli d'huile. L'eau, l'huile et la turbine fonctionnent ensemble et peuvent être appréhendés

1 Gilbert Simondon, [1989], *Du Mode d'existence des objets techniques*, *op. cit.*, p. 54

2 « Cette individualisation [de l'être technique] est possible par la récurrence de causalité dans un milieu que l'être technique crée autour de lui-même. Ce milieu à la fois technique et naturel peut être nommé milieu associé. Il est ce par quoi l'être technique se conditionne lui-même dans son fonctionnement. » *in Ibid.*, p. 56-57

3 *Ibid.*, p. 55

comme un seul et même individu. L'individu technique désigne un objet technique à l'état *concret*, exemplifié par la turbine Guimbal :

« Cet ensemble est concrétisé et individualisé par les échanges thermiques récurrents qui ont lieu en lui : plus la turbine tourne vite, plus la génératrice dégage de la chaleur par effet Joule et pertes magnétiques ; mais plus la turbine tourne vite, plus la turbulence de l'huile autour du rotor et de l'eau autour du carter s'accroît, activant les échanges thermiques entre le rotor et l'eau. C'est ce milieu associé qui est la condition d'existence de l'objet technique inventé. »¹

On reconnaît dans ce passage l'importance du « déterminisme énergétique » déjà observé dans l'étude de l'individuation : ce sont les échanges thermiques qui structurent l'individu et son milieu associé. L'unité au niveau des individus techniques est entretenue par un phénomène de *rétroaction*, analogue à ceux observés dans le vivant par la cybernétique². Simondon reconnaît à ce titre que le milieu

1 *Ibid.*, p. 57

2 Si l'analogie entre le vivant et la machine traverse tout l'âge classique et se retrouve dans toute l'œuvre leibnizienne, la cybernétique a développé cette analogie dans des termes précis et largement émancipés de la physique cartésienne de l'étendue à travers la notion de *rétroaction*. Norbert Wiener, mathématicien à l'origine de la cybernétique écrit en 1954 : « [La machine peut] opérer par rétroaction, soit du type simple si bien compris actuellement, soit de celui qui entraîne des processus de discrimination plus complexes, réglés par la commande centrale, tels qu'un système logique ou mathématique. En d'autres termes, l'ensemble du dispositif correspondra à un être vivant sans sa totalité, avec organes sensoriels, "effecteurs" et "proprioceptifs" au lieu, comme pour la machine ultra-rapide, d'un cerveau isolé dont l'expérience et l'efficacité dépendent de notre intervention. » in Norbert Wiener, [2014], *Cybernétique et société. L'usage humain des êtres humains*, éd. Points (Paris), coll. Sciences, trad. de l'américain par Pierre-Yves Mistoulon, revue par Ronan Le Roux, (1962), p. 183

associé « joue un rôle d'information » dans l'individualité technique³, comme c'était le cas dans les formes vivantes d'individualité étudiées dans la thèse principale.

Le milieu associé n'est pas simplement la source d'énergie de l'individu technique, il est ce par quoi l'individu technique fonctionne comme une unité *complémentaire* d'un milieu ; Simondon considère à juste titre le milieu associé à certain objets techniques comme ayant une dimension « techno-géographique »¹. L'individu technique désigne l'objet technique *et* le milieu en tant qu'ils fonctionnent ensemble. Ce point permet de préciser le sens attribué à la notion d'unité dans la conception simondonienne des individus techniques et plus largement dans la dynamique des individus.

4.3) *Le fonctionnement et « l'éccléité fonctionnelle »*

La notion de fonction² ou plus précisément de *fonctionnement* traverse tout l'examen des objets techniques mais également toute l'étude sur l'individuation présentée dans la thèse principale. Simondon utilise en effet la notion de fonctionnement indifféremment, qu'il s'agisse d'individus physiques ou biologiques.

3 « Le milieu joue un rôle d'information ; il est le siège des auto-régulations, le véhicule de l'information ou de l'énergie déjà régie par l'information (par exemple l'eau qui est animée d'un mouvement plus ou moins rapide et refroidit plus ou moins vite un carter) » in Gilbert Simondon, [1989], *Du Mode d'existence des objets techniques*, *op. cit.*, p. 59

1 « On pourrait dire que l'invention concrétisante réalise un *milieu techno-géographique* [...], qui est une condition de possibilité du fonctionnement de l'objet technique. L'objet technique est donc la condition de lui-même comme condition d'existence de ce milieu mixte, technique et géographique à la fois. » in Gilbert Simondon, [1989], *op. cit.*, p. 55 (Nous soulignons)

2 L'article de Larry Wright, « Functions » publié en 1973 dans *The Philosophical Review* est considéré aujourd'hui comme un apport majeur à la définition de cette notion polysémique de fonction, très usité notamment en biologie.

Une fonction est communément définie comme la propriété que possède une chose *dans sa capacité à répondre à un besoin* : un moteur à essence par exemple, a pour fonction de faire mouvoir un système physique mobile à partir d'un combustible. Or chez Simondon, la fonction d'un objet technique n'est pas référée à un besoin : la notion de fonctionnement est déterminée indépendamment des données anthropologiques de but, de finalité ou de moyen. Nous avons vu que la relation d'échange énergétique constitue un paradigme privilégié pour Simondon et fonde son réalisme de la relation. Au niveau des objets techniques, cet échange doit être pris en considération au niveau de chaque élément et dans ses interactions. Dans le cas de la turbine Guimbal précédemment évoqué, l'huile assure la dissipation de l'énergie calorifique (issue de l'échauffement du générateur et de la rotation de la turbine) vers le circuit d'eau, l'eau permettant le refroidissement global du système. La *fonction* assurée par l'huile et l'eau dans la turbine Guimbal est essentiellement énergétique et décomposable en opérations physiques. Plus précisément, il semblerait que la notion de fonctionnement désigne chez Simondon la *dynamique d'un individu* faisant intervenir un certain nombre *d'échanges énergétiques*. Dans le cas de la turbine Guimbal, la fonction occupée par l'huile et l'eau n'est pas directement liée à un besoin humain : le fonctionnement est une dynamique indépendante de l'opérateur humain¹..

1 La dégradation de l'énergie cinétique en énergie calorifique et l'effet Joule sont au centre de la description de la turbine Guimbal : « Le milieu associé est médiateur, [...] tel est l'ensemble constitué par l'huile et l'eau en mouvement dans la turbine Guimbal et autour d'elle. Cet ensemble est concrétisé et individualisé par les échanges thermiques qui ont lieu en lui : plus la turbine tourne vite, plus la génératrice dégage de la chaleur par effet Joule et perte magnétique, plus la turbulence de l'huile autour du rotor et de l'eau autour du carter s'accroît, activant les échanges thermiques entre le rotor et l'eau. » *in Ibid.*, p. 57

Ce point est primordial pour comprendre la conception simondonienne de la singularité (*eccéité*) et pour expliquer la place de l'individuation au sein des systèmes physiques. Dans les termes de la scolastique, Simondon pose que l'eccéité d'un individu ou plus largement d'un système physique ne correspond pas à des critères d'apparences ou d'aspects de ce système, il écrit à ce propos :

« la véritable identité n'est pas l'identité de l'individu par rapport à lui-même, mais l'identité du système à travers ses phases. »¹

Ainsi :

« L'eccéité vraie est une eccéité fonctionnelle »²

Cette dernière proposition possède des implications philosophiques qui dépassent la simple étude de l'individuation, mais nous tenterons de clarifier son contenu à la lumière de ce qui a été dit précédemment. La définition fonctionnelle de l'eccéité ne peut être comprise que dans la prise en compte de la dynamique des systèmes physiques étudiés par Simondon. L'eccéité ne se situe pas principalement au niveau des propriétés apparentes d'un temps donné mais se détermine dans le *cycle* des

1 Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, *op. cit.*, p. 66. Cet énoncé est directement adressé au courant Existentialiste et à Sartre qui postule une identité de l'être par rapport à lui-même et à son ego. Il existe pour Simondon une identité dans les systèmes les plus primitifs de la physique. Cette identité est déjà beaucoup plus complexe que celle avancée par le courant Existentialiste, dans la mesure où elle est toujours orientée et polarisée vers une évolution *probable*.

2 *Ibid.*

échanges et dans les changements de propriétés d'un système considéré. Dans l'observation des phénomènes microphysiques (de l'ordre de grandeur de l'atome ou de la particule), la notion de « fonctionnement » permet de changer d'échelle dans la représentation d'un phénomène. Dans le cas d'un électron accéléré à une grande vitesse par exemple, on observe l'émergence de propriétés propres au continu :

« une particule comme un électron tend vers un régime de continuité quand sa vitesse tend vers celle de la lumière; elle est alors *fonctionnellement* macroscopique. »¹

Le « fonctionnement » émerge ici comme une propriété relativement indépendante de l'objet considéré et qui apparaît dans la prise en compte globale de l'action de la vitesse sur la particule observée. Dans ce cas, le fonctionnement correspond à une propriété émergente du système physique considéré : une particule accélérée change de nature au niveau macroscopique de la même manière qu'un gaz chauffé acquiert des propriétés analogues à une masse uniformément répartie.

Si l'on considère le fonctionnement au niveau des objets techniques, cette notion permet à Simondon de s'affranchir de la distinction entre l'objet et son milieu associé, en rétablissant la continuité de l'un à l'autre au niveau des échanges. Dans le cas de la turbine Guimbal, son excitation ne peut être comprise que dans son fonctionnement, à travers la mesure de l'échauffement et du refroidissement assuré par l'huile et l'eau. Le fonctionnement produit ce que Simondon nomme dans un

1 Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, op. cit., p. 129

texte préparatoire à sa thèse principale un « schématisme chronologique »¹. Selon ce texte, la prise en compte du fonctionnement permet de changer l'attention portée sur un objet : d'une considération statique des coordonnées spatiales et géométriques d'un être, l'attention peut se porter sur le *fonctionnement* (c'est-à-dire la série des opérations) de cet être, pour comprendre son devenir à travers le temps. Le fonctionnement permet de *dynamiser* un système statique alors que la structure permet de *spatialiser* un système dynamique ; pour Simondon un fonctionnement désigne une structure dynamisée, tandis qu'une structure exprime un fonctionnement statique (ou spatialisé)².

Si l'on considère les individus biologiques, la prise en compte du fonctionnement peut être conservée et complexifiée, dans la mesure où un organisme en tant que système ouvert échange de l'énergie sous différentes formes avec son milieu. Dans le cas d'un végétal, sa fonction principale sera indissociable de l'énergie solaire :

- 1 « Allagmatique » in Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, op. cit., pp. 559-568 Ce texte est d'une difficulté sans commune mesure par rapport à l'ensemble du corpus simondonien : Simondon y développe sa conception d'une « allagmatique » ou « cybernétique universelle ». Toute la difficulté réside dans le fait que Simondon semble soit commenter soit synthétiser un texte ou un ensemble de lectures : le texte apparaît brut, sans justification et fait appel à un très grand nombre de concepts originaux ou inédits. Contrairement à beaucoup de commentateurs, le projet d'une « allagmatique » ne nous apparaît ni clair, ni rigoureusement défini dans ses implications et nous faisons appel à cette notion avec la plus grande prudence.
- 2 C'est tout le sens de cette phrase énigmatique qui suppose que l'on comprenne ce renversement du dynamique en statique et du statique en dynamique : « Se demander *ce qu'est l'être*, c'est se demander *comment s'articule le fonctionnement*, c'est-à-dire le *schématisme holoïque d'un être*, et la *structure*, c'est-à-dire la *systématique analytique du même être* : le schématisme *chronologique* et la systématique *spatiale* sont organisés ensemble dans l'être. » in « Allagmatique », Ibid., p. 565

« un végétal institue une médiation entre un ordre cosmique et un ordre infra-moléculaire, classant et répartissant les espèces chimiques contenues dans le sol et dans l’atmosphère au moyen de l’énergie lumineuse reçue dans la photosynthèse. »¹

Si le terme de « médiation » n’est pas défini, il faut néanmoins comprendre que dans cet exemple la plante assure un échange entre deux ordres de grandeur différents : l’énergie électromagnétique de la lumière solaire permet la réduction du dioxyde de carbone (CO₂) par le mécanisme de la photosynthèse. Le fonctionnement désigne la structure ou la série des opérations qui forment l’unité d’un individu ou d’un objet avec son milieu extérieur ; en tant qu’il *fonctionne*, un végétal est un individu dans le cycle des échanges qu’il génère avec son milieu.

Mais ce terme de « cycle », nécessaire selon nous pour expliquer la fonction et la prise en compte des échanges énergétiques au sein d’un système physique comme d’un objet technique, nous éloigne déjà de la conception simondonienne de l’individuation. En effet, nous empruntons cette notion de « cycle » à l’écologie et plus précisément l’écosystémique². La prise en compte de l’unité des écosystèmes est précisément à l’origine de notre étude du problème de l’unité et, avant de poursuivre notre étude, il est nécessaire de synthétiser les apports de Leibniz et de Simondon pour notre problème. L’un comme l’autre admettent que la physique fournit les critères privilégiés pour définir des formes d’unité (*force vive* dans le cas de Leibniz,

1 Gilbert Simondon, [2005], *L’Individuation à la lumière des notions de forme et d’information*, op. cit., note 12, p. 34-35

2 Paradoxalement, la notion de « cycle » est plus intuitivement présente dans la conception leibnizienne de l’individualité, telle qu’elle est exposée dans le *Discours de métaphysique*. Puisque selon Leibniz un individu est *une série infinie d’événements*, la notion de cet individu est le déploiement d’une suite d’événements qui forment en quelque sorte le cycle de cet individu.

thermodynamique chez Simondon). Leibniz définit des formes d'unité contextuelles et relatives à certaines situations ; Simondon apporte une considération de l'unité au niveau dynamique et énergétique, au sens moderne issu des sciences de l'énergie et de la physique des changements d'états. En prenant en compte la possibilité de définir des formes d'unité relatives (Leibniz) et la considération des critères d'échanges énergétiques dans la constitution de ces formes d'unité (Simondon), il est possible de définir des types d'unité qui n'avaient été anticipées ni par l'un, ni par l'autre.

UNITÉ ET TRANSFORMATIONS DES FORMES D'ÉNERGIE

5 - Vernadsky et la biosphère

Pour comprendre dans quelle mesure l'approche fonctionnelle de l'unité, proposée à partir d'une relecture de Leibniz et Simondon, peut expliquer des unités à différents niveaux, nous souhaitons à présent étudier la notion de biosphère¹, telle qu'elle a été définie par Vernadsky et la biogéochimie. La biosphère nous paraît faire partie des unités qui – dans la perspective simondonienne de l'individuation – restaient impensables, dans la mesure où cette unité a été constituée *a posteriori* dans le champ de la biogéochimie. Il n'existe aucun état « préindividuel » de la biosphère, elle désigne un fonctionnement relativement stable dans le temps, qui ne peut pas être compris à partir de la conception simondonienne essentiellement tournée vers la genèse ou le devenir des individus. On doit à Vladimir Vernadsky² (1863-1945) un

1 Par convention le terme de « biosphère » prend un « B » majuscule lorsqu'il désigne la Biosphère de la Terre, mais puisque nous étudions la formation de cette notion, nous ne reprendrons pas cette convention d'écriture

2 À cause du problème de la transcription des noms russes dans notre alphabet, l'orthographe du nom de Vernadsky peut varier. On retrouve par exemple « Wladimir Vernadsky » ou « Vladimir Vernadski ».

ouvrage important intitulé *La Biosphère*, publié en russe en 1926 et traduit en français en 1929¹, où il présente les méthodes et les conditions de l'étude de la biosphère.

5.1) *La biosphère : unité de transformation*

Vernadsky considère la vie comme une manifestation *quantitative*, qui modifie l'atmosphère et la géologie de la Terre, grâce à l'énergie solaire rayonnée qui est transformée par les organismes vivants². La « biosphère » désigne l'ensemble des processus organiques qui convertissent l'énergie de rayonnement en énergie chimique ; tous les phénomènes vivants, en tant qu'ils participent à cette transformation, peuvent être compris comme formant une unité. La caractéristique de la biosphère est d'être une « région des transformations de l'énergie cosmique »³, cette région étant une singularité dans le cosmos. Afin de comprendre ce que désigne la biosphère, il est nécessaire d'abandonner l'image *qualitative* du vivant et d'aborder la vie comme un processus *quantitatif* à l'échelle de la Terre. Vernadsky considère à titre d'hypothèse que chaque vivant, de la bactérie au métazoaire, peut être considéré comme un « transformateur » :

1 Cet ouvrage marquera considérablement Georges Bataille : *L'Économie à la mesure de l'univers*, *La notion de dépense* et *La Part maudite* sont des textes profondément inspirés par l'œuvre de Vernadsky.

2 L'« hypothèse Gaïa » développée par le climatologue James Lovelock et le biologiste Lynn Margulis reprend dans une large mesure l'intuition de Vernadsky, bien qu'elle valorise essentiellement la capacité d'autorégulation et d'homéostasie du système Terre, dans la continuité des travaux de la cybernétique et de la théorie des systèmes. En ce qui concerne l'« hypothèse Gaïa » on peut se référer à la thèse récente de Sébastien Dutreuil, *Gaïa : Hypothèse, programme de recherche pour le système terre, ou philosophie de la nature ?* (Paris 1 - IHPST, 2016), sur la genèse et les développements de cette hypothèse.

3 Vladimir Vernadsky, [2002], *La Biosphère*, éd. Seuil (Paris), coll. Sciences, trad. du russe (traducteur non précisé), préface de Jean-Paul Deléage, p. 58

« La biosphère peut, de par son essence, être considérée comme une région de l'écorce terrestre, occupée par des transformateurs qui changent les rayonnements cosmiques en énergie terrestre active, énergie électrique, chimique, mécanique, thermique, etc. »¹

L'étude de la biosphère implique de composer l'unité biosphérique avec des critères exclusivement énergétiques ; l'individu organique n'est considéré que dans la transformation qu'il produit, celle-ci étant quantifiée au niveau macroscopique pour chaque espèce et non spécifiée au niveau de chaque individu. Considérée à l'échelle du globe terrestre, la biosphère reste une unité *approximativement quantifiable* pour Vernadsky, le but étant de clarifier et d'affiner la méthode quantitative pour avoir une bonne approximation des processus de transformation globaux :

« L'étude de l'action des radiations solaires sur les processus terrestres nous permet déjà d'envisager la *biosphère* en première approximation, d'une manière scientifiquement précise et profonde, comme *un mécanisme à la fois terrestre et cosmique*. »²

Il est possible d'éclairer ce passage à l'aide de la notion bachelardienne « d'ordre de grandeur » que Simondon reprend à son compte³. À la fin de *La Formation de l'esprit scientifique*, Bachelard affirme que la distinction entre différents ordres de

1 *Ibid.*, p. 58-59

2 *Ibid.*, p. 59

3 Sur cette notion bachelardienne « d'ordre de grandeur » on peut se référer à l'article de Vincent Bontems, [2008], « Quelques éléments pour une épistémologie des relations d'échelle chez Gilbert Simondon », *Appareil*, n°2, (en ligne)

grandeur implique de prendre en compte des « niveaux phénoménologiques » qui permettent de quantifier l'approximation¹. C'est précisément de cette quantification dont il est question dans la genèse du concept de biosphère. L'ordre de grandeur considéré, qui dépend de l'échelle du globe terrestre, autorise une approximation bien plus souple que dans le cas de la quantification des phénomènes microphysiques : la biosphère correspond à ce que Bachelard appelle une « réalité d'échelle »², c'est à dire un phénomène qui est cantonné à un ordre de grandeur déterminé.

Pour préciser donc *quantifier* la biosphère, Vernadsky généralise le rôle de la « matière vivante » dans le mécanisme terrestre global. Cette « matière vivante » correspond à ce que Vernadsky nomme une « généralisation empirique », celle-ci consistant à généraliser des processus analogues à l'ensemble du vivant à partir de faits pris isolément³. Mais dans le cas de la matière vivante, ces faits sont essentiellement dynamiques : c'est en tant que chaque vivant « transforme » l'énergie solaire de rayonnement qu'il fait partie de la *matière vivante*⁴. L'énergie intervient directement comme critère d'unité pour définir la matière vivante : l'action du vivant est seulement considérée du point de vue des transformations qu'il exerce.

1 Il écrit à ce propos : « une philosophie de l'approximation bien réglée, prudemment calquée sur la pratique des déterminations effectives, conduirait à établir des niveaux phénoménologiques qui échappent absolument aux perturbations mineures. » in Gaston Bachelard, [1970], *La Formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, éd. Vrin (Paris), coll. Bibliothèque des textes philosophiques (1ère éd. :1938), p. 219

2 *Ibid.*, p. 223

3 Comme l'écrit Vernadsky, « la généralisation empirique n'exige donc point de vérification après qu'elle a été déduite des faits avec exactitude. » in Vladimir Vernadsky, [2002], *La Biosphère, op. cit.*, p. 71

4 « On peut affirmer que *normalement* chaque rayon de Soleil déterminera une semblable transformation de l'énergie, transformation qui peut être envisagée comme une propriété de la matière vivante, comme sa fonction dans la biosphère. » in *Ibid.*, p. 80

On définit habituellement l'énergie comme la capacité d'un système physique à *produire un travail*¹, mais plus précisément l'énergie décrit l'état d'un système en tant que celui-ci se transforme sous l'action de forces fondamentales (électromagnétiques, gravitationnelles, interactions fortes et faibles). En pratique, la physique est seulement en mesure de déterminer et de calculer les *variations* d'une quantité donnée d'énergie :

« La variation de l'énergie d'un système, qui est tout ce que nous pouvons déterminer expérimentalement, est une mesure du changement physique dans ce système. *La force est l'agent du changement et l'énergie est une mesure du changement.* »²

Cette variation, dans ses manifestations les plus communes, prend différentes formes : chaleur (énergie thermique), mouvement des corps (énergie gravitationnelle) ou lumière solaire (énergie de rayonnement). Certaines de ces *formes* d'énergie sont considérées comme des formes inférieures, issue d'une dégradation comprise depuis les travaux de Carnot et Clausius³ : l'énergie thermique par exemple, est considérée comme une forme inférieure alors que l'énergie électrique est considérée comme supérieure⁴.

1 En physique la notion de travail désigne un certain type de variation d'un système. Le travail est le produit d'une *force* sur une certaine *distance*.

2 Eugene Hecht, [1999], *Physique, op. cit.*, p. 312

3 La notion d'entropie correspond à cette mesure de la dégradation, introduite par le second principe de la thermodynamique.

4 « Les formes diverses de l'énergie se classent en deux grandes catégories : formes supérieures et formes inférieures. Les diverses formes d'énergie mécanique proprement dite, l'énergie élastique, l'énergie électrique, rentrent dans la première catégorie ; l'énergie calorifique, l'énergie rayonnée, l'énergie mise en jeu dans les changements d'états physiques, rentrent dans la seconde catégorie. », p. 49 in Bernard Brunhes, [1991], *La Dégradation de l'énergie*, éd. Flammarion (Paris), coll. Champs. Bien que publié en 1909 et donc largement dépassé en ce qui concerne les

Cette clarification est nécessaire pour comprendre l'hypothèse des « transformateurs » à l'origine de la notion de biosphère et plus particulièrement comment les organismes à l'origine de ces transformations sont susceptibles de devenir des sources d'énergie chimique pour d'autres organismes. Vernadsky écrit :

« On peut considérer toute cette partie de la Nature vivante comme le développement ultérieur du même processus de transformation de l'énergie solaire lumineuse en force planétaire active. Les animaux et les champignons accumulent les corps riches en azote, corps qui deviennent des agents de modification encore plus puissants, des centres d'énergie chimique libre, lorsque après la mort et la destruction des organismes ou bien en se dégageant de ceux-ci, ils quittent le champ thermodynamique où ils furent stables et pénètrent dans la biosphère, dans un autre champ thermodynamique, où ils se décomposent en dégageant de l'énergie. »¹

Dans ce passage les termes employés par Vernadsky sont essentiellement ceux de la thermodynamique ; les notions de vivant et de vie n'interviennent que pour qualifier un certain type de transformation énergétique. Vernadsky radicalise même cette position en proposant de faire abstraction de la vie, afin de considérer le vivant comme un *mode particulier de gisement chimique*². Cette réduction épistémologique n'implique aucune réduction du fait vital ; elle assure une cohérence de méthode qui

travaux en physique, cet ouvrage a le mérite d'insister sur les distinctions qualitatives des différentes formes d'énergie, ces distinctions étant le plus souvent ignorées dans l'exposé des travaux actuels en physique. Le terme d'« énergie calorifique » désigne aujourd'hui l'énergie thermique.

1 Vladimir Vernadsky, [2002], *La Biosphère, op. cit.*, p. 78

2 « On peut considérer cette pénétration des éléments chimiques dans l'organisme vivant comme un nouveau mode de leur gisement. » *in Ibid.*, p. 156-157

visé à maintenir une approche macroscopique de l'unité biosphérique, en éliminant toutes les singularités des formes vivantes, pour se concentrer sur la quantification des processus de la biosphère.

5.2) *L'unité biosphérique et l'exigence de quantification*

La quantification des processus biosphériques, comme l'étude des écosystèmes sur lequel nous aurons l'occasion de revenir, utilise des équations et des méthodes de calcul issues de la thermodynamique et de la théorie cinétique des gaz. Vernadsky fait un certain nombre d'analogie avec la distribution des gaz en particulier en ce qui concerne la distribution de la matière vivante sur l'ensemble du globe terrestre. Il écrit par exemple :

« La matière vivante, l'ensemble des organismes, se répand sur toute la surface terrestre de manière analogue à celle des gaz et produit une pression déterminée dans le milieu ambiant »¹

Cette analogie n'est pas simplement illustrative dans la mesure où certains des disciplines de Vernadsky, comme Alfred J. Lotka (1880-1949) et Vito Volterra (1860-1940), ont largement utilisé des systèmes d'équations décrivant la distribution des gaz au sein d'un volume donné pour approximer l'évolution des populations dans les écosystèmes. Dans le cas de Vernadsky, les mécanismes de la biosphère vont être quantifiés plus simplement à partir d'ordre de grandeur décrivant la croissance des

1 *Ibid.*, p. 81

populations d'organismes dans un milieu exerçant une pression donnée, cette croissance étant elle-même une forme d'énergie¹.

Pour comprendre la méthode par laquelle Vernadsky souhaite quantifier l'unité biosphérique, il est nécessaire de comprendre que ses calculs se fondent sur des lois et des constantes de multiplication propres à chaque espèce :

« *La vitesse de transmission de la vie sur la distance maximum qui lui est accessible sera la constante caractéristique de chaque matière vivante homogène ; constante dont nous nous servirons pour exprimer l'énergie géochimique de la vie.* »²

Une fois ces constantes établies, la progression des populations (donc l'expression de l'énergie géochimique de la vie) peut être exprimée selon une progression géométrique, qui donne la formule suivante :

$$2^n \Delta = N_n$$

Où ⁿ désigne la progression du temps mesurée par tranches de 24 heures et Δ la quantité d'organismes multipliés en 24 heures. Le résultat N_n exprime le nombre d'individus formés en fonction du nombre de jours (24 heures)³. Vernadsky considère

1 « La diffusion de la matière vivante à la surface de la planète est aussi une manifestation de son énergie : c'est un mouvement inévitable, déterminé par les nouveaux organismes provenant de la multiplication, qui occupent des places nouvelles dans la biosphère. [...] Nous appellerons cette énergie – *énergie géochimique de la vie dans la biosphère.* » in *Ibid.*, p. 83

2 *Ibid.*, p. 92

3 « *la multiplication de tous les organismes s'exprime en progressions géométriques.* On peut l'exprimer par une formule unique : par exemple par $2^n \Delta = N_n$, où n est le nombre de fois 24 heures à partir du commencement de la multiplication, Δ la raison de la progression, qui pour les organismes unicellulaires se multipliant par scission, est le nombre des générations issues en 24 heures. N_n est le nombre des individus qui se forment par la multiplication en n journées (de 24

que la progression de la quantité d'organisme est linéaire et théoriquement « infinie »¹.

Mais cette quantification théorique est contredite par de nombreux paramètres. Le paramètre principal concerne les échanges gazeux produits par les organismes. Puisque « les organismes occupent un espace limité, et unique pour tous. Ils habitent un espace d'une structure déterminée, un milieu gazeux ou un liquide pénétré de gaz. »² À chaque espèce va correspondre un « nombre maxima d'individus » symbolisé N_{\max} et caractérisant la population maximum d'une espèce dans un volume donné. Ainsi :

« les vitesses de transmission de la vie doivent être renfermées dans des limites exactes et déterminées, jamais incapables d'être dépassées. Enfin, les grandeurs Δ des progressions géométriques de la multiplication ont aussi des limites déterminées. »³

Ces phénomènes de limitation s'observent facilement dans les petites surfaces où prolifèrent rapidement des micro-organismes considérés comme invasifs. Le cas des petits bassins d'eau stagnante est particulièrement instructif pour Vernadsky :

« Les surfaces des petits bassins sont très souvent recouvertes de manière ininterrompue par une végétation verte flottante. A nos latitudes, ce sont souvent les lentilles d'eau vertes,

heures). Δ sera caractéristique de chaque matière vivante. » *in Ibid.*, p. 93

1 « De même que la progression, ce processus est considéré comme infini. » *in Ibid.*

2 *Ibid.*, p. 95. Il ne faut pas oublier qu'« il ne peut exister d'organismes sans échange gazeux, sans respiration. » *in Ibid.*, p. 104

3 *Ibid.*, p. 95

différentes espèces de *Lemna*. La surface de l'eau devient souvent une couche verte continue sans aucune lacune. »¹

Les lentilles d'eau forment une population homogène jusqu'à occuper l'ensemble de la surface du bassin d'eau. La prolifération est stoppée dans la mesure où la population de lentille d'eau ne peut pas excéder une certaine *densité par surface* (valeur N_{\max}). Le phénomène de multiplication ne peut reprendre « que lorsque, par suite de diverses causes extérieures, destruction des lentilles d'eau ou leur déplacement, les places vides se produisent sur la surface aqueuse. »² Si les conditions le permettent, le processus de multiplication peut reprendre et « ces places sont instantanément comblées par multiplication. »³ La valeur N_{\max} permet de borner la quantification de la progression de la matière vivante ; la croissance et les phénomènes de limitation au niveau biosphérique sont pensés comme étant analogues à ceux observés dans les bassins d'eau stagnante⁴. Cependant, pour établir ces limites de multiplication au niveau macroscopique, la distribution des organismes pourra être calculée par des méthodes analogues à celles utilisées dans l'étude de la distribution des gaz parfaits. L'analogie entre distribution uniforme des gaz et distribution des organismes est encore une fois reprise par Vernadsky :

1 *Ibid.*, p. 96

2 *Ibid.*

3 *Ibid.*

4 « Il est évident que le nombre des individus de lentilles d'eau, qui peuvent tenir sur une surface donnée, est déterminé et dépend de leur dimension et de leur condition d'existence. » *in Ibid.*

« Dans chaque étang s'établit un équilibre dynamique particulier, analogue à celui observé pendant l'évaporation de l'eau à sa surface. *La tension de la vapeur d'eau et la pression de la vie sont mécaniquement analogues.* »¹

Si l'analogie entre la quantification des milieux gazeux et celle des milieux vivants simplifie le calcul, et permet d'obtenir une constante de la multiplication de la matière vivante en offrant une bonne approximation, il est nécessaire de comprendre que la physique des gaz parfaits intervient également dans la limitation proprement physique qui borne la multiplication du vivant. Ainsi, dans le cas des bactéries sur lequel nous allons revenir, celle-ci ne peuvent pas dépasser le nombre de molécules gazeuses occupant un volume donné (*nombre d'Avogadro*)².

On pourrait objecter que la quantification que propose Vernadsky est abstraite ou idéale et qu'elle ne tient pas compte de la distribution hétérogène des organismes sur la surface du globe. Il existe notamment sur le globe des milieux dits « azoïques » c'est-à-dire appauvris en vie, bien que jamais totalement inertes. Vernadsky estime que la surface de ces milieux azoïques forme entre 5 et 6 % de la surface terrestre totale³. Cependant ces surfaces, bien qu'importantes et dépourvues de transformateurs, sont largement compensées par d'autres surfaces où prolifèrent des organismes particulièrement actifs : c'est le cas des milieux marins. En effet, la

1 *Ibid.*

2 « le nombre de bactéries par centimètre cube ne pourra dépasser celui des molécules gazeuses avec lesquelles ces bactéries sont génétiquement liées. » *in Ibid.*, p. 89 (Traduction modifiée) Dans le cas des métazoaires les volumes minimums pour chaque organisme sont beaucoup plus importants : « l'éléphant exige aux Indes jusqu'à 30 kilomètres carrés ; la brebis dans les pâturages des montagnes d'Écosse environ 10⁵ mètres carrés » *in Ibid.*, p. 97

3 *Ibid.*, p. 97

particularité des milieux marins – en plus d’être des milieux où vivent des organismes à multiplication très rapide comme les protistes ou les microalgues – est qu’ils permettent la prolifération de ces organismes sur différentes couches, réparties sur environ 400 mètres dans toute la profondeur de l’hydrosphère :

« L’énorme superficie verte de l’Océan mondial, composée d’un ensemble puissant – de 400 mètres environ – de couches superposées d’algues unicellulaires excède la superficie de l’Océan. Sur le passage du rayon solaire se crée une surface continue de transformateurs chlorophylliens microscopiques, supérieure ou sensiblement égale à celle de Jupiter la plus grande planète du système solaire. »¹

La prédominance des milieux marins sur l’ensemble de la surface du globe autorise à ne pas tenir compte des milieux azoïques dans le calcul de l’énergie géochimique produite par le vivant. La méthode par « généralisation empirique » est en fait étroitement liée au calcul d’ordres de grandeur. Vernadsky raisonne le plus souvent à partir de critères de *masse*, lorsque par exemple il compare la quantité d’oxygène libre dans l’atmosphère avec la quantité de matière vivante². À partir de ces ordres de grandeur, basés sur des populations plus que sur des individus, Vernadsky peut approcher la vie comme un phénomène homogène et quantifié.

Si la quantification des transformations énergétiques produites par le vivant apparaît réductrice, elle permet néanmoins de *manifester* à travers des ordres de

1 *Ibid.*, p. 124

2 « la quantité de cet oxygène libre dans la biosphère, égale à $1,5 \times 10^{21}$ grammes, est un nombre du même ordre que la quantité de matière vivante qui existe, et est liée à elle par un lien indissoluble ; elle est évaluée à 10^{20} - 10^{21} grammes. » *in Ibid.*, p. 104

grandeur l'importance de processus vivants souvent imperceptibles ou ignorés. Héritier des premiers travaux en pédologie de Vassili Dokoutchaïev qui fût son maître¹, Vernadsky est particulièrement sensible à la fonction des micro-organismes présents dans les sols et dans les milieux marins. Quantifier l'activité de ces micro-organismes permet de chiffrer leur importance au niveau macroscopique, donc biosphérique, et ce malgré le fait que leur activité soit imperceptible. Il écrit par exemple, sur un ton presque leibnizien :

« Nous voyons seulement les champs et les forêts, avec leur vie végétale et animale, les bassins et les mers débordant de vie, le sol imprégné de cette vie, mais faisant l'effet d'un corps dénué de vie. »²

La quantification de l'action des termites ou des bactéries marines par exemple illustre bien ce point ; l'action de ces organismes, relativement négligeable si l'on s'en tient à l'ordre de grandeur d'une colonie, peut être considérable au niveau macroscopique. Selon Vernadsky, qui reprend les travaux d'Eduard Suess et Hans Fischer, certaines bactéries sphériques, dont la dimension ne dépasse pas 10^{-12} centimètres cubes peuvent se multiplier dans les conditions favorables d'un milieu homogène et former une population uniformément répartie, de manière à recouvrir

1 Jean-Paul Deléage, [1991], *Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature*, éd. La Découverte (Paris), coll. Histoire des sciences, p. 197

2 Vladimir Vernadsky, [2002], *La Biosphère, op. cit.*, p. 84.

une surface équivalente à l'ensemble du globe terrestre en un peu moins de 36 heures¹.

La quantification des processus biosphériques permet de comprendre le niveau d'approximation auquel l'unité biosphérique correspond ; la biosphère est essentiellement un objet quantifiable par des ordres de grandeur et un certain nombre de « généralisations empiriques », selon l'expression de Vernadsky. Les philosophes qui ont essayé d'intégrer la notion de biosphère à une ontologie ont particulièrement négligé ce point et n'ont retenu de la biosphère qu'un prétendu « flou » dans la détermination de son objet². Or l'objet de la biosphère est parfaitement identifié, bien qu'il corresponde à un niveau macroscopique d'observation : *la biosphère est étudiée comme une unité de transformation géochimique de la vie sous l'action de l'énergie du rayonnement solaire*. Cependant, il est nécessaire de clarifier la position de Vernadsky : la biosphère est-elle seulement un objet épistémique ou désigne-t-elle une unité réelle, un « phénomène bien fondé » pour reprendre une expression leibnizienne ? Les principes de quantification abordés ci-dessus ont déjà apporté quelques éléments de réponse.

5.3) La biosphère : une unité divisible ?

- 1 « Si la température de cette mer universelle avait été favorable à leur vie et s'il n'avait pas existé d'obstacles à leur multiplication, la bactérie sphérique d'un volume de 10^{-12} centimètres cubes aurait formé une pellicule interrompue de $5,10065 \times 10^8$ kilomètres carrés en 1,47 fois 24 heures, soit en moins de 36 heures. » *in Ibid.*, p. 90 (Traduction modifiée)
- 2 Timothy Morton a par exemple pu écrire : « La connaissance de l'hyperobjet Terre, et de l'hyperobjet biosphère, nous offre des *surfaces visqueuses dont rien ne peut être ôté par la force (sic)*. » (Nous soulignons) *in* Timothy Morton. *Hyperobjets. Philosophie et écologie après la fin du monde*, *op. cit.*, p. 39

L'hypothèse principale de notre travail consistait à défendre l'idée qu'il est possible de définir des unités *divisibles* et que le préjugé d'indivisibilité empêcherait d'étudier des niveaux d'unité intermédiaires entre le simple et le composé. Pour valider notre hypothèse, il est nécessaire de déterminer si la biosphère est bien une *unité divisible*, la notion de divisibilité devrait par la même être précisée et clarifiée.

La propriété d'un système physique est d'être divisible et recomposable en fonction d'exigences expérimentales. Mais une unité comme la biosphère n'est pas simplement un système physique, qu'il soit clos ou ouvert, dans lequel il serait possible de quantifier des échanges d'énergie issue du rayonnement solaire. Bien entendu, un système physique dépend d'un certain ordre de grandeur et de dimensions considérées cependant, si la biosphère peut être nommée et comprise *comme une unité*, c'est dans la mesure où elle possède des propriétés qui dépendent du niveau macroscopique considéré. Dans un système physique classique, le but est d'isoler certains phénomènes dont on peut étudier les relations ; en statique par exemple, un système physique désigne un objet dont on va retenir quelques propriétés et dont on va isoler certaines actions ; l'étude d'un système physique possède avant tout une fonction *analytique*¹. Or il apparaît que la biosphère, comme unité constituée par la biogéochimie, possède une fonction *synthétique* dans le champ de l'expérience. La fonction synthétique de cette unité correspond à ce que Francisco Varela a pu

1 Les systèmes physiques primitifs qu'étudie la statique sont des objets qu'on abstrait mentalement et graphiquement. Pour cela on isole « le corps que l'on veut analyser de tous les autres corps avec lesquels il est en contact » pour obtenir alors « un corps isolé » sous forme de diagramme selon l'explication proposée par Paul Sandori. Une fois cette action effectuée, on remplace chaque point de contact avec le corps isolé par un vecteur de force, orienté et éventuellement quantifié. Voir Paul Sandori, [1983], *Petite logique des forces. Constructions et machines*, éd. Seuil (Paris), coll. Points Sciences, trad. de l'américain par Alain Laverne (1982), p. 112

nommer, dans le contexte de l'étude des formes d'organisation, une « synthèse immatérielle », celle-ci désignant une *synthèse au niveau mental* prenant en compte des critères matériels pour définir des unités ayant certaines propriétés¹. La biosphère désigne une unité par *généralisation d'un phénomène commun* à toutes les formes vivantes (la transformation de l'énergie) ; c'est au niveau de *l'activité synthétique*, et non au niveau de l'analyse, qu'il faut comprendre l'unité de la biosphère. Pour reprendre la structure des propositions leibniziennes, *c'est en tant que* l'ensemble des vivants transforment de l'énergie qu'ils forment une unité appelée biosphère. De plus, dans la mesure où elle est l'objet d'une science (la biogéochimie), la biosphère est un phénomène bel et bien indivisible :

« Toute la vie, toute la matière vivante peut être envisagée comme un *ensemble indivisible* dans le mécanisme de la biosphère. »²

Vernadsky et plus généralement la biogéochimie envisagent la biosphère comme une unité « indivisible », mais cette indivisibilité essentiellement dynamique n'existe qu'en tant que les phénomènes présentent un fonctionnement analogue, qui consiste à produire de l'énergie chimique grâce à l'énergie de rayonnement.

En pratique cependant, la biosphère est une unité relative dans la mesure où chaque vivant peut lui-même être pris comme une unité isolée : tel est précisément l'objet de la biologie. C'est dans un texte postérieur à *La Biosphère* intitulé

1 Francisco J. Varela, [1989], *Autonomie et connaissance. Essai sur le vivant*, *op. cit.*, p. 43

2 Vladimir Vernadsky, [2002], *La Biosphère*, *op. cit.*, p. 77 (Nous soulignons)

L'Évolution des espèces et la matière vivante que Vernadsky précise sa position par rapport à la biologie¹. Vernadsky distingue assez radicalement la biogéochimie de la biologie ; pour lui ces deux sciences sont certes conciliables mais correspondent à deux visées clairement distinctes sur le vivant². C'est en ce qui concerne la théorie de l'évolution que la biogéochimie se distingue particulièrement de la biologie pour Vernadsky. La théorie de l'évolution des espèces n'ayant presque aucun rôle en biogéochimie³, il en résulte une profonde divergence dans l'approche du vivant :

« Ainsi l'espèce est habituellement considérée dans la biologie du point de vue *géométrique* ; la forme, les caractères *morphologiques*, y occupent la première place. Dans les phénomènes biogéochimiques, au contraire, celle-ci est réservée au nombre et l'espèce est considérée du point de vue *arithmétique*. Différentes espèces d'animaux et de plantes doivent, à l'instar des phénomènes chimiques et physiques, des composés chimiques et des systèmes physico-chimiques, être caractérisés et déterminés en géochimie par des *constantes numériques*. »⁴

La particularité de la biogéochimie est d'étudier le vivant à partir de constantes moyennes et tout à fait indépendamment des critères morphologiques ou physiques des formes vivantes, ainsi :

- 1 Ce texte est issu d'une communication faite à la Société des Naturalistes de Leningrad le 5 février 1928.
- 2 « Ces manifestations biogéochimiques de la vie constituent un ensemble de processus vitaux absolument distincts à première vue de ceux qu'étudie la biologie. Il semble même qu'il y ait incompatibilité entre ces deux aspects de la vie, entre son aspect biologique et son aspect géochimique » in « L'Évolution des espèces et la matière vivante », p. 251 in Vladimir Vernadsky, [2002], *La Biosphère, op. cit.*, pp. 251-278
- 3 « La différence de ces deux représentations de la vie se manifeste, d'une manière particulièrement frappante dans le fait que la théorie de l'évolution, qui pénètre toute la conception biologique actuelle de l'univers, ne joue presque aucun rôle en géochimie. » in *Ibid.*, p. 252
- 4 *Ibid.*

« Dans les processus biogéochimiques il est indispensable de prendre en considération les constantes numériques suivantes : le *poids* moyen de l'organisme, sa *composition chimique élémentaire moyenne* et l'*énergie géochimique moyenne* qui lui est propre, c'est-à-dire sa faculté de produire des déplacements, autrement dit "la migration" des éléments chimiques dans le milieu vital. »¹

L'importance des constantes moyennes à chaque espèce est précisément ce que nous avons observé dans le chapitre précédent : le but est d'opérer une réduction de l'espèce biologique à la « *matière vivante homogène*, caractérisée par la masse, la composition chimique élémentaire et l'énergie géochimique. »² Ce n'est qu'à cette condition d'homogénéité produite par des quantités moyennes que peut être étudiée la distribution et l'énergie géochimique qui forment l'essentiel de la biosphère. La notion de biosphère n'est *pas un préalable à l'étude biogéochimique*, elle désigne ce par quoi l'ensemble des vivants participent d'un processus global et quantifiable ; la biosphère est une unité dans la mesure où elle synthétise une propriété commune à tous les vivants. L'approche biogéochimique peut tout à fait se passer de la vie comme notion *a priori* ; la vie n'est comprise qu'*a posteriori*, dans la variation quantitative des gisements géochimiques que celle-ci produit. La notion de « gisement » est particulièrement importante puisque le vivant peut être considéré comme une forme de gisement singulier, parmi l'ensemble des gisements géologiques possibles :

1 *Ibid.*, p. 252-253

2 *Ibid.*, p. 253

« Dans les processus biogéochimiques ce sont la *matière* et l'énergie qui sont au premier plan au lieu de la forme inhérente à l'espèce. L'espèce peut à ce point de vue être considérée comme une matière analogue aux autres matières de l'écorce terrestre, comme, les eaux, les minéraux, les roches, qui, avec les organismes, sont l'objet des processus biogéochimiques. »¹

Pour Vernadsky, c'est parce que le vivant est une forme de gisement *spécifique* qu'il peut être comparé aux gisements géologiques ; la singularité du vivant émerge à partir des « migrations biogènes »² et de la distribution quantitative des éléments et des molécules qui forment la biosphère³. De ce point de vue, un organisme n'est ni plus ni moins qu'un *nombre d'atome moyens* et un *volume moyen* déterminé pour chaque espèce. Selon Vernadsky, un « organisme vit aussi longtemps que le courant d'atomes subsiste »⁴, la vie est donc comprise par la « migration » des atomes à l'inverse de la biologie qui considérerait que *le courant d'atomes subsiste aussi longtemps que l'organisme vit*. En biologie, la vie ou l'organisation sont les phénomènes *premiers* dont on peut dériver l'analyse chimique. Vernadsky considère malgré tout que la biologie et la géochimie sont complémentaires :

1 *Ibid.*

2 *Ibid.*, p. 260. C'est-à-dire la migration des éléments chimiques *propre au vivant*.

3 « Dans ce domaine nous considérons, du point de vue de la chimie physique, les organismes comme des champs autonomes où sont réunis des atomes déterminés en quantité déterminées. » *in Ibid.*

4 *Ibid.*, p. 260-261

« La matière homogène vivante du géochimiste est l'espèce du biologiste sont identiques, mais les modes d'expression sont différents. »¹

Biologie et géochimie expriment différemment un même phénomène. Cependant un point de divergence constitutif des méthodes et des axiomes de la biogéochimie subsiste : il concerne la possibilité de *nouveauté* dans les formes vivantes. Au niveau de la migration des éléments chimiques à travers les époques géologiques, la biogéochimie « n'enregistre dans tous ces phénomènes que des oscillations, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, autour d'une grandeur moyenne qui nous apparaît constante. »² La distribution et la répartition des éléments chimiques à travers le globe reste essentiellement stable durant les différentes époques géologiques, malgré les grandes transformations qui ont affecté l'atmosphère³. Les processus géochimiques sont considérés comme « immuables » ou essentiellement stables par Vernadsky et ce, malgré les « modifications profondes subies dans le même temps par les formes vitales étudiées en biologie. »⁴ Au niveau biogéochimique, il n'existe pour Vernadsky aucune forme de nouveauté ; seul un réagencement de la distribution des espèces

- 1 *Ibid.*, p. 255. Il est pour le moins étonnant de retrouver dans cette phrase la notion leibnizienne d'expression, bien qu'il s'agisse sûrement d'une coïncidence. La notion de « modes d'expression » traduit le mot russe « выражены » qui peut être traduit par « exprimé » ou « prononcé ». En ce qui concerne la notion leibnizienne d'expression, on peut se rapporter au chapitre « Expression et philosophie de la perception. Leibniz et Helmholtz » dans l'ouvrage de Sabine Plaud, [2018], *Expression et coordination. De Leibniz à Wittgenstein*, éd. Vrin (Paris), coll. Problèmes de la raison, pp. 21-67
- 2 Vladimir Vernadsky, [2002], *La Biosphère, op. cit.*, p. 256
- 3 La naissance de la vie a amené la libération d'une quantité importante de dioxygène dans l'atmosphère, ce phénomène est appelé « Grande Oxydation » par les paléoclimatologues.
- 4 *Ibid.*, p. 256

chimiques a été possible, bien qu'il reste négligeable au niveau macroscopique et biosphérique¹ :

« Tandis que l'aspect morphologique, géométrique, de la vie prise dans son ensemble subit de grands changements et se manifeste continuellement par l'évolution grandiose des formes vivantes depuis l'ère archéozoïque, la formule numérique, quantitative, de la vie, toujours prise dans son ensemble, demeure immuable dans ses proportions essentielles et, il semble bien aussi, dans *ses fonctions essentielles*. »²

Vernadsky affirme que les « fonctions essentielles » du vivant, comprises globalement, restent immuables malgré les variations géométriques et formelles des formes de vie. Ce point caractérise la biosphère comme *une unité essentiellement stable dans le temps*³, donc bien identifiée dans la durée à travers des caractéristiques qui lui sont propres. La biosphère n'est pas une unité possédant des limites chronologiques déterminées ; elle désigne un processus continu dans le temps qui

1 Pour Vernadsky, la seule forme de nouveauté au niveau biogéochimique ne peut donc être qu'un *réagencement quantitatif*. Ce point oppose nettement la conception bergsonienne de la vie de celle proposée par Vernadsky ; pour Bergson, la vie est essentiellement *nouveauté, imprévisibilité, invention*, dans la continuité de Claude Bernard. Vernadsky avait connaissance des travaux de Bergson puisqu'il mentionne Bergson et l'*homo faber* p. 268, peu avant la fin du texte sur *L'Évolution des espèces et la matière vivante*. Vernadsky a pu très probablement rencontrer Bergson entre mai 1922 et mai 1926, période durant laquelle Vernadsky habite à Paris et où il anime un séminaire à la Sorbonne, auquel assistent Teilhard de Chardin et Edouard Le Roy. Voir la préface de Jean-Paul Deléage « Wladimir Vernadsky, penseur de la biosphère », p. 11 *in Ibid.*, pp. 1-39

2 Vladimir Vernadsky, [2002], *La Biosphère, op. cit.*, p. 257

3 James Lovelock parlera d'« homéostasie », reprenant l'équivalent normatif de stabilité développé par Vernadsky.

détermine le vivant comme une unité du point de vue géochimique, parmi l'ensemble des migrations chimiques¹.

Cette différence entre biologie et biogéochimie étant précisée, la biosphère peut-elle être comprise comme une unité divisible ? Il semblerait que la biosphère désigne un point de vue pris sur le vivant en tant que *matière vivante* et *mode de gisement géochimique singulier*. Elle correspond à une unité relative aux propriétés énergétiques et chimiques du vivant ; selon ce point de vue, l'ensemble des vivants ne forment qu'une variation quantitative des gisements géochimiques. Cependant, la biosphère n'est pas une unité indivisible. La biologie en tant qu'elle étudie la distribution des fonctions au sein des organismes et l'évolution des formes vivantes, opère une *division* dans l'unité des processus biosphériques. L'unité de la biosphère dépend de certaines propriétés qui ne sont que secondaires pour la biologie ; à ce titre, les formes d'unité que celle-ci étudie correspondent à des ordres de grandeur inférieurs, de l'ordre de l'espèce ou de l'individu biologique, qui sont négligés pour l'étude des processus de la biosphère. La biosphère peut être comprise comme une unité en tant que certaines propriétés propres au vivant (transformations chimiques sous l'action de l'énergie de rayonnement) déterminent une unité relativement stable dans le temps par rapport aux autres migrations chimiques, cette unité n'étant *pas absolue mais relative* au point de vue biogéochimique de Vernadsky.

1 « Si néanmoins l'action générale de la vie demeure identique même dans les détails comme par exemple dans les phénomènes d'érosion, ceci indique la possibilité de la formation de nouveaux groupements au sein des éléments chimiques, mais nullement celle d'une modification radicale de leur composition et de leur quantité. Ces nouveaux groupements n'ont pas de répercussions sur la constance et l'immutabilité des processus géologiques (géochimiques dans ce dernier cas). » *in Ibid.*, p. 257

Cependant, afin de préciser dans quel sens il peut exister des unités divisibles et préciser par la même le statut de l'unité biosphérique, nous souhaitons à présent examiner la notion d'« écosystème » à travers une étude historique du développement de cette notion. L'étude des écosystèmes systématise un grand nombre d'intuitions développées par Vernadsky et permet de comprendre quel statut est donné à l'unité dans les objets étudiés par la biogéochimie.

6 - Cycle et unité, le cas des écosystèmes

Une étude de l'émergence de la notion d'écosystème suppose de prendre au sérieux cette notion indépendamment de ses emplois idéologiques¹. L'analyse des écosystèmes a d'ailleurs pu servir des projets environnementaux antagonistes et la lutte contre les espèces invasives d'insectes est à l'origine des premiers travaux sur les écosystèmes². Étudier les écosystèmes du point de vue du problème de l'unité implique de préciser la définition de cette notion, afin de comprendre en quoi elle désigne un *type d'unité constituée*.

6.1) De l'intuition des écosystèmes aux unités quantifiées

- 1 La notion d'écosystème est souvent utilisée comme un simple synonyme du terme « système » ou comme une notion plus rigoureuse que celle « d'ensemble » ou « d'organisation ». L'écologie, qui s'est largement constituée sur l'étude des écosystèmes, est également un domaine traversé par un très grand nombre d'idéologies, ce qu'avait déjà remarqué Canguilhem en 1973 dans sa conférence *La Question de l'écologie : La Technique ou la vie*.
- 2 Jean-Paul Deléage, [1991], *Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature*, éd. La Découverte (Paris), coll. Histoire des sciences, p. 102

Il a probablement existé des équivalents normatifs à la notion d'écosystème que ce soit chez les botanistes ou les naturalistes, entre autres depuis les travaux de Linné¹, mais c'est au cours du XXème siècle que l'analyse des écosystèmes a été formalisée et systématisée. En ce qui concerne la genèse de la notion d'écosystème, on doit à un article du botaniste Arthur George Tansley (1871-1955) publié en 1935, la première mise au point de cette notion encore largement diffuse dans les travaux des naturalistes de l'époque². L'article de Tansley vise à clarifier des notions utilisées à tort par les botanistes ; à ce titre, cet article possède une dimension proprement philosophique puisqu'il s'agit de signaler des abus de langage parmi les travaux en botanique³. Dans cet article, Tansley critique particulièrement l'emploi de la notion « d'organisme complexe » (*complex organism*) par les botanistes et les écologues ; pour Tansley cette notion paraît plus confuse que clarifiante. La notion « d'organisme complexe » est pourtant employée par de nombreux écologues, notamment par John Phillips auquel s'attaque Tansley :

" According to the organicist philosophy, which [John Phillips] seems to espouse, though he does not specifically say so, he is perfectly justified in calling the whole formed by an integrated aggregate of animals and plants (the 'biocenosis,' to use the continental term) an

1 *Ibid.*, pp. 28-33

2 Arthur G. Tansley, [1935], « The Use and Abuse of Vegetationnal Concepts and Terms », *Ecology*, vol. 16, n°3, pp. 284-307 (en ligne), consulté le 25 avril 2019

3 Tansley cherche indirectement à montrer que l'emploi de métaphores empruntées à la biologie induisent un biais dans les travaux de certains naturalistes. Lorsque Tansley analyse la notion de « communauté biotique » par exemple, il cherche à conserver le sens de ce terme dans son usage courant, afin d'éviter toute assimilation abusive entre communautés humaines et animales.

'organism,' provided that he includes the physical factors of the habitat in his conception. But then he must also call the universe an organism, and the solar system, and the sugar molecule and the ion or free atom. They are all organised "wholes." The nature of what biologists call living organisms is wholly irrelevant to this concept. They are merely a special kind of 'organism.' "¹

La critique principale qu'adresse Arthur Tansley à la « philosophie organiciste » est qu'elle fait d'un concept précis une métaphore. Un organisme désigne une réalité à une échelle déterminée, en transposant cette notion à d'autres échelles, la philosophie organiciste procède par *identification* plutôt que par différence, évitant de produire des concepts spécifiques à chaque ordre de grandeur considéré².

Mais si l'apport critique d'Arthur Tansley est important, sa contribution majeure est avant tout positive. Tansley propose de remplacer l'approche organiciste des réseaux d'interactions au sein des milieux naturels par une méthode clairement empruntée à la physique ; le terme d'écosystème naît directement de cet emprunt :

- 1 Arthur G. Tansley, [1935], « The Use and Abuse of Vegetationnal Concepts and Terms », *Ecology*, vol. 16, n°3, p. 297. Traduction proposée : « «Selon la philosophie organiciste, à laquelle [John Phillips] semble souscrire, bien qu'il ne le dise pas expressément, il est parfaitement justifié d'appeler l'ensemble formé par un agrégat d'animaux et de plantes regroupées (la "biocénose", pour utiliser le terme continental), un "organisme", à condition qu'il intègre les facteurs physiques de l'habitat dans sa conception. Mais alors, il doit aussi appeler l'univers un organisme et le système solaire, ainsi que la molécule de sucre et l'ion ou atome libre. Ils sont tous des "ensembles" organisés. La nature de ce que les biologistes appellent des organismes vivants n'a absolument aucun rapport avec ce concept. Ils sont simplement un type spécial d' "organisme". »
- 2 Arthur Tansley décédé en 1955, n'a pu connaître les travaux de James Lovelock et Lynn Margulis sur l'« hypothèse Gaïa » énoncée en 1970. Lovelock et Margulis s'inscrivent explicitement dans la « philosophie organiciste » qu'il critique. En ce qui concerne l'idée, raillée par Tansley, selon laquelle le système solaire, une molécule de sucre ou un ion seraient des « organismes » au même titre, pourrait être sérieusement envisagée aujourd'hui par certains philosophes de l'Ontologie Orientée Objet : pour l'O.O.O. le système solaire, une molécule de sucre ou un ion sont des objets au même titre.

" The fundamental concept appropriate to the biome considered together with all the effective inorganic factors of its environment is the *ecosystem*, which is a particular category among the physical systems that make up the universe. In an ecosystem the organisms and the inorganic factors alike are *components* which are in relatively stable dynamic equilibrium. Succession and development are instances of the universal processes tending towards the creation of such equilibrated systems. "1

Tansley cherche à reprendre les critères des systèmes physiques pour étudier ce qu'il nomme désormais les *écosystèmes*². L'importance de ce nouveau terme est aussi disciplinaire, il permet au champ de l'écologie de s'autonomiser par rapport à la biologie et de se rapprocher de la physique. Les écosystèmes sont selon Tansley les « unités de base de la nature »³ et c'est à partir des écosystèmes que l'écologie peut se constituer indépendamment des métaphores organicistes⁴.

Mais en 1935, année de la rédaction de cet article, la notion d'*écosystème* est une invention terminologique précise mais dont le contenu empirique et scientifique est encore partiellement imprécis⁵. C'est quelques années plus tard, en 1942, que

1 Arthur G. Tansley, [1935], « The Use and Abuse of Vegetation Concepts and Terms », *op. cit.*, p. 306. Traduction proposée : « Le concept fondamental approprié au biome considéré avec tous les facteurs inorganiques effectifs de son environnement est l'*écosystème*, qui constitue une catégorie particulière parmi les systèmes physiques qui composent l'univers. Dans un écosystème, les organismes et les facteurs inorganiques sont des *composants* qui sont dans un équilibre dynamique relativement stable. La succession et le développement sont des exemples des processus universels qui tendent à la création de tels systèmes équilibrés. »

2 *Ibid.*, p. 300

3 Tansley parle de « basic units of nature » in *Ibid.*, p. 299

4 Pour un exposé plus complet de l'histoire des métaphores organicistes, on peut se référer au livre de Judith Schlanger, *Les Métaphores de l'organisme* (2000) et au livre de Dominique Guillo, *Les Figures de l'organisation. Sciences de la vie et sciences sociales au XIXème siècle* (2003). L'un comme l'autre ne font aucune mention des écosystèmes.

5 Chez Tansley, la notion d'*écosystème* est encore proche de celle de *climax* et de *biocénose* ; l'étude des écosystèmes ne possède pas encore une cohérence méthodologique bien identifiée.

l'étude des écosystèmes va être formalisée. Mieux définis, les écosystèmes sont alors constitués comme des unités selon des propriétés suffisamment identifiées et quantifiées. En 1942, Raymond Lindeman (1915-1942), élève du grand écologue Evelyn Hutchinson (1903-1991) publie un article important dans la revue *Ecology* intitulé « The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology »¹. Comme le souligne Hutchinson, la force de la méthode inaugurée par Lindeman « réside dans la réduction à des termes énergétiques de tous les événements biologiques en interrelations »². Cette méthode est du reste analogue à celle utilisée par Vernadsky dans l'étude des mécanismes biosphériques ; ainsi « les êtres vivants sont donc considérés comme des convertisseurs et des accumulateurs d'énergie, qu'ils prélèvent au niveau trophique inférieur et cèdent constamment au niveau supérieur. »³ L'étude des écosystèmes proposée par Lindeman est fondée sur une extension du champ d'application des concepts issus de la thermodynamique⁴ ; Lindeman formalise le « paradigme énergétique »⁵ dans l'analyse des écosystèmes qui reste, aujourd'hui encore, largement dominant. Selon Jean-Paul Deléage, la méthode de Lindeman ne consiste pas à s'appuyer sur les espèces mais directement sur les *écosystèmes*, dans la continuité des travaux de Vernadsky. Comme l'écrit Jean-Paul Deléage à propos de

1 Raymond Lindeman, [1942], « The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology », *Ecology*, vol. 23, n°4, pp. 399-418

2 G. Evelyn Hutchinson cité par Jean-Paul Deléage, [1991], *Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature*, op. cit., p. 123

3 *Ibid.*, p. 129

4 « La notion de système a déjà été mise à contribution en thermodynamique dans l'étude du comportement d'entités physiques ou chimiques sous la contrainte des principes de conservation et de transformation de l'énergie. » in *Ibid.*, p. 123

5 *Ibid.*, p. 124

Lindeman : « la seule unité d'étude qui convienne est, selon lui, celle de l'écosystème. »¹

L'analyse de Lindeman repose sur une autre méthode que celle habituellement utilisée dans les analyses des écologues ; Lindeman s'appuie sur les *réseaux trophiques* c'est-à-dire l'ensemble des chaînes alimentaires par lequel l'énergie circule entre les espèces animales dans un temps et un espace donné (un lac par exemple). Cette approche permet de ne pas éliminer les dépendances interspécifiques et de distinguer entre les organismes *producteurs* (dits *autotrophes*), synthétisant les molécules organiques complexes à partir de la photosynthèse, et les organismes *consommateurs* (dits *hétérotrophes*), qui consomment les organismes producteurs dont ils dépendent pour produire leur énergie². Les organismes autotrophes ne sont cependant pas autonomes puisqu'ils dépendent de l'énergie du rayonnement solaire :

" The basic process in trophic dynamics is the transfer of energy from one part of the ecosystem to another. All function, and indeed all life, within an ecosystem depends upon the utilization of an external source of energy, solar radiation. " ³

L'analyse de Lindeman se concentre sur la productivité des différentes espèces, réparties selon des niveaux trophiques ; il applique une série de taux ($\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_n$)

1 *Ibid.*, p. 128

2 Raymond Lindeman, [1942], « The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology », *Ecology*, vol. 23, n°4, pp. 400

3 *Ibid.* Traduction proposée : « Le processus fondamental dans l'approche trophique-dynamique est le transfert d'énergie d'une partie de l'écosystème à une autre. Tout fonctionnement, et même toute vie, au sein d'un écosystème dépend de l'utilisation d'une source d'énergie externe, le rayonnement solaire. »

qui permettent de calculer le rendement ainsi que les pertes dans la transformation et les échanges d'énergie (pertes par chaleur corporelle ou par la respiration des organismes), à partir de la source d'énergie principale qu'est le soleil¹. L'écosystème est défini par Lindeman comme *une série de transformations* évoluant vers un état stable, que Lindeman nomme « *succession* »². Cette approche permet à Lindeman d'estimer la production en fonction du temps, ainsi que les différents états par lequel un milieu doit passer jusqu'à atteindre un état de stabilité. L'approche de Lindeman est essentiellement *dynamique* ; l'écosystème évolue comme une unité en fonction du temps et de variables climatiques³. L'écosystème constitue une unité dynamique, unifiée par l'étude des transformations énergétiques qui synthétise les approches partielles des naturalistes :

" Analyses of food-cycle relationships indicate that a biotic community cannot be clearly differentiated from its abiotic environment; *the ecosystem* is hence regarded as the more fundamental ecological unit. "⁴

1 *Ibid.*, p. 407-409

2 " From the trophic-dynamic viewpoint, succession is the process of development in an ecosystem, brought about primarily by the effects of the organisms on the environment and upon each other, towards-a relatively stable condition of equilibrium. " *in Ibid.*, p. 409. Traduction proposée : « Du point de vue trophique-dynamique, la succession est le processus de développement dans un écosystème, provoqué principalement par les effets des organismes sur l'environnement et les effets des organismes les uns sur les autres, vers une condition d'équilibre relativement stable. »

3 *Ibid.*, p. 413

4 *Ibid.*, p. 415. Traduction proposée : « Les analyses des relations entre les chaînes alimentaires indiquent qu'une communauté biotique ne peut pas être clairement différenciée de son environnement abiotique. l'écosystème est donc considéré comme l'unité écologique la plus fondamentale. »

En se tenant à l'écart d'une approche trop partielle qui négligerait certaines dimensions des réseaux trophiques, Raymond Lindeman constitue l'écosystème comme une unité synthétisant des processus hétérogènes mais néanmoins quantifiables. Jean-Paul Deléage résume l'apport de Lindeman dans ces termes :

« L'écosystème apparaît comme l'unité par excellence des échanges d'énergie dans la nature. [...] La thermodynamique, née comme science de la nature et du vivant, retrouve avec Lindeman l'une de ses vocations premières. Les flux d'énergie et de matière sont mesurés et ils constituent un réseau dont les nœuds d'intensité sont les êtres vivants. Ce réseau *est* l'écosystème. »¹

Les écosystèmes sont des unités essentiellement quantifiées, dont la dynamique de fonctionnement est indissociable de grandeurs plus ou moins rectifiées par des taux et des marges de négligence². L'histoire de l'émergence de cette notion d'écosystème est indissociable d'un processus de quantification de plus en plus affiné, importé directement des travaux en thermodynamique³.

Mis à part la thermodynamique, la cybernétique a un rôle important dans le développement de l'étude des écosystèmes comme une science autonome⁴. Du point

1 Jean-Paul Deléage, [1991], *Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature*, op. cit., p. 135. Historiquement, il est cependant faux d'affirmer que la thermodynamique est « née comme une science de la nature et du vivant ».

2 Lindeman choisi par exemple de négliger les pertes issues des organismes hétérotrophes morts prématurément.

3 Howard T. Odum (1924-2002), écologue connu pour avoir formalisé les diagrammes des flux d'énergies dans les écosystèmes en 1956 a par ailleurs proposé d'ajouter un « principe de maximum de puissance » aux autres principes de la thermodynamique. Voir Jean-Paul Deléage, [1991], *Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature*, op. cit., p. 137

4 Il existe par ailleurs des liens très profonds entre la thermodynamique et la cybernétique, notamment chez Wiener.

de vue conceptuel, la cybernétique va contribuer à clarifier un certain nombre de notions associées à la *dynamique* des écosystèmes et à l'échelle de l'approche écosystémique. Howard T. Odum et son grand-frère Eugene P. Odum, ont activement participé à la popularisation de l'écologie, entre autres avec la publication de *Fundamentals of Ecology* en 1953 qui est resté un texte fondateur pour la discipline¹. Dans un texte qui résume *Fundamentals of Ecology*², Eugene Odum distingue deux apports importants de la cybernétique : la notion de « niveaux d'organisation » et celle de « niveaux d'intégration »³. La notion de « niveaux d'organisation » permet de distinguer des échelles dans l'étude des écosystèmes ; les écosystèmes peuvent désigner des unités plus ou moins macroscopiques, qu'il s'agisse de « systèmes d'organismes », de « populations » ou de « communautés »⁴ Bien que cette hiérarchie des niveaux d'organisation soit « arbitraire », elle détermine cependant les ordres de grandeur à utiliser dans l'analyse des écosystèmes ; alors que les échanges de matières au sein d'une communauté de termites sont mesurées en kilogrammes avec une marge d'erreur relativement faible, l'étude de l'écosystème d'un lac de plusieurs centaines d'hectares fait appel à une quantification beaucoup moins précise, faisant intervenir un plus grand nombre d'interactions, donc potentiellement plus d'erreurs. Quant à la notion de « niveau d'intégration », elle désigne le fait que des propriétés

1 *Ibid.*, p. 137

2 Il s'agit d'un texte sobrement intitulé *Ecology* mais qui se veut pluridisciplinaire puisqu'il est sous-titré *The Link Between the Nature and Social Sciences*. Ce texte, publié en 1963, a été traduit et édité en français en 1976 à partir d'une version revue et corrigée en 1975. Il s'agit du seul ouvrage des frères Odum disponible en langue française.

3 Eugene P. Odum, [1976], *Écologie. Un lien entre les sciences naturelles et les sciences humaines*, éd. HRW (Montréal, Québec), trad. de l'américain par Raymond Bergeron, préfacé par Paul Duvigneaud, (1975), pp. 1-5

4 *Ibid.*, p. 2

émergent au niveau de certaines échelles d'un système donné. À une échelle déterminée, toutes les parties d'un système considéré peuvent « s'intégrer » ensemble pour former une nouvelle propriété au niveau macroscopique¹.

À partir de ces deux notions de « niveaux d'organisation » et de « niveaux d'intégration » ayant valeur de *principes*, l'écosystémique est en mesure de proposer un projet scientifique global : l'étude des systèmes et une science du système Terre. Mais en faisant dépendre l'analyse des écosystèmes de la théorie générale des systèmes et de la cybernétique, il semblerait qu'Eugene Odum tende à affaiblir l'unité attribuée à l'écosystème et la singularité de cette unité défendue par Tansley en 1935 ; l'écosystème ne serait alors *qu'un niveau de la théorie des systèmes*. Il importe donc de préciser le statut de l'unité des écosystèmes, à partir d'Eugene Odum et par rapport à la théorie des systèmes.

6.2) *Unité et dynamique des écosystèmes : cycles et transformations*

Selon Eugene Odum, la science cherche à analyser les parties constituant un système ; elle vise à décomposer les parties d'une unité pour étudier ces parties indépendamment de l'ensemble et des relations qu'elles entretiennent. Cette démarche qu'il nomme « réductionnisme »² est selon lui contrebalancée par

- 1 Eugene Odum résume ainsi ce principe des niveaux d'intégration : « lorsque les composants se combinent pour produire des entités plus grandes et plus fonctionnelles dans une série hiérarchique, de nouvelles propriétés émergent. » *in Ibid.*, p. 5. Aujourd'hui on parle plus simplement de « propriétés émergentes d'un système » pour désigner ce principe.
- 2 Ce « réductionnisme » vise une spécialisation des différentes sciences « qui met l'accent sur l'étude précise et détaillée d'unités de plus en plus petites sous prétexte que c'est la seule façon de traiter des sujets complexes. » *in Ibid.*, p. 5. Le terme de « réductionnisme » est trompeur ; il existe bien évidemment une forme de réductionnisme dans l'étude des écosystème, dès lors que

l'approche systémique qui considère des ensembles au niveau macroscopique. Eugene Odum affirme malgré tout que l'approche systémique n'est pas antagoniste mais complémentaire de l'approche réductionniste :

« non seulement devons-nous avoir des connaissances sur les arbres pour comprendre et aménager adéquatement une forêt, mais encore devons-nous étudier cette forêt en tant qu'écosystème. »¹

Il existe une certaine unité de la forêt *comme écosystème*. Mais une forêt, un lac ou un désert correspondent-ils à des écosystèmes, donc à des unités distinctes, ou s'agit-il de systèmes plus ou moins analogues et réductibles entre eux ? L'ambiguïté de la position d'Eugene Odum tient au fait qu'il croise *deux significations* de la notion d'écosystème : celle qui désigne l'écosystème comme une *unité quantifiée faisant référence à une réalité existante* et celle qui désigne l'écosystème comme un *modèle*, c'est-à-dire une structure répliquable et transposable indépendamment de l'objet auquel elle s'applique. En réalité Eugene Odum importe la modélisation *dans l'étude des écosystèmes* en tant qu'elle permet de généraliser et surtout de schématiser le fonctionnement générique d'un écosystème².

Cette approche par la modélisation, qui vise à produire une théorie générale du fonctionnement des systèmes naturels, est cependant contredite par de nombreuses

l'ensemble des événements qui forment un milieu sont réduit à des échanges et des variations de quantités d'énergies.

1 *Ibid.*

2 Nous ne reviendrons pas sur les exigences imposées par le travail de schématisation. Nous renvoyons au livre de François Dagognet, *Écriture et iconographie* (1973) qui traite abondamment de ce sujet dans des domaines aussi vastes que la cristallographie ou la botanique.

propositions que l'on trouve dans *Ecology*. Les écosystèmes ne semblent pas désigner de simples modèles lorsque Eugene Odum écrit par exemple que « l'écosystème est l'unité fonctionnelle de base qu'il faut d'abord connaître puisqu'elle inclut à la fois les organismes et l'environnement non-vivant. »¹ et qu'à ce titre « en considérant d'abord l'écosystème, nous nous trouvons véritablement à aborder l'étude de l'écologie par le biais de l'anatomie macroscopique et de la physiologie de la nature »². Si la physiologie n'est pas simplement l'étude du *système du vivant* mais bien des fonctions du vivant et de ses organes, en tant qu'ils font référence à des propriétés *constitutives du vivant*, l'unité désignée par la notion d'écosystème n'est pas simplement celle d'un objet épistémique ou d'une entité modélisable, mais fait nécessairement référence à une unité ayant un certain nombre de propriétés caractéristiques *dans le monde naturel*. Ce point est confirmé par l'émergence de *types* d'écosystèmes dans l'analyse proposée par Eugene Odum ; ces types ne désignent pas des variétés de modélisation, mais correspondent à des qualités propres au milieu décrit.

Eugene Odum distingue deux grands types d'écosystèmes alimentés par l'énergie solaire : *les écosystèmes terrestres* (prés, forêts) et *les écosystèmes aquatiques* (lac, étang), auxquels s'ajoutent les *réécifs coralliens tropicaux* qui désignent un type d'écosystème complexe et fragile. Ces écosystèmes divergent par les espèces qui les habitent, mais au niveau macroscopique la divergence se situe

1 Eugene P. Odum, [1976], *Écologie. Un lien entre les sciences naturelles et les sciences humaines*, *op. cit.*, p. 3

2 *Ibid.*

dans le rendement produit par la matière vivante, et dans l'inégale distribution de l'activité au sein de la biomasse³ :

« À cause des différences de taille chez les plantes, la biomasse, ou récolte sur pied des écosystèmes terrestres et aquatiques peut être fort différente. La biomasse végétale en terme de grammes de matière sèche par mètre carré peut équivaloir à 10 000 ou plus dans une forêt mais à moins de 5 dans un étang, un lac ou un océan. Malgré leur différence de taille, 5 g. de plantes minuscules sont capables de fabriquer autant de nourriture dans une période de temps donnée que 10 000 g. de plantes de forte taille pour une même quantité de lumière, de minéraux et de subsides énergétiques. »²

Il existe une différence *qualitative* fondamentale entre ces types d'écosystèmes qui tient essentiellement à leurs rendements respectifs. Cette différence émerge lorsque l'on compare le rapport entre la *quantité d'énergie produite* et la *masse totale de matière vivante* (biomasse). La totalité de la biomasse des milieux aquatiques participe activement à la transformation de l'énergie du rayonnement solaire, alors que dans les forêts les feuilles – qui sont les organes actifs de transformation de l'énergie solaire – représentent entre 1 et 5 % de la biomasse totale. Les écosystèmes aquatiques possèdent des propriétés singulières ; leur rendement est beaucoup plus important que celui des écosystèmes terrestres. À ce titre, ils désignent des types d'unités identifiées au niveau du *paysage* comme au niveau *fonctionnel*. L'étude des

3 La biomasse désigne la quantité de matière vivante exprimée en poids par unité de surface ou de volume.

2 *Ibid.*, p. 23

écosystèmes aquatiques permet de comprendre qu'il existe un type, une *quiddité* propre à qualifier ces unités indépendamment des singularités locales¹. Ce point permet d'expliquer pourquoi Eugene Odum considère que les écosystèmes sont des « unités reconnaissables *du paysage* »² et non simplement des objets épistémiques. Un écosystème manifeste des fonctions non sensibles, mais celles-ci font référence à des entités *au niveau du paysage et des milieux naturels*. Comme il l'écrit :

« Un étang a des limites bien précises et devient une unité identifiable en termes de structure et de fonction, même si ce n'est pas un système fermé. »³

Le fait que les écosystèmes soient des objets identifiables est particulièrement important pour notre problème, dans la mesure où Eugene Odum défend l'idée que les écosystèmes *sont plus que des modèles* et qu'ils réfèrent à des unités qui ne sont pas seulement nominales mais fondées dans l'expérience.

Ce point permet d'aborder le rôle de l'empirisme dans la connaissance des écosystèmes. Eugene Odum souligne bien que l'ensemble des outils d'analyse et de mesure à disposition de l'écologue pour l'étude d'un terrain, fournissent des données insuffisantes à l'étude complète d'un écosystème :

1 La *quiddité* désigne dans la scolastique *l'essence d'un type d'individu*, les accidents singuliers propres à un individu étant *l'écécité* de cet individu. André Lalande, article « Quiddité », in [1997], *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*. Volume 2 : N-Z, *op. cit.*, non paginé.

2 *Ibid.*, p. 20

3 *Ibid.*, p. 28

« le simple inventaire des composants d'un écosystème ne nous renseigne pas énormément sur ce qui se passe dans ce système ; pour le comprendre complètement, il est également nécessaire de prendre des mesures sur le taux de flux d'énergie, sur la vitesse d'échange des nutriments, et sur d'autres propriétés fonctionnelles. »¹

Les « propriétés fonctionnelles » sont précisément ce qui occupe les écologues depuis les premiers travaux de formalisation et de quantification des écosystèmes. L'existence présumée de « propriétés fonctionnelles » communes au vivant et aux systèmes artificiels, envisagés du point de vue des échanges énergétiques, a justifié l'importation des méthodes de la thermodynamique et de la physique des gaz parfaits dans le champ de l'écosystémique. Au niveau empirique, les écosystèmes ne sont pas des unités observables mais *concevables* ; l'analyse des composants d'un écosystème doit être complétée par des données informant la dynamique de l'écosystème étudié dans le temps. C'est le rôle des « traceurs » dans l'étude de terrain :

« Tout comme l'utilisation du microscope permet une observation plus détaillée de la structure des constituants d'un écosystème, de même l'emploi de traceurs augmente notre capacité d'observation de la fonction de cet écosystème. »²

Le microscope est un *outil analytique* qui permet d'analyser les constituants d'un écosystème ; à l'inverse les traceurs sont des *outils dynamiques*, ce sont de « petites quantités de substance facilement détectables » qui permettent une « évaluation

1 *Ibid.*, p. 30

2 *Ibid.*, p. 34

quantitative des flux de matière »¹ à travers le temps. Pour étudier la variation d'une population de plancton au cours du temps, l'écologue est face à un choix. Il peut soit utiliser un certain nombre de traceurs, pour identifier l'évolution d'un nombre d'individus représentatifs de la population de plancton étudiée, ou bien il peut reprendre des équations issues de la thermodynamique, et qui offrent une bonne approximation de l'évolution d'une population, comme c'est le cas des équations de Lotka-Volterra.

Les écosystèmes sont des unités constituées *a posteriori* qui synthétisent des données analytiques et dynamiques ; l'écosystème est une unité divisible en tant qu'elle est toujours analysable statiquement et décomposable en *cycles*. Il ne s'agit pas d'objets empiriques bien que l'observation et l'induction a peut-être permis de produire des équivalents normatifs de la notion d'écosystème dans l'histoire. C'est en tant que les écosystèmes sont des unités quantifiables et modélisables suivant une dynamique qu'ils sont des objets pour les sciences². Notre but n'est pas de statuer sur la valeur scientifique des objets comme les écosystèmes ou sur la légitimité d'une science comme l'écosystémique, mais de montrer que la constitution de l'écosystème comme unité au cours du XX^{ème} siècle montre une certaine *activité rationaliste*³,

1 *Ibid.*, p. 34-36

2 Un écosystème est aujourd'hui défini dans ces termes : « Le modèle écosystémique souligne principalement les relations trophiques (alimentation, cycles géochimiques), l'influence des facteurs abiot (climat, substances nutritives) et des facteurs biot (espèces, populations, biocénoses). La dépendance totale envers l'énergie solaire apparaît clairement [...] La productivité de l'ensemble de l'écosystème peut être déterminée en tant qu'apport de biomasse (g, kg, t) par unité de surface (m² ou ha) par unité de temps (jour, année). » in Dieter Heinrich, Manfred Hergt, [1993], *Atlas de l'écologie*, éd. Le Livre de poche, La Pochothèque (Paris), coll. Encyclopédies d'aujourd'hui, trad. de l'allemand par Josselin Mercier (1990), p. 61

3 Cette expression reprise à Gaston Bachelard dans *L'activité rationaliste de la physique contemporaine* (1951) caractérise bien le mouvement à l'origine de la production d'un objet ou d'un fait scientifique.

activité qui est proprement scientifique. Dans ce cas, il serait possible d'affirmer que l'écosystémique *construit son objet*.

Si la possibilité de produire des connaissances nouvelles caractérise les sciences, il peut être important de s'intéresser aux connaissances produites par l'étude des écosystèmes. Outre des progrès dans la modélisation du comportement des écosystèmes soumis à des variations plus ou moins accidentelles, un apport majeur de l'étude des écosystèmes se situe dans la généralisation de la notion de « transformation » utilisée en physique, notamment dans l'étude des *cycles de transformations* en thermodynamique¹. L'étude des écosystèmes a permis de révéler l'existence de *cycles* dans les milieux naturels, cycles que l'on nomme *biogéochimiques* à partir des travaux de Vernadsky et de Lotka². Les cycles du carbone, de l'oxygène mais surtout les cycles plus complexes de l'azote et du phosphore ont permis de révéler un certain nombre de déséquilibres importants dû aux activités humaines³ ; l'influence des engrais sur le cycle de l'azote par exemple explique *l'eutrophisation*⁴ de certains milieux aquatiques à proximité des activités agricoles. Nous ne reviendrons pas sur l'explication de ces cycles, nous souhaitons simplement, pour terminer notre étude, aborder l'importance de ces cycles dans la constitution des écosystèmes.

- 1 Parmi les cycles les plus importants étudiés par la thermodynamique on citera le cycle de Rankine ou le cycle de Carnot.
- 2 La première formalisation de ces cycles biogéochimiques apparaît dans l'ouvrage majeur d'Alfred Lotka, *Elements of Physical Biology* publié en 1925. Voir Jean-Paul Deléage, [1991], *Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature, op. cit.*, p. 213
- 3 Dieter Heinrich, Manfred Hergt, [1993], *Atlas de l'écologie, op. cit.*, pp. 62-65
- 4 L'eutrophisation désigne un enrichissement trop important d'un milieu aquatique par des substances nutritives propices à une multiplication rapide des organismes envahissants.

La connaissance des transformations dans les systèmes physiques a été étudiée par le mathématicien Julien Pacotte dans un ouvrage intitulé *La pensée technique*¹. Dans cet ouvrage, Pacotte souhaite produire une connaissance qu'il nomme « technique » qui soit « une science de la transformation » des formes et des objets appuyée sur la physique². Pour Pacotte une transformation manifeste deux choses : elle permet d'« amplifier tout et particulièrement les images, les déplacements » et par la même de « convertir en extension, en déplacements, en graphiques enregistrés, toutes les grandeurs physiques intensives et le temps lui-même. »³ Connaître les transformations permet de connaître les conditions par lequel un phénomène possède *une existence dynamique*. Pacotte, particulièrement sensible aux travaux en géologie et en géochimie, propose même d'étudier les transformations naturelles par analogie avec les transformations artificielles connues de la physique⁴. Dans le cas des écosystèmes, la connaissance des relations physiques et des cycles biogéochimiques permet de *spatialiser* et de *temporaliser* chaque écosystème ; les cycles de transformations permettent de « détecter » l'existence d'un écosystème ainsi que sa

1 Julien Pacotte, [1931], *La Pensée technique*, éd. Félix Alcan (Paris), coll. Bibliothèque de philosophie contemporaine, 154 p. Cet ouvrage est cité par Canguilhem dans sa conférence *Machine et organisme*, il a certainement eu une influence considérable sur Simondon car on y trouve exposé des concepts clés comme celui de « métastabilité » sur lequel Simondon s'appuie pour penser l'individuation ainsi que la distinction entre opérations et structure, fondamentale pour l'*Allagmatique*.

2 *Ibid.*, p. 58

3 *Ibid.*, p. 66

4 « Nous ne pouvons nous en tenir à la simple description des transformations sans égard à leurs circonstances physiques. [...] En particulier, on saisit la signification de l'extraction de la houille, l'instant que représente cette industrie dans le cycle géochimique du carbone, en quel sens le végétal décompose l'anhydride carbonique de l'air pour se construire avec du carbone, comment cette circonstance a fait travailler tout un règne de la nature à nous préparer avec l'opération inverse (recombinaison des deux éléments) » *in Ibid.*, p. 23

dynamique propre¹. L'étude des transformations manifeste les écosystèmes comme des unités ayant *un devenir propre* ; certains cycles biogéochimiques, comme celui du phosphore, font intervenir des processus d'érosion particulièrement lents en comparaison du temps biologique des organismes. Mais dans la mesure où le phosphore intervient *toujours* dans les transformations au sein d'un écosystème, il détermine *chaque écosystème* comme une unité singulière, ayant un temps propre et un cycle caractérisé. L'étude des cycles biogéochimiques comme des transformations énergétiques permet de déterminer l'*identité* d'un écosystème à travers le temps.

1 Pour Pacotte la connaissance des transformations est importante « dans le domaine de la détection des phénomènes en général (les amener à la perception) et celui de la mesure (les amener à une longueur, à un déplacement). » *in Ibid.*, p. 66

Conclusion
DES FORMES D'UNITÉ

L'examen du problème de l'unité à partir de la lecture de la correspondance entre Leibniz et Arnauld nous a permis de montrer que l'alternative entre multiplier les unités, ou au contraire rejeter toute forme d'unité, n'était pas envisageable. Le problème de l'unité consiste à se placer au niveau des *critères* qui permettent de déterminer une chose comme étant *une*, ces critères étant issus de sciences constituées. Nous avons vu que selon Leibniz il existe des formes d'unité contextuelles existantes sous certaines conditions. S'il existe nécessairement des unités véritables et des phénomènes qui peuvent être divisés à l'infini, certaines unités peuvent répondre d'un emploi contextuel et spécifique, à l'image de l'armée de la Compagnie des Indes de Hollande. L'Ontologie Orientée Objet, dont l'hypothèse principale consiste à affirmer que tout est objet, résout le problème de l'unité au sens leibnizien en neutralisant la tension, au prix d'une très grande extension de la catégorie d'objet. Mais multiplier les objets ou les systèmes pour chaque ordre de grandeur, et à tous les niveaux de la réalité, ne résout pas le problème des critères sous-entendus lorsque l'on affirme d'une chose qu'elle est *une*.

L'apport fondamental de Simondon au problème de l'unité se situe précisément dans le renouvellement des critères d'unité issus de la physique classique et de la mécanique des solides. En souhaitant étudier l'individuation sans *a priori* substantialistes, Simondon cherche à concevoir l'unité dans des termes dynamiques à l'aide de critères issus de la physique des changements d'états et plus généralement de la thermodynamique. Mais en éliminant la possibilité d'une constitution des unités *a posteriori*, Simondon s'est trouvé en difficulté devant l'étude des objets techniques. Le projet d'une philosophie des objets techniques, en tant qu'elle cherche à reconstituer l'unité primitive de l'objet et de son « milieu associé », procède d'une genèse *à rebours*. L'unité de l'objet technique et de son milieu repose sur des considérations énergétiques qui supposent des schèmes de compréhension du fonctionnement des objets ou des individus techniques. L'étude de l'individuation comme celle des objets techniques fait signe vers une compréhension *fonctionnelle de l'unité*, qui suppose d'isoler un processus ou des transformations *au sein* d'un individu, ou *entre* un individu et son milieu. Si « l'écécité vraie est une écécité fonctionnelle »¹, la compréhension de l'individu repose sur une compréhension de l'unité définie dans des termes *dynamiques*.

Cette approche fonctionnelle de l'unité, essentiellement constituée *a posteriori*, se retrouve dans les objets étudiés par la biogéochimie et plus généralement par les sciences de la Terre, à travers les notions de biosphère et d'écosystème dont nous avons étudié la naissance et les conditions de quantification. Le statut de ces unités

1 Gilbert Simondon, [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, *op. cit.*, p. 66

est ambiguë dans la mesure où elles sont l'objet d'une science particulière nettement distincte de la biologie qui étudie les *composants* des écosystèmes, sans nécessairement tenir compte de l'écosystème comme unité. Mais si un écosystème désigne une unité, qui ne soit pas simplement l'unité d'un système, mais qui se réfère à une entité du paysage ou du monde naturel, alors affirmer que tel écosystème *forme une unité* n'est pas un abus de langage. Les écosystèmes étant essentiellement définis par les transformations qui s'y opèrent, il existe un devenir propre à ces unités qui ne peut être compris que par la quantification et l'estimation de ses cycles. Les cycles manifestent le temps propre à chaque écosystème, ils caractérisent un écosystème comme unité, à la fois quantifiée et située.

Nous nous étions demandé comment une chose pouvait former une unité tout en étant divisible. Il est apparu que les critères énergétiques et particulièrement les notions de transformations et de cycles énergétiques permettent d'argumenter en faveur d'unités réelles quoique divisibles. Contre l'Ontologie Orientée Objet nous souhaitons essentiellement *pluraliser les formes d'unité* ; la catégorie d'objet n'est pas valide si elle est comprise comme une catégorie pouvant répondre de toutes les choses indépendamment de leurs échelles, des méthodes qui permettent de les découvrir ou de la probabilité de leur existence¹. Les critères énergétiques, qui paraissent en mesure de définir des formes d'unité et invalident les unités simplement nominales ou arbitraires, permettent de nous tenir à l'écart de l'Ontologie Orientée Objet et de son postulat principal d'une *équivalence stricte* entre les objets, les

1 En ce qui concerne l'O.O.O., la critique adressée à un certain nombre d'intellectuels par Jacques Bouveresse dans *Prodiges et vertiges de l'analogie* (1999) nous paraît d'une grande actualité.

relations et les rapports¹. Ce postulat est avant tout idéologique : considérer la biosphère ou les écosystèmes comme des objets ne résout aucun problème philosophique. Étudier sérieusement les concepts produits par l'écosystémique implique de réformer certains problèmes et non pas de les assimiler à une ontologie préexistante. Nous affirmons, à partir de Leibniz et de Simondon qu'il est possible mais surtout *nécessaire* de s'appuyer sur des critères privilégiés qui valident ou invalident l'unité d'une chose.

Prendre au sérieux cette notion d'écosystème ou de biosphère, à l'heure de ce que l'on nomme l'« Anthropocène »², ne consiste pas à personnifier ou à idéologiser les écosystèmes, mais incite à considérer des unités qui *comme telles* ne correspondent pas à nos catégories. Dire d'un écosystème qu'il est un système complexe ou un « hyperobjet » ne fait que déplacer le problème et donner l'illusion que la philosophie comprend ou identifie ces entités. Nous avons pris le parti d'intégrer ces notions à des problèmes philosophiques afin d'enrichir la définition de l'unité. Il est possible, en s'appuyant sur des critères énergétiques et notamment sur l'étude des cycles et des transformations, d'affirmer l'existence d'unités macroscopiques qui avait été méconnues ou ignorées auparavant. L'intuition normative d'une économie de la nature, au sens de Linné³, est confirmée par l'étude des écosystèmes qui désignent aujourd'hui des unités *dans le monde naturel*. Si

- 1 Une relation n'est pas un rapport. Cette distinction majeure est essentielle pour comprendre la philosophie simondonienne.
- 2 Il existe une abondante littérature sur l'Anthropocène. La synthèse la plus complète en français sur cette notion se trouve dans le livre de Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz, *L'Évènement anthropocène. La Terre, l'histoire et nous*, publié en 2013 et republié en 2016 dans une édition augmentée.
- 3 Jean-Paul Deléage, [1991], *Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature*, *op. cit.*, p. 28

comme l'écrivait Canguilhem « la philosophie est une réflexion pour qui toute matière étrangère est bonne »¹ alors ces formes d'unité sont susceptibles d'enrichir la philosophie et ses problèmes.

1 Georges Canguilhem, [1966], *Le Normal et le pathologique*, *op. cit.*, p. 7

BIBLIOGRAPHIE

Philosophie

- BERGSON H., [1959], *Œuvres*, Presses Universitaires de France (Paris), éd. du Centenaire, 1602 p.
- BARTHÉLÉMY J.-H., [2008], *Simondon ou l'encyclopédisme génétique*, éd. Presses Universitaires de France (Paris), coll. Science, histoire et société, 165 p.
- BOUVERESSE J., [1999], *Prodiges et vertiges de l'analogie*, éd. Raisons d'agir (Paris), 158 p.
- GOLDSCHMIDT V., [2003], *Le Paradigme dans la dialectique platonicienne*, éd. Vrin (Paris), coll. Bibliothèque d'histoire de la philosophie, (1ère éd. PUF : 1947), 142 p.
- ELSTER J., [1975], *Leibniz et la formation de l'esprit capitaliste*, éd. Aubier Montaigne (Paris), coll. Analyse et raisons, 253 p.
- IMBERT C., [2008], *Lévi-Strauss, le passage du Nord-Ouest* précédé d'un texte de Claude Lévi-Strauss : *Indian Cosmetics*, éd. L'Herne (Paris), coll. Carnet, 226 p.
- LALANDE A., [1997], *Vocabulaire technique et critique de la philosophie. Volume 2 : N-Z*, éd. Presses Universitaires de France, (Paris), coll. Quadrige, (1ère éd. : 1926), non paginé
- LUCRÈCE, [1876] *De la Nature des choses (De rerum natura)*, éd. Sandoz et Fischbacher (Paris), trad. par André Lefèvre, 299 p.
- LEIBNIZ G.W., [1972], *Œuvres*, éd. Aubier Montaigne (Paris), coll. Bibliothèque de philosophie, édition de Lucy Prenant, (1ère éd. Classique Garnier : 1940), 537 p.
- LEIBNIZ G.W., [2004], *Discours de métaphysique suivi de Monadologie et autres textes*, éd. Gallimard, (Paris), coll. Folio Essais, édition établie, présentée et annotée par Michel Fichant, 562 p.
- LEIBNIZ G. W., [2001], *Opuscules philosophiques choisis*, éd. Vrin (Paris), coll. Bibliothèque des textes philosophiques, texte latin et traduction par Paul Schrecker, (1959), 321 p.
- LEIBNIZ G. W. [1998], *Recherches générales sur l'analyse des notions et des vérités : 24 textes métaphysiques et autres textes logiques et métaphysiques*, éd. Presses Universitaires de France (Paris), coll. Épiméthée, 520 p.

- HARMAN G., [2016], *Immaterialism: Object and Social Theory*, éd. Polity (Cambridge), coll. Theory Redux, 140 p.
- HARMAN G., [2018], *Object Oriented Ontology: A New Theory of Everything*, éd. Pelican (Londres, UK), 304 p.
- MORTON T., [2018], *Hyperobjets. Philosophie et écologie après la fin du monde*, coéd. EPCC Cité du design – École supérieure d'art et design (Saint-Etienne), trad. par Laurent Bury, 230 p.
- PLAUD S., [2018], *Expression et coordination. De Leibniz à Wittgenstein*, éd. Vrin (Paris), coll. Problèmes de la raison, 260 p.
- RAUZY J.-B., [2001], *La Doctrine leibnizienne de la vérité : aspects logiques et ontologiques*, éd. Vrin (Paris), coll. Histoire de la philosophie, 353 p.
- SCHULTHESS D., [2009], *Leibniz et l'invention des phénomènes*, éd. Presses Universitaires de France (Paris), coll. Philosophie d'aujourd'hui, 291 p.
- SECRETAN P., [1984], *L'Analogie*, éd. Presses Universitaires de France (Paris), coll. « Que sais-je ? », 128 p.
- SIMONDON G., [1989], *Du Mode d'existence des objets techniques*, éd. Aubier (Paris), coll. Res. L'invention philosophique, préface de John Hart et postface de Yves Deforge, (1ère éd : 1958), 333 p.
- SIMONDON G., [1964], *L'Individu et sa genèse physico-biologique. (L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information)*, éd. Presses Universitaires de France (Paris), coll. Épiméthée, 304 p.
- SIMONDON G., [2005], *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, éd. Jérôme Millon (Grenoble), coll. Krisis, 571 p.
- DE SOLAGES B., [1946], *Dialogue sur l'analogie*, éd. Aubier (Paris), 165 p.

Épistémologie

- BACHELARD G., *Épistémologie*, [1978], éd. Presses Universitaires de France (Paris), coll. Sup, textes choisis par Dominique Lecourt, 216 p.
- BACHELARD G., [1970], *La Formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, éd. Vrin (Paris), coll. Bibliothèque des textes philosophiques (1ère éd. :1938), 256 p.
- CANGUILHEM G., [1992] *La Connaissance de la vie*, éd. Vrin (Paris), coll. Bibliothèque des textes philosophiques, poche (1965), 253 p.

- CANGUILHEM G., [1966], *Le Normal et le pathologique*, éd. Presses Universitaires de France (Paris), coll. Quadrige, 290 p.

- DAGOGNET F., [2004], *Le Catalogue de la vie*, éd. Presses Universitaires de France (Paris) coll. Quadrige (1ère éd. : 1970), 243 p.

- DAGOGNET F., [1973], *Écriture et iconographie*, éd. Vrin (Paris), coll. Problèmes et controverses, 170 p.

Sciences physiques et sciences de la nature

- BONNEUIL C., FRESSOZ J.-B., [2016], *L'Évènement anthropocène. La Terre, l'histoire et nous*, éd. Seuil (Paris), coll. Points histoire, (2013), 336 p.

- BRUNHES B., [1991], *La Dégradation de l'énergie*, éd. Flammarion (Paris), coll. Champs, (1909), 410 p.

- DELÉAGE J.-P., [1991], *Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature*, éd. La Découverte (Paris), coll. Histoire des sciences, 330 p.

- HECHT E., [1999], *Physique*, éd. De Boeck (Bruxelles), coll. Physique, trad. de l'américain par Tamer Bécherrawy, revue par Joël Martin, (1996), 1304 p.

- HEINRICH D., HERGT M., [1993], *Atlas de l'écologie*, éd. Le Livre de poche, La Pochothèque (Paris), coll. Encyclopédies d'aujourd'hui, trad. de l'allemand par Josselin Mercier (1990), 284 p.

- ODUM E. P., [1976], *Écologie. Un lien entre les sciences naturelles et les sciences humaines*, éd. HRW (Montréal, Québec), trad. de l'américain par Raymond Bergeron, préfacé par Paul Duvigneaud, (1975), 254 p.

- OSTWALD W., [1910], *L'Énergie*, éd. Félix Alcan (Paris), coll. Nouvelle collection scientifique, 264 p.

- PACOTTE J., [1931], *La Pensée technique*, éd. Félix Alcan (Paris), 126 p.

- SANDORI P., [1983], *Petite logique des forces. Constructions et machines*, éd. Seuil (Paris), coll. Points Sciences, trad. de l'américain par Alain Laverne (1982), 233 p.

- VARELA F. J., [1989], *Autonomie et connaissance. Essai sur le vivant*, éd. Seuil (Paris), coll. La couleur des idées, trad. de l'américain par Paul Bourguine et Paul Dumouchel, 247 p.

- VERNADSKY W., [2002], *La Biosphère*, éd. Seuil (Paris), coll. Sciences, trad. du russe (traducteur non précisé), préface de Jean-Paul Deléage, 281 p.

- WIENER N., [2014], *Cybernétique et société. L'usage humain des êtres humains*, éd. Points (Paris), coll. Sciences, trad. de l'américain par Pierre-Yves Mistoulon, revue par Ronan Le Roux, (1ère éd. : 1962), 220 p.

Histoire des sciences

- AKRICH M., CALLON M., LATOUR B., [2006], *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs*, éd. Presses des Mines (Paris), coll. Sciences sociales, 401 p.

- GILLE B., [1978], *Histoire des techniques*, éd. Gallimard (Paris), coll. Pléiade, 1649 p.

- LATOUR B., [2004], *Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*, éd. La Découverte (Paris), coll. Poche (2004), 382 p.

- LEROI-GOURHAN A., [1971], *L'Homme et la matière. Evolution et technique*, éd. Albin Michel (Paris), coll. Sciences d'aujourd'hui (1ère éd. : 1943), 352 p.

- MORIN E., [1977], *La Méthode. I La Nature de la Nature*, éd. Seuil (Paris), coll. Points Essais, 400 p.

- SCHLANGER J., [1995], *Les Métaphores de l'organisme*, éd. L'Harmattan (Paris), coll. Histoire des sciences humaines, 272 p.

ARTICLES

- BARTHÉLÉMY J.-H. ., [2014], « Simondon, ou le symptôme d'une époque. Chronique d'une redécouverte », *Hermès, La Revue*, vol. 70, no. 3, 2014, pp. 191-196. (en ligne)

- BONTEMS V., [2008], « Quelques éléments pour une épistémologie des relations d'échelle chez Gilbert Simondon », *Appareil*, n°2, (en ligne)

- BOUVERESSE J., [1999], « La Philosophie naturelle de Boltzmann », *Philosophia Scientiæ*, tome 3, n°2 (1998-1999), pp. 9-30 (en ligne)

- CANGUILHEM G., [1974], « La Question de l'écologie : La Technique ou la vie », *Dialogue*, mars 1974, disponible dans : DAGOGNET F., [2000], *Considérations sur l'idée de nature*, éd. Vrin (Paris), coll. Pour demain, pp. 183-191

- CHARVOLIN F., [1994], « L'invention de la Biosphère : les fondements d'une méthode », *Natures, sciences, sociétés*, vol. 2, n°1, pp. 21-28, (en ligne)

- LINDEMAN R., [1942], « The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology », *Ecology*, vol. 23, n°4, pp. 399-418, (en ligne)
- MARGAIRAZ S., [2013], « Entre *apeiron* présocratique et métastabilité thermodynamique : l'idée de préindividuel chez Gilbert Simondon », *Methodos*, 13/2013, (en ligne)
- STENGERS I., [2004], « Résister à Simondon? », *Multitudes*, 2004/4. n°18, pp. 55-62, (en ligne)
- TANSLEY A. G., [1935], « The Use and Abuse of Vegetationnal Concepts and Terms », *Ecology*, vol. 16, n°3, pp. 284-307, (en ligne)
- WRIGHT L., [1973], « Functions », *The Philosophical Review*, vol. 82, n°2, pp. 139-168, (en ligne)

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION : Le problème de l'unité – 4

PREMIÈRE PARTIE : Unité et divisibilité selon Leibniz et ses commentateurs

1 : Leibniz et le problème de l'unité – 14

1.1) *Paradigmes physiques et unités véritables selon Leibniz – 15*

1.2) *Unité phénoménale et conception opératoire de l'unité – 21*

1.3) *Leibniz et les formes d'unité – 27*

2 : La catégorie d'objet et le refus des critères d'unité – 32

2.1) *Graham Harman : sous-déterminer et sur-déterminer les objets – 33*

2.2) *« Immaterialisme » : la critique de Leibniz – 37*

2.3) *Prodiges et vertiges de l'objet – 43*

2.4) *L'approche leibnizienne : l'unité contextuelle – 46*

SECONDE PARTIE : Unité et structure de l'individu selon Simondon

3 : Énergie et réalisme de la relation : Simondon et l'individuation – 50

3.1) *L'Individuation et le devenir des individus – 51*

3.2) *Simondon et le paradigme énergétique – 57*

3.3) *Réalisme de la relation et individuation – 65*

3.4) *Critique de la conception simondonienne de l'individuation – 72*

4 : De l'objet à l'individu technique, l'unité de fonctionnement – 77

4.1) *L'objet technique comme structure individualisée – 79*

4.2) *Énergie et « milieu associé » à l'individu technique – 83*

4.3) *Le fonctionnement et « l'écécité fonctionnelle » – 89*

TROISIÈME PARTIE : Unité et transformations des formes d'énergie

5 : Vernadsky et la biosphère – 95

5.1) *La biosphère : unité de transformation* – **95**

5.2) *L'unité biosphérique et l'exigence de quantification* – **100**

5.3) *La biosphère : une unité divisible ?* – **108**

6 : Cycle et unité, le cas des écosystèmes – 116

6.1) *De l'intuition des écosystèmes aux unités quantifiées* – **117**

6.2) *Unité et dynamique des écosystèmes : cycles et transformations* – **126**

CONCLUSION : Des formes d'unité – 136

BIBLIOGRAPHIE – 141