



HAL
open science

Entre chimie et biologie : nutrition, organisation, identité

Cécilia Bognon-Küss

► **To cite this version:**

Cécilia Bognon-Küss. Entre chimie et biologie : nutrition, organisation, identité. Philosophie. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2018. Français. NNT : 2018PA01H215 . tel-02185015

HAL Id: tel-02185015

<https://theses.hal.science/tel-02185015v1>

Submitted on 16 Jul 2019

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

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

UNIVERSITÉ PARIS 1 PANTHÉON-SORBONNE

ECOLE DOCTORALE DE PHILOSOPHIE

THÈSE

Pour l'obtention du grade de docteur de l'Université Paris 1

Discipline : Philosophie

Présentée et soutenue publiquement par

CÉCILIA BOGNON-KÜSS

Le 30 novembre 2018

ENTRE CHIMIE ET BIOLOGIE : NUTRITION, ORGANISATION, IDENTITE

Préparée sous les directions successives de

Jean GAYON

et de

Denis FOREST

Membres du jury :

Delphine ANTOINE-MAHUT, Professeure, École Normale Supérieure de Lyon (Rapporteur)

François DUCHESNEAU, Professeur émérite, Université de Montréal

Denis FOREST, Professeur, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (Directeur)

Pierre-François MOREAU, Professeur émérite, École Normale Supérieure de Lyon

Stéphane SCHMITT, Directeur de Recherches, CNRS (Rapporteur)

Barbara STIEGLER, Professeure, Université Bordeaux-Montaigne

UNIVERSITÉ PARIS 1 PANTHÉON-SORBONNE

ÉCOLE DOCTORALE DE PHILOSOPHIE

THÈSE

Pour l'obtention du grade de docteur de l'Université Paris 1

Discipline : Philosophie

Présentée et soutenue publiquement par

CÉCILIA BOGNON-KÜSS

Le 30 novembre 2018

ENTRE CHIMIE ET BIOLOGIE : NUTRITION, ORGANISATION, IDENTITE

Préparée sous les directions successives de

Jean GAYON

et de

Denis FOREST

Membres du jury :

Delphine ANTOINE-MAHUT, Professeure, École Normale Supérieure de Lyon (Rapporteur)

François DUCHESNEAU, Professeur émérite, Université de Montréal

Denis FOREST, Professeur, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (Directeur)

Pierre-François MOREAU, Professeur émérite, École Normale Supérieure de Lyon

Stéphane SCHMITT, Directeur de Recherches, CNRS (Rapporteur)

Barbara STIEGLER, Professeure, Université Bordeaux-Montaigne

SOMMAIRE

Chapitre 1. La nutrition : esquisse de la question pour une philosophie du vivant	53
1.1 Le « mythe » de la digestion. A propos de Bachelard.....	53
1.2 Nutrition, Génération, Vie. Aristote.....	68
1.3 Les opérations vitales : Comment reconnaître un démon ? Saint Thomas d'Aquin	90
Chapitre 2. Modèles de la nutrition au 17^e siècle.....	97
2.1 La vie existe-t-elle au 17 ^e siècle ?	97
2.2 Fermentation. Van Helmont	106
2.3 Mécanisme. Descartes.....	118
2.4 Conclusion	153
Chapitre 3. Transition. Nutrition, Chimie, Vie.....	155
3.1 Du mécanisme matérialiste au matérialisme vital	155
3.2 Séparer l'inorganique et l'organique. Stahl : chimie, organisme, métabolisme	164
3.3 Nutrition directe ou métamorphose ?	192
Chapitre 4. Nutrition, Organisation, Biologie.....	203
4.1 Génération, nutrition et organisation vitale	203
4.2 La Biologie avant la « Biologie »	212
Chapitre 5. Nutrition, Organisation, Préformation.....	237
5.1 L'analogie nutrition – génération : l'organisation déjà donnée.....	237
5.2 Préambule. Bonnet contre Buffon	241
5.3 Buffon. La nutrition entre épigénèse et préformation	254
5.4 Bonnet. Préexistence et nutrition.....	276
5.5 La nutrition comme préformation. L'organisation comme structure.....	287

Chapitre 6 Nutrition, Organisation, Epigénèse	289
6.1 <i>La nutrition et le point de vue chimique sur le vivant.....</i>	289
6.2 <i>La nutrition comme épigénèse : penser la productivité du vivant.....</i>	324
6.3 <i>La nutrition directe, le retour de la préformation ?</i>	357
Chapitre 7. Nutrition indirecte et synthèse organisatrice.....	381
7.1 <i>Glycogénèse, chimie et processus.....</i>	381
7.2 <i>L'espace du métabolisme.....</i>	398

À mon professeur, Jean Gayon

À mon grand-père, René Küiss

Et à ma fille, Sasha.

REMERCIEMENTS

Jamais autant que durant ces huit années de thèse, la vérité de la distinction aristotélicienne de la puissance et de l'acte ne m'aura semblée si juste. Je suis tributaire de la présence de tous ceux qui, nombreux autour de moi, m'ont aidée à convertir cette puissance ou cette capacité en acte – tant il est vrai qu'une capacité non actualisée n'est rien. Un dicton africain veut qu'il faille un village pour devenir mère. Il m'aura fallu être entourée d'une grande communauté pour écrire cette thèse tout en devenant mère. Je voudrais remercier ici tous ceux qui ont fait cette communauté, avec leurs grandes ou petites contributions.

Je souhaite en premier lieu exprimer toute ma gratitude aux membres du jury, Delphine Antoine-Mahut, François Duchesneau, Pierre-François Moreau, Stéphane Schmitt et Barbara Stiegler, que je remercie très chaleureusement d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Je remercie très sincèrement Denis Forest d'avoir accepté de reprendre la direction de cette thèse dans des circonstances tristes et difficiles et d'avoir accepté d'encadrer un sujet que nous n'avions pas élaboré ensemble, d'avoir accepté de relire et de corriger ce manuscrit durant l'été, parfois dans l'urgence. Je suis tributaire de la confiance qu'il a bien voulu m'accorder alors que tout était si fragile, et tellement reconnaissante d'avoir cru que j'y arriverais. Je le remercie, surtout, de m'avoir communiqué son enthousiasme serein qui était nécessaire pour finir ce projet.

Je remercie Pierre-François Moreau d'avoir accepté de co-encadrer ce travail depuis le début, de m'avoir encouragée à le présenter d'abord pour un contrat doctoral, de m'avoir aidée à en dessiner les contours, de m'avoir posé avec rigueur et acuité les questions nécessaires et difficiles que la myopie vis-à-vis de mon sujet me faisait souvent perdre de vue. Je suis redevable de ses relectures rigoureuses, de ses corrections méticuleuses et de ses remarques éclairées qui ont grandement contribué à améliorer ce manuscrit. Je lui exprime enfin toute ma reconnaissance pour m'avoir chaleureusement encouragée et généreusement épaulée ces derniers mois, lorsque la rédaction enfin lancée, Jean Gayon nous quittait.

J'aurais aimé pouvoir remercier Jean Gayon, qui a dirigé ce travail patiemment, pendant huit ans. Je sais que j'ai parfois désespéré mon directeur de ma lenteur, et je suppose qu'il aurait conçu un certain soulagement de voir ce travail prendre fin. J'aurais aimé pouvoir lui exprimer ma gratitude, mon respect et mon admiration. J'aurais aimé qu'il puisse lire le dernier manuscrit. J'aurais aimé le remercier de tout ce qu'il a fait pour moi, volontairement ou non. J'ai rencontré Jean Gayon il y a 10 ans pour commencer un Master à l'IHPST, alors que je ne savais plus très bien si, après deux échecs à l'agrégation, la philosophie était encore quelque chose comme une vocation. Avec lui, sous son impulsion et sa direction, j'ai découvert un nouveau continent, la philosophie de la biologie, que je n'ai osé explorer franchement tant il rompait avec ma formation. C'est à cette exploration timide et à l'IHPST que je dois mon CAPES de philosophie. Jean Gayon a bien voulu diriger une thèse, dont Jacques Dubucs, alors directeur de l'Institut, ne voyait pas exactement ce qu'elle venait y faire. Tout ceci ne s'engageait pas très bien. Déjà, Jean me trouvait un peu vieille (j'avais 26 ans), et m'avait signifié que je devais me hâter ! Force est de constater que je ne l'ai pas écouté. Pendant des années j'ai navigué maladroitement à l'IHPST, ne sachant trop quoi faire de ce sujet dans cette équipe si soudée autour d'une discipline qui me restait opaque. Avec rigueur et exigence il a maintes fois cherché à bousculer mes habitudes confortables, il m'a confrontée à des choix que je n'aurais eu la clairvoyance de formuler moi-même. Il a sans cesse et sans concession cherché à faire sortir de moi ce qui peinait à trouver sa juste expression. Je me suis efforcée sous sa direction d'articuler histoire et philosophie, nourrie par son exemple et son expertise sans égal. Je n'oublierai jamais ses attentions, ses encouragements, et l'humanité profonde dont il m'a entourée dans les étapes difficiles et les accidents qui ont jalonné mon parcours à ses côtés. Jean incarnait pour moi le courage et repoussait l'apitoiement. Il a suivi jusqu'au bout mon effort pour achever ce travail doctoral et m'a apporté son soutien indéfectible, avec une force et une détermination qui m'obligeaient. Il n'a pas pu m'accompagner jusqu'à sa réalisation finale, et je ne soutiendrai pas ma thèse sous son regard. Sa générosité, sa finesse et sa rigueur me manqueront cruellement et j'aurais aimé m'en rendre digne en sa présence. Comme de nombreux jeunes chercheurs, j'ai perdu le 28 avril dernier bien plus qu'un directeur. Jean Gayon a été pour moi un véritable maître et, si j'ose dire, un ami cher.

Je remercie l'Ecole Normale Supérieure de Lyon de m'avoir accordé un contrat doctoral et de m'avoir formée pendant quatre ans.

Je remercie l'Ecole doctorale de philosophie de l'Université Paris I, et ses directeurs successifs, Chantal Jacquet et Pierre-Marie Morel, de m'avoir soutenue dans ma formation doctorale, et dans mes différents projets.

Je remercie l'UFR de philosophie et ses directeurs, Pierre-Yves Quiviger, Laurent Jaffro et Philippe Buttgen, de m'avoir accueillie et de m'avoir permis d'y faire mes premiers pas d'enseignante.

Je remercie la Fondation des Treilles de m'avoir permis de financer une quatrième année de thèse après la naissance de ma fille.

Je remercie très chaleureusement l'Université Paris IV et l'UFR de philosophie de m'avoir accordé un contrat d'ATER absolument décisif pour l'achèvement de ce travail, et de m'avoir permis de le finir dans de bonnes conditions matérielles. J'ai une pensée particulière pour les collègues avec qui j'ai eu la chance de travailler : Anouk Barberousse, Vincent Blanchet, Isabelle Drouet, Cédric Paternotte, Michel Puech, et Pierre-Henri Tavoillot.

Je remercie l'Université de Chicago et le Fishbein Center de m'avoir accueillie pour un séjour de recherche en 2012. Ce décentrement par rapport à l'enseignement et la recherche française fut décisif dans ma formation doctorale. Je remercie tout particulièrement Robert J. Richards pour son accueil si généreux, son humour féroce et les nombreux échanges vifs et riches qui ont fait de ce séjour une parenthèse particulièrement stimulante.

Je remercie enfin la région Île de France d'avoir financé ce séjour de recherche.

L'IHPST est un endroit privilégié pour faire une thèse. Je voudrais adresser des remerciements et un hommage appuyés à cet institut, dont l'activité de recherche n'a cessé de briller malgré le tumulte et le fracas des dernières années. Que toutes les personnes qui ont tenu bon, qui n'ont pas crié avec les loups, et qui ont défendu fièrement l'Institut trouvent ici l'expression de mon profond respect. D'un dynamisme rare, l'Institut intègre généreusement ses doctorants comme des pairs authentiques, les immergeant sans ménagement dans le grand bain de la recherche. Je suis très reconnaissante à l'IHPST, à ses directeurs successifs, Jean Gayon, Max Kistler et Pierre Wagner, et à tous ceux qui ont fait et font vivre le laboratoire, chercheur.e.s de l'IHPST et associés, en particulier en philosophie et histoire de la biologie, Philippe Huneman, Lucie Laplane, Laurent Loison, Françoise Longy, Francesca Merlin, Matteo Mossio, de m'y avoir accueillie. Merci de m'avoir formée à la philosophie des sciences, et de m'avoir permis de participer librement à la vie de la recherche.

Je voudrais remercier tout particulièrement l'équipe administrative du laboratoire sans laquelle l'IHPST ne serait pas ce qu'il est. Merci à Armelle Thomas et à Virginie Bellot pour le travail qu'elles y ont accompli. Merci, infiniment, à Peggy Tessier, pour tout. Tu sais bien. Merci à Lola Zappara, pour sa rectitude, son courage, son professionnalisme et son dévouement qui forcent mon admiration. Lola a bien voulu relire et corriger chaque note de bas de page de ce travail, avec la rigueur de chargée de ressources documentaire qu'on lui connaît : je lui suis infiniment redevable d'avoir consacré son temps et son expertise à une tâche si ingrate. Merci, surtout, à son humour irrésistible et à son écoute rare de m'avoir maintes fois rescapée. Je ne saurais leur exprimer clairement et distinctement à la fois mon affection et ma gratitude, autrement qu'en reconnaissant à quel point leur présence et leur amitié m'ont été – et continueront d'être – nécessaires.

Je suis très reconnaissante d'avoir eu la chance de participer à de nombreuses tâches d'organisation de la recherche, et je remercie la confiance que le laboratoire, ses

membres, et tout particulièrement Jean Gayon, m'ont accordée dans ces missions. Organiser le séminaire Philbio pendant deux ans a été un réel privilège. Contribuer à l'émergence et à l'organisation du séminaire Philmed fut particulièrement stimulant. Participer à l'organisation des rencontres Franco-Mexicaines en Histoire et Philosophie des Sciences demeure un souvenir mémorable. Intellectuellement bien sûr, ces rendez-vous furent passionnants. Mais ils furent surtout l'occasion d'authentiques rencontres – du Mexique, de jeunes doctorants et de chercheurs d'ici ou d'ailleurs.

J'ai une pensée particulière pour Marie Darrason et Hélène Richard, grâce auxquelles le séminaire Philmed s'était animé ; pour Marina Imocrante et Gaëlle Pontarotti, avec qui je partage les beaux souvenirs du Mexique ; et pour les doctorants actuels sans qui la vie du laboratoire serait considérablement moins riche et stimulante : Gladys Kostyrka, Victor Lefèvre, Smail Bouaziz, Matias Osta Velez, Marie Michon, Caroline Anglereaux. Je remercie tout particulièrement Sophia Rousseau-Mermans et Nicolas Pastor pour la douceur bienveillante et les encouragements chaleureux qu'ils m'ont témoignés ces derniers mois.

Au cours de ces huit années, de nombreuses amitiés se sont nouées, qui m'ont toutes aidée à traverser le champ d'épines que peut représenter l'écriture d'une thèse.

J'embrasse chaleureusement les chercheur.e.s et ancien.n.e.s doctorant.e.s de l'IHPST, qui sont devenus d'authentiques amis : Johannes Martens, pour le vin et les fou-rires, Antonine Nicoglou, pour ton exigence et ton amitié sans fards, Steeves Demazeux – toujours le bon mot, Matteo Mossio pour m'avoir remise au tennis, Francesca Merlin, Alexandra Arapinis, Julie Jebeile, Vincent Israel-Jost, Vincent Ardourel, Etienne Aucouturier, Marion Vorms et Sébastien Dutreuil.

Le travail de recherche et l'écriture de la thèse n'ont pas été des aventures solitaires, ils ont été rendus possibles au gré d'heureuses rencontres qui, au fil des ans, ont constitué pour moi un réel socle. Je remercie tout particulièrement les chercheurs et professeurs, indispensables, qui ont bien voulu m'accompagner depuis le début, m'apporter leur soutien et leur expertise, et furent pour moi d'authentiques modèles : Bernadette Bensaude-Vincent, François Duchesneau, François Pépin et Stéphane Tirard. Je suis redevable de leurs encouragements, de leurs conseils généreux et de leurs critiques productives qui m'ont profondément marquée. Interagir et travailler avec eux fut une chance authentique.

Je voudrais exprimer à la fois mon amitié, mon admiration et ma reconnaissance à Charles Wolfe, qui m'a généreusement entourée de son amitié fidèle et m'a apporté un soutien déterminant dans les moments sombres. Merci Charles, pour ton vitalisme lumineux et l'élan que tu m'as maintes fois communiqué. J'espère que d'autres projets, moins acrobatiques, succéderont à notre *Philosophy of biology before biology*.

Je remercie Staffan Müller-Wille et Rasmus Grønfeldt-Winther pour la confiance qu'ils m'ont témoignée et leur soutien précieux dans des projets éditoriaux fastidieux.

Je remercie du fond du cœur tous ceux qui ont, à un moment, prononcé une phrase qui a changé les choses : Elisabeth Gayon pour votre délicatesse ; Françoise Parot pour ton écoute et la douceur que tu m'as maintes fois témoignée ; Anouk Barberousse pour ton énergie, ton exigence et ta détermination à faire réussir les autres – tes mots ont été salvateurs ; Denis Walsh, pour tes encouragements sincères et ta gentillesse sans égal ; Frédéric Bouchard, pour ton humour et ton franc-parler ; Marco Panza, pour ta générosité et tes grands sourires ; Virginie Maris, pour ton hospitalité, et parce qu'à t'écouter, on a envie de philosopher (et aussi pour cette virée ratée dans un sauna miteux de Saint-Petersbourg).

Je remercie tous ceux qui ont témoigné de l'intérêt pour mon projet, ceux qui ont accepté de collaborer avec moi, ceux qui m'ont encouragée souvent, ou juste une fois, ces petites ou grandes marques de soutien furent décisives : Carlos Alvarez, Raphaële Andrault, André Ariew, Hourya Benis-Sinaceur, Giuseppe Bianco, Christophe Bouton, Cédric Brun, Ronan de Calan, Gustavo Caponi, Mathieu Charbonneau, Bohang Chen, Tobias Cheung, Boris Demarest, Isabelle Drouet, Arantxa Etxeberia, Evelyn Fox Keller, Snait Gissis, Pierre-Henri Gouyon, Thierry Hoquet, Barnaby Hutchins, Vincent Jullien, François Képès, Lara Keuck, Maël Lemoine, Mathilde Lequin, Tim Lewens, Thierry Martin, Jorge Martinez-Contreras, Carmen Martinez Adame, Charlotte Morel, Alvaro Moreno, Lynn Nyhart, Olga Pombo, Thomas Pradeu, Stéphanie Ruphy, Stéphane Schmitt, Subrena Smith, Phil Sloan, Constance Sommerey, Barbara Stiegler, Kathryn Tabb, Marion Thomas, Georg Toepfer, William Wimsatt et John Zammito.

Je remercie affectueusement mes anciens enseignants qui m'ont, les premiers, donné envie d'étudier – Pierre Verluise, Elisabeth Reichenbach et Cécile Renouard. Je remercie mes professeurs du Lycée Lakanal d'avoir fait de la khâgne un lieu enchanté plutôt que cafardeux. Merci à Roland Guyot et à Daniel Dauvois d'avoir cru en moi et de m'avoir formée pour de bon. Merci à Alain Cugno de m'avoir appris que l'amour de la philosophie pouvait repousser même en plein désert.

Je remercie tous les étudiants à qui j'ai eu la chance d'enseigner ces huit dernières années – à l'Université Paris I, à l'ISTH, à l'Université Paris IV et au Lycée Louis le Grand. A votre contact, parfois difficile, j'ai tenté de revenir aux racines du geste philosophique, et j'ai pu en retour beaucoup apprendre de vos questionnements – j'espère que la réciproque est au moins partiellement vraie. Vous m'avez fait éprouver pleinement cette maxime traditionnelle des enseignants, selon laquelle on ne comprend bien une chose que lorsque l'on sait l'expliquer à qui l'ignore, et c'est dans les

enseignements qui s'éloignaient le plus de mes recherches que j'ai pris le plus de plaisir. J'y ai retrouvé la curiosité qui animait mon entrée en philosophie, et de cela je vous suis très reconnaissante.

Je remercie mes amis de *Philosophie Magazine* et tout particulièrement Michel Eltchaninoff, Alexandre Lacroix et Sven Ortoli, de m'avoir ouvert les portes de leur rédaction et de m'avoir confié quelques pages de leur journal quand je commençais cette thèse. Je ne saurais vous dire le plaisir que j'ai eu à travailler à vos côtés, à découvrir une autre écriture, et quelle chance cela a été pour moi de m'enrichir de votre amitié.

Je remercie mes amis de Chicago que la thèse a mis sur ma route, Teanna Zarro et Christophe Gauspohl, d'avoir considérablement embelli mon séjour.

Je remercie mes amis d'avant – Julia Vincent-Ponroy, François-Xavier Demoures, Mathieu Lefrançois, Florian Mahot-Boudias et Camille Debras, et ceux d'aujourd'hui, qui m'ont encouragée, rassurée, épaulée. Merci à Sylvain Bosselet, Pierre Reigner, Mitomo Fukui et Olivier Filippi de m'avoir écoutée si souvent m'épancher sur ce travail et mes difficultés à en venir à bout. Je remercie infiniment Alice Le Gall, d'avoir tant cru en moi et d'avoir été un exemple quotidien d'exigence intellectuelle et de probité passionnée. Merci à Peggy enfin (te revoilà) pour le cadeau de ton amitié, merci à la thèse de t'avoir faite entrer dans ma vie. Merci à vos enfants, Jeanne et Simon, Pauline et Eugène, Eijiro et Satchiko, pour leurs éclats de rire et leur belle innocence.

Je remercie ma famille, tendrement. Mes sœurs, Margaux et Lauren, toujours présentes et si patientes, fortes et lumineuses, et dont l'amour et le soutien ont été indispensables. Sans vous la vie serait bien terne et solitaire. Merci de vous être si bien occupées de votre nièce quand je devais achever ce travail. J'ai d'affectueuses pensées pour ma demi-sœur Pauline dont la jeunesse et la candeur illuminent les réunions familiales ; mes quasi-sœur et frère, Aurélie et Edouard, et leurs conjoints, Jean-Baptiste et Claire ; mes nièces et mon neveu, Théodora, Ulysse, Mia et Albane. Je remercie mon beau-frère Jérôme, d'avoir imprimé cette thèse, et de l'avoir rendue en un sens plus réelle. Je remercie mes grands-mères, Josette et Paulette, pour leur douceur, la tendresse des souvenirs et leur belle cuisine qui a nourri mon enfance.

Bien que la philosophie ne soit pas leur tasse de thé, et que le monde universitaire leur soit presque tout à fait étranger, mes parents m'ont accompagnée et soutenue depuis mes premiers pas timides en classes préparatoires jusqu'à aujourd'hui – 15 années ! Je les remercie pour la confiance qu'ils m'ont accordée, même si je sais que je les ai parfois déroutés. Je remercie mon père pour son soutien sans jugement, son affection sans bornes et pour sa folie douce. Je remercie ma mère pour sa patience et sa générosité, pour m'avoir toujours encouragée dans mes projets un peu flous, pour son

amour pudique et sans condition. Merci à ma belle-mère, Claudia, pour le soleil de Colombie et la belle humeur qu'elle imprime au quotidien. Merci enfin à mon beau-père, Jean-Marc. Te rencontrer a tout changé. Tu sais bien tout ce que je te dois, depuis que tu as mis dans mes mains le *Sophiste* de Platon (auquel je n'avais alors rien compris). Merci de m'avoir mise sur ma voie et de m'avoir toujours encouragée à la suivre. Merci à vous tous, et à ma mère en premier lieu, de vous être occupés de Sasha avec tant de générosité quand la thèse devait me tenir loin d'elle. Je n'aurais pu finir sans vous.

Je pense également à mes grands-pères disparus, Robert Bognon et René Küss. Et tout particulièrement à René Küss que j'ai davantage connu – grand-papa, tendre guide et gentil géant avec qui j'aurais tant aimé partager ce moment. Pionnier de la greffe du rein et des traitements anti-rejet, mais aussi historien de la médecine et rhétoricien (ton discours sur « l'homme et son urine » à l'Académie reste pour moi un modèle), tu n'avais qu'un défaut à mes yeux – celui d'avoir été trop vieux : j'aurais tant aimé te connaître un peu plus. Tellement drôle et fantasque, tu faisais feu de tout bois, bête de travail et acharné de la recherche – sida, don d'organes, identité de genre et transsexualisme – esprit à la fois moderne et tellement archaïque (ta haine de l'anglais, et ta misogynie rampante). Grand-papa, je voulais ici te remercier et te dire comme tu me manques, tant ta mémoire m'a accompagnée et guidée depuis que nous avons échangé nos derniers mots en 2006. Dans les moments plus difficiles, c'est aussi à toi que je pensais, à ton courage et à ton exigence. Je pensais à toi et à ta lignée de chirurgiens-physiologistes (Emile Küss, passeur de la théorie cellulaire en France et héroïque maire de Strasbourg en 1871). Bien sûr, je ne voulais pas vous imiter, mais vous retrouver – j'ai tenté de le faire par la philosophie, bien consciente que le titre de docteur qu'elle me donnerait aurait eu quelque chose d'usurpé à tes yeux de médecin-chirurgien. Je ne pourrais assez te remercier pour ta force, et pour la joie, surtout, de t'avoir connu. Merci, grand-papa, pour tout ce que tu m'as appris – regarder les tableaux, écouter les corps, s'émerveiller de l'enfance.

Ma reconnaissance et mon amour infinis vont enfin à Philippe et à notre fille Sasha. Pour ta patience, pour ton soutien sans faille, pour tes encouragements infatigablement recommencés, pour avoir rendu la vie plus belle (quoique tellement plus compliquée !), pour les lendemains toujours différents, et pour la philosophie. Ma Sasha, pour ta joie espiègle, pour ta bienveillance absolue, pour ta douceur canaille et ta petite main sur ma joue.

INTRODUCTION

« *Nutrition. D'où vie.* »¹

Il pourra sembler surprenant d'avoir choisi la nutrition pour fil conducteur de notre thèse. Centrer l'enquête sur l'histoire d'une fonction, fût-elle accomplie par plusieurs organes ou appareils ou décalée par rapport à cette hiérarchie organique c'est, semble-t-il, restreindre l'objet de l'analyse à la petite histoire du trajet et de la transformation des substances alimentaires dans les organismes – ingestion, digestion, assimilation, excrétion. Ce serait, tout au plus, proposer l'élucidation des conditions matérielles et épistémiques par lesquelles la nutrition a été saisie comme objet de la science expérimentale. Aussi l'intérêt philosophique d'un tel projet pourrait sembler bien mince, et son apport historique ne pas déborder les cadres de la micro-histoire. La nutrition n'a certes pas retenu l'attention des philosophes comme l'ont fait la reproduction, le développement, l'hérédité ou l'évolution². Objet de moindre intérêt et

¹ Article « Nutrition », *Dictionnaire de médecine, de chirurgie, de pharmacie, des sciences accessoires et de l'art vétérinaire*, de P.-H. Nysten 10^e édition (1855).

² Gayon (2009) et Pradeu (2017) ont étudié la répartition des articles parus dans la revue *Biology and Philosophy* – revue fondée en 1986 par Michael Ruse et qu'ils tiennent pour représentative de l'orientation des travaux en philosophie de la biologie – entre 1986 et 2015 en raison des domaines biologiques traités. Leurs analyses ont montré une nette domination de la biologie de l'évolution en philosophie de la biologie : 72% des articles parus pour la période étudiée par Gayon (1986-2002) ; et 62% pour la période étudiée par Pradeu (2003-2015). Pradeu (2017) compare en particulier ces résultats avec la répartition et l'évolution des thèmes abordés par les articles parus dans les *Proceedings of the National Academy of Science of the USA (PNAS)* : tandis que la biochimie (12%), les neurosciences (12%), les sciences médicales (10%), la biophysique et la biologie computationnelle (9%), l'immunologie (7%), et la microbiologie (7%) arrivent en tête, seuls 5% des articles parus dans *PNAS* traitent directement de biologie l'évolution. Il apparaît donc un net décalage entre la biologie contemporaine et la philosophie de la biologie qui prétend s'en saisir. D'autres philosophes soulignent cette discordance, voir par exemple Sarkar et Plutynski (2008), p. xviii : « cette tradition interne à la philosophie de la biologie est myope

de moindre dignité épistémique, la nutrition pourrait tout au plus documenter le chapitre d'une histoire générale de la biologie ou servir d'exemple destiné à illustrer telle thèse d'épistémologie des sciences de la vie ou de philosophie de la biologie³. Et nous devons avouer que longtemps, victime de cette projection faite sur l'objet de notre enquête, son intérêt et son sens nous ont échappés. Il nous a fallu faire effort, nous décentrer par rapport à l'historiographie généralement admise de la biologie – histoire dont les objets vedettes sont tantôt l'organisme, tantôt le gène –, nous décentrer par rapport aux champs de problèmes philosophiques qu'une telle histoire impose par suite comme majeurs⁴ pour retrouver, derrière le caractère apparemment anecdotique de la nutrition, son intérêt philosophique et sa signification de *problème* pour la biologie. Un tel préjugé à l'encontre de notre objet, bien qu'inconfortable, fut néanmoins fécond en ce que l'inquiétude qu'il a suscitée, cette absence de tranquillité du savoir, a fait beaucoup pour nous redonner accès au noyau de sens et de difficulté que notre sujet recélait et que l'installation dans la certitude immédiate et confortable de son intérêt nous aurait sans doute fait perdre de vue. Bien souvent, pour vaincre les réticences ou l'incrédulité, il nous a fallu justifier notre choix, reconstruire sa pertinence et pour cela articuler arguments philosophiques et considérations historiques, faire appel à la « longue durée »⁵ et au présent, resituer notre projet dans celui d'une genèse des problèmes de la biologie, mais délibérément décalée par rapport à ses objets et questions traditionnels.

A l'improbabilité de l'objet, s'ajoutait donc l'inconfort d'une démarche prise entre deux feux, celui de la philosophie et celui de l'histoire, à laquelle on demandait naturellement des comptes. C'est également à cette articulation délicate entre histoire et philosophie, dont intuitivement nous avons du mal à ne pas trouver la séparation artificielle, qu'il nous a fallu travailler. C'est en effet d'abord vis-à-vis de la tradition de

dans la mesure où elle ignore une grande part – sinon la plupart – des travaux en biologie contemporaine » (notre traduction).

³ Dupré et Nicholson (2018) dans leur « Manifesto for a processual philosophy of biology » utilisent par exemple le renouvellement métabolique comme une motivation empirique pour le développement d'une ontologie processuelle des êtres vivants, pp. 15-18. Cet exemple est par suite convoqué à de nombreuses reprises dans le volume.

⁴ Voir par exemple Creager (2017) : « The *telos* of genetics and evolutionary biology is like a large magnet of ironclad presentism that tends to overwhelm the chemical charms of a more diverse group of life scientists. We need a more complete picture of modern biology, one in which life is metabolism and motion, not only genes and evolution », p. 10.

⁵ Pour une défense de la « longue durée » en histoire des sciences voir Grote (2015).

l'épistémologie des sciences de la vie, plus que de la philosophie de la biologie, au sens qu'a pris ce terme dans le monde anglo-saxon dans les années 1970⁶, que ce travail se situe. Bien que la philosophie de la biologie ait pu adopter à l'égard de l'épistémologie des sciences de la vie une attitude que nous pourrions qualifier d'exclusive, au sens où elle n'y voyait guère une philosophie mais plutôt une histoire de la biologie, l'épistémologie des sciences de la vie ne s'est cependant jamais conçue comme séparée de la philosophie⁷. En effet, si l'épistémologie de la biologie se montre attentive à l'émergence des savoirs dans des contextes historiques donnés, c'est parce que non seulement elle considère ce travail historique comme authentiquement philosophique mais surtout parce qu'elle y voit la tâche essentielle de toute épistémologie véritablement philosophique⁸. C'est pourquoi l'épistémologie des sciences de la vie considère comme essentiels les apports de l'épistémologie historique, c'est-à-dire les apports d'une analyse visant à retracer la genèse des concepts dans des contextes

⁶ Pour une caractérisation différenciée de la philosophie de la biologie et de l'épistémologie des sciences de la vie, voir Gayon (2009).

⁷ Cette remarque devrait bien sûr être tempérée par les efforts contemporains, entrepris principalement dans le monde anglo-saxon, pour renouer des liens forts entre histoire et philosophie des sciences autour de la société *Integrated History and Philosophy of Science* (iHPS). On peut ainsi lire sur le site de la société une déclaration de principe visant à clarifier une telle approche : "Good history and philosophy of science is not just history of science into which some philosophy of science may enter, or philosophy of science into which some history of science may enter. *It is work that is both historical and philosophical at the same time.* The founding insight of the modern discipline of HPS is that history and philosophy have a special affinity and one can effectively advance both simultaneously". (Nous soulignons). Voir également le très riche volume dirigé par Mauskopf et Schmaltz (2012). Cependant, il nous semble que la distance de la philosophie de la biologie à l'égard de l'épistémologie des sciences de la vie fut constitutive de l'émergence de la philosophie de la biologie comme discipline excluant par principe l'analyse historique des concepts et l'émergence des savoirs au profit de la clarification et de l'analyse conceptuelle considérée comme étant de même nature que le travail du scientifique, voir Gayon (2009). Aussi, si dans sa constitution la philosophie de la biologie peut être tenue pour l'héritière du tournant régionaliste en philosophie de sciences, elle ne fut guère celle du tournant historiciste, insufflé notamment par le travail fondateur de Kuhn dans la *Structure des Révolutions scientifiques* (1962).

⁸ Gayon (2009) rappelle l'influence décisive de la pensée d'Auguste Comte dans la tradition épistémologique continentale, pour qui l'histoire de la science constituait une tâche philosophique non seulement authentique mais majeure, pp. 205-206. Sur cette caractérisation de l'histoire des sciences comme tâche philosophique, nous renvoyons également à Canguilhem (2002) [1968], « Introduction. L'objet de l'histoire des sciences », s'inspirant de Kant (A51/B75), : « (...) sans référence à l'épistémologie une théorie de la connaissance serait une méditation sur le vide (...) sans relation à l'histoire des sciences une épistémologie serait un double parfaitement superflu de la science dont elle prétendrait discourir », pp. 11-12 ; Lakatos aura une formule assez proche (1970, p. 91) : "Philosophy of science without history of science is empty ; history of science without philosophy of science is blind".

historiques donnés et à relier leur usage et leur signification aux problèmes scientifiques dans lesquels ils se sont développés. Aussi la généalogie du concept n'est pas seulement l'antichambre de l'analyse conceptuelle, son préambule ou sa caution. Encore moins son illustration, sa vérification ou le matériau à partir duquel la philosophie peut se construire, par induction⁹.

Canguilhem, s'interrogeant sur la dimension proprement philosophique de l'histoire *des* sciences – au sens où nous employons ici le terme d'épistémologie historique –, rappelle le sens de la préposition « de » dans l'expression « histoire des sciences »¹⁰. De la même manière qu'en science la préposition (dans le syntagme « science des cristaux » par exemple) ne doit pas être comprise comme une marque de possession (« la mère d'un petit chat »), puisque « la science des cristaux est un discours sur la nature des cristaux », de la même manière, pour l'histoire « des » sciences, la préposition n'indique pas une relation de génitif, mais une relation d'extériorité et de réflexivité du discours sur un objet « qui est une histoire, qui a une histoire » : le concept. Autrement dit, tandis que la science s'empare de son objet indépendamment de son histoire (comme d'un « donné », bien qu'elle ait elle-même constitué cet objet comme concept), et oublie ce travail de constitution historique au profit de l'efficacité de son discours, l'histoire s'exerce sur ces objets seconds pour retrouver, derrière leur apparente évidence, leur historicité, c'est-à-dire « l'historicité du discours scientifique » lui-même. C'est pourquoi, pour Canguilhem, l'articulation de la philosophie et de l'histoire revêt une importance singulière lorsqu'elles portent sur les sciences. Puisque dans les sciences il est question de recherche de la vérité et des concepts permettant de s'en approcher, puisque donc la science est une activité proprement « axiologique »¹¹, l'histoire de ces objets ne peut pas ne pas être intrinsèquement théorique et philosophique, et inversement la philosophie de ces objets ne peut pas être oublieuse de leur histoire au risque de devenir aveugle au feuilletage de significations qu'ils ont successivement revêtu¹² et dont elle hérite, nécessairement. Ayant initié ce tournant

⁹ Sur l'articulation entre philosophie et histoire des sciences autour du rôle inductif du matériau historique voir en particulier le chapitre de H. Chang "Beyond case studies: History as Philosophy", in Mausekopf et Schmaltz (2012).

¹⁰ Canguilhem (2002), *op. cit.*, pp. 16-17.

¹¹ Canguilhem, *op. cit.*, p. 19.

¹² Un des symptômes d'une telle philosophie est l'utilisation de la catégorie de « précurseur », qui consiste, pour Canguilhem, à présupposer, sans éclairage sur les contextes historiques de

dans l'épistémologie des sciences de la vie qui consiste à prendre le concept pour objet d'analyse (réflexe, régulation, milieu, machine, normal, etc.), Canguilhem travaille les concepts comme des modèles destinés à répondre à des problèmes spécifiques, et non comme des unités invariantes de signification¹³. Prendre le concept pour objet d'analyse revient donc, par suite, à s'interroger sur les conditions d'émergence du nœud de problèmes auquel il est censé répondre.

Nous voyons volontiers dans l'épistémologie des sciences de la vie, c'est-à-dire dans cette philosophie généalogique de la biologie, une démarche de tonalité nietzschéenne, pour laquelle faire la généalogie d'un objet, questionner son origine ou ses conditions d'émergence revient à rompre avec une certaine prétention à l'évidence et à l'univocité du concept. Aussi dans cette enquête sur la nutrition, c'est du concept de métabolisme que nous cherchons à faire la généalogie avant son apparition, afin de démêler les réseaux de sens que ce concept, tant convoqué pour caractériser la spécificité du fait vital, réunit. Nous utiliserons donc le mot de manière délibérément anachronique, nous inspirant de la liberté avec laquelle Jacques Roger maniait les concepts, liberté que Jean Gayon analysait comme signe de l'activité philosophique, puisqu'il s'agissait, selon sa belle formule, de « forcer le concept à se révéler dans l'histoire des sciences »¹⁴. Ce travail généalogique devra donc produire des effets philosophiques, dans la mesure où nous défendrons que les problèmes qui structurent la philosophie de la biologie sont, en partie du moins, hérités de la manière dont est écrite l'histoire de ses conditions conceptuelles d'émergence¹⁵. Ainsi nous souscrivons au programme que Kuhn esquissait dans *La structure des révolutions scientifiques* et pour lequel il ne laissa pas de franc mode d'emploi : « L'histoire, si on la considérait comme

signification des concepts, « identité de la question et de l'intention de recherche, identité de signification des concepts directeurs, identité du système des concepts d'où les précédents tirent leur sens », *op. cit.*, p. 22. Un symptôme symétrique pourrait consister en l'impression de nouveauté radicale des concepts, ou plus prosaïquement dans l'illusion naïve de réinventer la roue, quand les concepts, même en rupture avec ce qui les précède, sont nécessairement ancrés dans des contextes singuliers d'émergence.

¹³ Voir par exemple Duchesneau (1998), (2012) [1982].

¹⁴ Gayon (1995), pp. 464-465.

¹⁵ Pour un développement plus détaillé sur la manière dont nous concevons que l'histoire secrète des effets philosophiques, nous renvoyons au volume coédité avec C. T. Wolfe, *Philosophy of biology before biology* (à paraître), et en particulier à l'introduction, « The idea of Philosophy of biology before biology ».

autre chose que des anecdotes ou des dates, pourrait transformer de façon décisive l'image de la science dont nous sommes actuellement empreints »¹⁶.

Nous indiquons ici un exemple des effets philosophiques et transformations de l'image de la science que l'on peut attendre d'une telle démarche généalogique. Nous tenterons ainsi de montrer en quoi faire la genèse du concept de métabolisme et mettre à jour les différentes strates de signification qui l'ont façonnées dans des contextes théoriques spécifiques permet d'éclaircir les conditions d'émergence du concept d'organisme en exhibant les racines métaboliques. Nous défendrons finalement l'hypothèse que le concept de métabolisme, tel qu'il fut élaboré au 19^e siècle, a joué un rôle central dans l'émergence de la notion moderne d'organisme, compris comme individualité biologique autonome capable de réaliser son identité en vertu de sa relation et de ses échanges constants avec son environnement. En retour, ce travail devra permettre d'enrichir les discussions contemporaines sur l'individualité et l'identité biologique, en particulier dans le cadre du développement récent des études sur le microbiote dont il est courant de dire qu'elles invitent à repenser, sinon à repousser, notre conception de l'individualité biologique¹⁷. Notre travail vise donc en partie à fournir une contextualisation historique des problèmes soulevés par la recherche contemporaine sur le microbiote pour la notion d'identité biologique à la lumière d'une étude de la genèse de la structure conceptuelle complexe de la notion de métabolisme. Pour cela nous analyserons l'émergence progressive du concept en mettant l'accent sur la manière dont les biologistes, à la fin du 18^e et au 19^e siècles, ont problématisé la relation entre identité biologique et processus chimiques assurant sa persistance. Si le paradoxe de l'identité biologique est qu'elle est produite et conservée par des moyens purement chimiques, il semble alors que notion de métabolisme, en tant qu'elle saisit l'autoproduction et l'autoconservation à différents niveaux hiérarchiquement intégrés (organismes, organes, tissus, cellules) est une façon de l'affronter (ou de le résoudre)¹⁸.

¹⁶ Kuhn (1983) [1970], p. 17.

¹⁷ Voir par exemple Gilbert et al. (2012), Hutter et al. (2015), Rees et al. (2018).

¹⁸ Voir par exemple la manière dont est caractérisé le métabolisme dans le manuel de biochimie de Lehninger (2013) : "The study of biochemistry shows how the collection of inanimate molecules that constitute living organisms interact to maintain and perpetuate life animated solely by the physical and chemical laws that govern the nonliving universe", p. 1. ; "Metabolism is a highly coordinated cellular activity in which multienzyme systems (metabolic pathways) cooperate to (1) obtain chemical energy by capturing solar energy or degrading energy-rich nutrients from the environment; (2) convert nutrient molecules into the cell's own

Notre thèse propose donc une analyse généalogique du concept de métabolisme compris à la fois comme pont reliant la spécificité vitale des organismes à leurs conditions chimiques d'existence, et comme schème à travers lequel l'autoproduction et le maintien de l'identité biologique ont pu être appréhendés dans une perspective naturaliste.

Aussi le travail sur notre sujet – la manière dont la nutrition s'est historiquement constituée comme processus propre à circonscrire l'organisation vitale et l'identité biologique – s'est accompagné d'un travail second, réflexif sur le genre de connaissance qui pouvait s'en saisir et que l'on contribuait à produire. C'est à préciser ces deux points, l'objet et la méthode, que les pages qui suivent sont consacrées.

1. Nutrition, organisation et conditions d'émergence de la biologie

Pour Canguilhem et Holton¹⁹, la biologie, entendue a-historiquement comme un ensemble de savoirs ayant la vie et les êtres vivants pour objet, plutôt que comme la discipline scientifique historiquement constituée au tournant du 19^e siècle, devait osciller éternellement entre deux couples d'oppositions (mécanisme / vitalisme, épigénèse / préformation) dont les termes cherchaient à caractériser ontologiquement la vie d'une part, et à déterminer les justes conditions de compréhension de la génération des organismes de l'autre. Bien sûr, ces oppositions n'ont pas rythmé l'histoire de la pensée biologique à l'exclusion de toute autre : ainsi, parmi les distinctions conceptuelles qui traversèrent (et continuent de traverser) la biologie, le couple forme-fonction a également polarisé (mais de manière moins frontalement exclusive) des façons de concevoir et la spécificité de l'objet biologique et les conditions de sa connaissance, comme l'a montré la grande étude de E.S. Russell²⁰ au début du 20^e

characteristic molecules, including precursors of macromolecules; (3) polymerize monomeric precursors into macromolecules: proteins, nucleic acids, and polysaccharides; and (4) synthesize and degrade biomolecules required for specialized cellular functions, such as membrane lipids, intracellular messengers and pigments.”, p. 501.

¹⁹ Voir Canguilhem, « Aspects du vitalisme » in Canguilhem (1965) et Holton (1975).

²⁰ E.S. Russell (1916).

siècle. Nous voudrions, pour notre part, ancrer notre recherche dans l'étude d'une autre distinction structurante pour la biologie et qui ne nous paraît pas moins centrale. Il est en effet possible d'isoler, parmi les tentatives de définition du vivant, deux traditions concurrentes : l'une a fait de la reproduction le propre du vivant, tandis que l'autre a vu dans la nutrition puis le métabolisme (le processus matériel par lequel un organisme se maintient en transformant une matière étrangère en substance vivante) une propriété essentielle et un critère d'unification de toutes les formes vivantes. Si cette distinction entre la reproduction et le métabolisme est aujourd'hui bien connue de ceux qui travaillent sur la question des origines de la vie (aux partisans de la réplication, de l'émergence des gènes et du code génétique s'opposent ceux qui voient dans le métabolisme et l'évolution métabolique de la cellule les conditions de l'émergence de la vie) elle ne s'enracine pas moins dans une longue histoire qui précède l'émergence de la biologie comme discipline. Or, le second terme de cette polarité – la nutrition, ou le métabolisme – se subdivise à son tour en un mouvement permanent d'oppositions qui semble caractériser la vie comme « tourbillon »²¹ incessant, circulation ininterrompue ou flux constant de matière entre l'intérieur et l'extérieur, les corps et leur environnement, circulation d'une matière sans cesse modifiée, arrangée, organisée par le travail des corps vivants : composition / décomposition, assimilation / désassimilation, organisation / désorganisation, création / destruction, anabolisme / catabolisme, analyse / synthèse.

C'est à explorer les mutations conceptuelles internes à cette seconde tradition, la nutrition et le métabolisme, que le présent travail est consacré. Comment le métabolisme s'est-il constitué en *problème* pour la biologie ? Nous tenterons de mettre au jour les déterminations conceptuelles qui ont conditionné une compréhension du vivant comme ce qui accomplit la conversion de substances étrangères en la sienne propre, capacité qui circonscrit en retour l'identité biologique comme processus dynamique. Une hypothèse de ce travail est que l'élaboration patiente, laborieuse d'une telle identification entre vie et nutrition / métabolisme peut être décrite comme une des conditions de la constitution de la biologie comme science autonome.

²¹ Voir par exemple Cuvier (1817), p. 13 : « La vie est donc un tourbillon plus ou moins rapide, plus ou moins compliqué, dont la direction est constante, et qui entraîne toujours des molécules de mêmes sortes, mais où les molécules individuelles entrent et d'où elles sortent continuellement, de manière que la *forme* du corps vivant lui est plus essentielle que sa *matière* »

Le dessein que vise ce travail est, partant, double. Focalisé sur une période que l'on s'accorde à reconnaître comme celle de la naissance de la biologie, sanctionnée par l'émergence de ce mot autour de 1800²² (presque simultanément chez Burdach, Bichat, Lamarck et Treviranus²³), il entend faire l'histoire des développements d'une théorie matérielle, chimique, de la vie, et montrer, dans le même mouvement, comment l'élaboration d'un « espace épistémique »²⁴ autour du concept de métabolisme a progressivement permis de redéfinir les contours sous lesquels la question de l'identité biologique été saisie depuis. Partant, il se situe dans une longue tradition historique et philosophique²⁵ qui cherche à analyser les conditions conceptuelles sous lesquelles une nouvelle discipline, la biologie, est devenue possible. Ce travail vise donc à montrer comment le développement d'une perspective chimique sur le vivant a initié une conception de la production de l'organisation vitale à partir des éléments constituants de la matière, selon des processus que la notion de métabolisme devait *in fine* permettre d'expliquer. Précisons maintenant notre problématique.

Tandis que le vivant s'affranchissait de la double juridiction de l'âme immatérielle et de l'artisan créateur, philosophie et sciences de la vie entreprirent, tout au long du 18^e siècle, d'en saisir la spécificité par opposition au non-vivant (la machine d'un côté, l'inerte de l'autre), que ce soit par tracé de frontières plus ou moins étanches (organique – inorganique, vie – mort) comme chez Buffon, ou dans des tentatives de caractérisation positive (téléologie, auto-organisation) comme chez Kant. L'on pourrait ainsi, malgré le flottement sémantique qui paraît affecter le terme de « vie » au 18^e siècle, concevoir que ce travail souterrain qui consistait à embrasser la vie dans la pluralité de ses manifestations (plantes et animaux), la généralité de ses mécanismes (génération, développement, nutrition, etc.), et la complexité de sa relation à la matière a préparé l'apparition subite de la « biologie » autour de 1800²⁶ et permis la diffusion rapide de

²² Sur l'apparition du mot « biologie », nous renvoyons à Mc Laughlin (2002), Gayon (2008).

²³ Burdach (1800), Bichat (1800), Lamarck (1802), Treviranus (1802).

²⁴ Müller-Wille et Rheinberger (2012).

²⁵ Foucault (1966), Salomon-Bayet (2008) [1978], Sloan (1979), (2002), Lenoir (1989), R. Rey (2000), Richards (2002), Huneman (2008a), Duchesneau (2012), Zammito (2017).

²⁶ En réalité, Mc Laughlin (2002) a parfaitement montré que cette émergence n'a pas été aussi subite qu'on le pensait, puisqu'il identifie chez Hanov (1766) l'utilisation du terme latin « *Biologia* » dans le titre de son livre, et souligne que le mot y désigne alors l'étude des « lois générales relatives aux choses vivantes ». Cela plaide en tout état de cause pour la

l'idée d'une science empirique des propriétés générales des êtres vivants. On sait que Michel Foucault, dans les *Mots et les choses*, a proposé de cette émergence un tableau diamétralement opposé. Etayant son argument sur l'absurdité que représentait pour lui l'écriture d'une histoire de la biologie au 18^e siècle sur le fait que la biologie ne pouvait alors exister puisque « la vie elle-même n'exist[ait] pas »²⁷, Foucault entendait montrer que s'il n'y a pas de sens à parler de « biologie » au 18^e siècle, c'est parce que « la coupure entre le vivant et le non-vivant, n'est jamais un problème décisif »²⁸. Point de « vie » au 18^e siècle, mais « seulement des êtres vivants, qui apparaissaient à travers une grille du savoir constituée par *l'histoire naturelle* »²⁹. En effet, si pour Foucault le terme de « vie » est employé – sans systématisme – au 18^e siècle, son usage est encore fondamentalement métaphysique, désignant soit une propriété générale de la matière (Diderot) ou d'un certain type de matière (Buffon), soit une propriété de certains types d'êtres à l'exclusion des autres (minéraux, végétaux, animaux), l'instabilité des critères de classification faisant alors varier l'attribution de vitalité en raison des règnes (comme en témoigne pour Foucault la fascination pour les organismes frontières – corail, polype, etc.³⁰). Si l'on estime que la biologie n'a été rendue possible qu'à la faveur d'un tel découpage ontologique resserrant son activité autour d'un objet « vie » clairement unifié, parler de « biologie » pour caractériser le foisonnement de disciplines qui au 18^e siècle s'intéressent au vivant – médecine, anatomie, botanique, histoire naturelle, chimie, pharmacie, etc. – constituerait alors un contre-sens majeur, et s'engager dans une telle pré-histoire serait une entreprise condamnée à l'avance du seul fait d'avoir été entamée.

Or nous soutenons une thèse doublement inverse, à savoir que 1) la « vie » émerge bel et bien comme problème ontologique au cours du 18^e siècle à la faveur d'une réévaluation des rapports qu'entretiennent vie et matière autour du concept pivot d'organisation – réévaluation qui substitue à la division des corps entre les trois règnes

reconnaissance de l'existence de l'effort spéculatif intense qui a conduit à la « biologie », c'est-à-dire pour la reconnaissance d'un souci biologique avant la biologie. Nous développons ce point plus en détail au chapitre 4, et dans Bognon-Küss et Wolfe (à paraître).

²⁷ Foucault (1966), p. 139.

²⁸ *Op. cit.*, p. 174.

²⁹ *Op. cit.*, p. 139.

³⁰ Mais précisément, une telle fascination pour les organismes frontières, ne montre-t-elle pas précisément que l'on se préoccupe de déterminer une frontière, que l'on cherche donc à préciser les limites et le contenu de la notion de « vie » ?

une séparation entre l'organique et l'inorganique ; mais que symétriquement 2) il ne suffit pas que la vie se constitue en problème ontologique pour qu'une science empirique et unificatrice de la vie, une biologie scientifique, naisse et se développe. On pourrait même soutenir à l'inverse que de telles considérations furent par essence étrangères à l'émergence et au développement d'une biologie, ou que celles-ci impliquaient, pour être effectives, que soient réservées aux seuls philosophes et métaphysiciens les spéculations sur la nature de la vie. Sans aller jusque là, nous pouvons néanmoins douter de ce que les différentes instanciations d'une science matérielle de la vie au 18^e siècle (qu'il s'agisse des travaux de Réaumur sur la fonction digestive, de l'observation de la régénération des polypes par Trembley, de la découverte de la parthénogenèse des pucerons par Bonnet, ou encore des travaux de Haller sur l'irritabilité de la fibre) aient été homogènes à la considération de la vie comme catégorie ontologiquement problématique : les premières n'impliquaient pas forcément la seconde, et la seconde ne conduisait pas nécessairement aux premières. Bien sûr nous ne voulons pas dire par là que l'émergence d'un champ de discussion autour d'un problème ontologique – la vie – ait été sans effet sur les types de savoirs empiriques susceptibles d'être produits sur les êtres vivants, leurs propriétés, leur organisation au 18^e siècle. Nous défendrions même volontiers l'idée qu'une biologie ne pouvait se constituer sans ce mouvement nécessaire, quoiqu'évidemment insuffisant, qui consistait à isoler un certain type d'êtres par contraste avec la nature inerte. On pourrait pareillement avancer que l'opposition organique – inorganique qui est manifeste par exemple chez Bichat sanctionnait réflexivement, au début du 19^e siècle, l'élaboration d'une biologie scientifique et autonome. Ce double mouvement d'émergence d'une catégorie de « vie » sur fond de crise ontologique, et d'émancipation du discours biologique vis-à-vis de ces mêmes préoccupations ontologiques constitue comme les deux pôles de l'histoire polyphonique et non linéaire que nous voudrions contribuer à écrire à partir du fil conducteur de la nutrition. La nutrition en effet, comme nous tenterons de le montrer, devait permettre à la fois de polariser une opposition ontologique entre la vie et l'inerte à partir de l'étude de mécanismes spécifiquement vitaux (intussusception par exemple) et *en même temps* de déployer, sur le terrain d'une chimie biologique, une analyse de la matérialité de la vie. Autrement dit, la nutrition nous semble avoir fourni un terrain à partir duquel pouvait se développer une

science biologique autonome qui n'impliquait pas pour autant d'admettre le caractère transcendant de son objet (vie ou organisme).

C'est à l'étude de ces mouvements spéculatifs, aux mutations qui ont affecté le concept d'organisation – et contribué à en inverser la signification – à partir de la reconnaissance du potentiel organisateur des phénomènes de nutrition, c'est donc à l'étude de ces explorations philosophiques et physiologiques et de leurs dynamiques, dont nous pensons qu'elles ont contribué au développement d'une science biologique, que nous consacrons ce travail. Dans le sillage de l'archéologie foucauldienne, mais à rebours de ses conclusions, nous examinons donc les conditions de possibilité d'émergence d'une biologie, entendue sous son aspect de « théorie matérielle de la vie »³¹. Une partie importante de notre travail consistera donc à montrer qu'il y a un sens à s'essayer à écrire une *philosophie de la biologie avant la biologie*, c'est-à-dire avant et l'apparition systématique du mot « biologie » et l'institution de la biologie comme discipline, et à déterminer les conditions de possibilité d'une telle histoire³².

Nous sommes bien consciente que, dans cette voie à l'allure de réfutation, des travaux importants et nombreux nous précèdent. Nous voudrions simplement participer à compléter leurs apports. Ainsi des travaux récents, recherchant les conditions conceptuelles d'émergence de la biologie en amont d'une fulgurante apparition au tournant du 19^e siècle, ont proposé de cette émergence un récit fort différent de Foucault. Certains d'entre eux se sont prioritairement centrés sur le rôle joué par les concepts d'organisme, d'êtres organisés, ou de tous organiques³³, l'organisme ayant été décrit comme un schème à partir duquel le vivant pouvait se laisser scientifiquement penser. Dans cette perspective, l'élaboration kantienne du concept d'organisme dans la *Critique de la faculté de juger* – bien que le mot soit quasiment absent du texte – apparaît comme centrale en ce qu'elle sanctionne la mutation d'une conception de l'être vivant pensé comme articulation d'instruments sous la gouvernance d'une âme (permettant à chaque instrument de réaliser sa fin) à une conception de l'organisme prioritairement pensé comme totalité de parties circulairement liées par une causalité réciproque, comme l'a montré Philippe

³¹ Nous empruntons cette expression à Gayon (2008).

³² Sur ce point voir Bognon et Wolfe (éds.), à paraître.

³³ Huneman (2008a), Wolfe (2010a, 2014c, 2014d), Duchesneau (2018).

Huneman³⁴. Dans cette réflexion sur les « êtres organisés » capables d'auto-organisation, la question de la finalité organique est alors déplacée du côté du rapport des parties au tout et de leur autoproduction.

Dans cette pré-histoire de la biologie, plusieurs fils conducteurs avaient donc déjà été suivis : celui de la constitution du problème ontologique de la vie (Foucault)³⁵; celui de la constitution du concept d'organisme pensé comme contenu scientifique du concept de vie, où le schème de l'organisme renvoie à cette puissance propre des êtres vivants à produire leur organisation, à partir d'une réflexion sur la relation spécifique qui unit les parties au tout et leur production réciproque.

En amont de ces perspectives, nous souhaitons suivre une autre voie et ancrer notre travail dans l'étude des conditions matérielles de l'auto-organisation des êtres vivants, c'est-à-dire rechercher dans l'interaction matérielle des parties la condition de l'auto-organisation vitale – ou plutôt, déterminer à quelles conditions une telle enquête est devenue possible (enquête dont on sait que Kant la tenait pour radicalement impossible³⁶). Si le concept d'« organisme » peut être tenu pour un concept unifiant pour la biologie, parce qu'il mettrait en avant la nécessité de reconnaître et de naturaliser les dynamiques téléologiques propres au développement et au fonctionnement des êtres vivants, il nous semble cependant que surévaluer cette importance comporte le risque de surestimer le rôle du raisonnement téléologique et, en particulier, la fécondité épistémique d'une conception réaliste des forces vitales³⁷, dans la formation de la biologie. Aussi, bien que le concept d'organisme ait incontestablement joué un rôle central dans l'élaboration moderne des questions de la biologie – dans le champ de

³⁴ Huneman (2008a).

³⁵ Problème qui, chez Foucault (1966), s'ancre dans une réflexion sur les mutations internes au concept d'organisation et se déploie dans la recherche des fonctions essentielles du vivant dans une structure invisible – un plan d'organisation – propre à l'anatomie comparée.

³⁶ Voir le passage fameux de la *Critique de la faculté de juger* (1793), §75, AK V : 400. « Il est tout à fait certain que nous ne pouvons même pas connaître de façon suffisante les êtres organisés et leur possibilité interne suivant des principes simplement mécaniques de la nature, bien moins encore nous les expliquer ; et c'est même si certain que l'on peut sans hésiter dire qu'il est absurde pour des êtres humains même simplement de concevoir un tel projet, ou d'espérer que puisse un jour surgir encore un Newton qui rende compréhensible ne serait-ce qu'un brin d'herbe d'après des lois naturelles que nulle intention n'a ordonnées ; bien au contraire faut-il absolument refuser ce savoir aux hommes. »

³⁷ Voir par exemple Gambarotto (2017). Wolfe (2016), (2017b) insiste ainsi sur l'importance de distinguer entre une métaphysique de l'organisme – le « biochauvinisme » – qui postule « un centre organisateur, un sujet, au statut quasi-transcendantal » (Wolfe 2015) et une conceptualisation émergentiste de l'organisation, à la fois vitaliste et matérialiste.

l'embryologie (développement des formes vivantes soumises à l'épigenèse), de l'évolution pré-darwinienne (explications transformistes des formes vivantes) et de l'anatomie comparée –, il est cependant clair que la distinction et l'articulation entre matière inerte et matière vivante, corps inorganiques et corps organiques ainsi que les efforts entrepris pour expliquer les structures complexes et les fonctions des organismes à partir de leur composition matérielle ou moléculaire et des combinaisons chimiques qui s'y opèrent ont constitué des éléments majeurs de l'émergence de la biologie comme science, comme François Duchesneau l'a mis en évidence³⁸.

Cependant, comme l'a fort bien montré Jean Gayon, l'institution de ce problème ontologique à la suite duquel vie et matière se trouvèrent engagées dans de nouveaux rapports n'est pas monolithique, puisqu'il recouvre en réalité ce qu'il appelle des « doctrines de la matière vivante » et des « doctrines mortuaires de la matière »³⁹. Représentant du premier ensemble, Buffon isole par exemple en des « molécules organiques » les composants ultimes des corps vivants, c'est-à-dire des parties organiques primitivement vivantes non dérivées de la matière brute. Aussi oppose-t-il deux sortes de matières, la vivante et la brute, obéissant à des lois hétérogènes. S'il y a opposition entre deux matières, en ce que la matière vivante ne dérive pas de la matière brute, il n'y a en revanche pas de lutte entre la matière et la vie mais plutôt institution d'une matière spécifiquement vivante. Plus radicale est en revanche la conception de Bichat, lointaine héritière de Stahl dans le champ de polarisation des conceptions de la vie, qui oppose activement vie et matière :

« La vie est l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort. Tel est en effet le mode d'existence des corps vivants, que tout ce qui les entoure tend à les détruire. Les corps inorganiques agissent sans cesse sur eux ; eux-mêmes exercent les uns sur les autres une action

³⁸ Duchesneau (2010), p. 47 ; voir également à propos du réductionnisme dans l'élaboration de la théorie cellulaire, Duchesneau (1987) ; à propos de l'articulation entre analyse chimique et lois d'organisation vitale, Duchesneau (2016) ; à propos des relations entre chimie et biologie dans le développement de la physiologie générale, Duchesneau à paraître dans Bognon-Küss et Wolfe (éds.).

³⁹ Gayon (2008), pp.14-15.

continue ; bientôt ils succomberaient s'ils n'avaient en eux un principe permanent de réaction. »⁴⁰

Pour Bichat donc, l'opposition entre la matière et la vie, entre lois physico-chimiques et force vitale, ne dessine pas seulement une tranquille séparation ontologique, mais plutôt une active contradiction, une lutte entre les puissances chimiques extérieures (constantes) et un principe de réaction ou de résistance intérieur (fluctuant selon les âges de la vie), dont les déséquilibres sont des indicateurs de la vitalité organique (supériorité de la réaction sur l'action des corps environnants et « turgescence vitale »⁴¹ dans la jeunesse, équilibre du jeu des forces dans l'âge adulte, diminution progressive de la réaction vitale et supériorité croissante de l'action des corps extérieurs dans la vieillesse). On pourrait, avec Auguste Comte, faire coïncider cette séparation du vivant et de l'inerte, et leur lutte, avec l'apparition du mot « biologie », émergence qui viendrait sanctionner en quelle sorte la nécessité de la reconnaissance d'une telle dualité de la vie et de la matière pour la constitution d'une biologie autonome, libérée de l'hégémonie des sciences physico-chimiques⁴². Comme le souligne Canguilhem, pour Comte

⁴⁰ Bichat (1994) [1800], pp. 57-58.

⁴¹ *Ibid.*, p. 58.

⁴² Nous renvoyons en particulier au texte de Canguilhem « La philosophie biologique d'Auguste Comte et son influence en France au 19^e siècle » (1958) in Canguilhem (2002) [1968]. Si Comte se montre parfois critique à l'égard du dualisme de Bichat dans les *Cours de philosophie positive* (1830-1842) et estime que le positivisme doit dépasser cette opposition métaphysique du vivant et de l'inerte (« pour la physiologie cette subordination à la science du monde extérieur constitue réellement, au contraire, le premier fondement nécessaire de sa positivité rationnelle. (...) La physiologie n'a commencé à prendre un vrai caractère scientifique, en tendant à se dégager irrévocablement de toute suprématie théologique ou métaphysique, que depuis l'époque, presque contemporaine, où les phénomènes vitaux ont enfin été regardés comme assujettis aux lois générales, dont ils ne présentent que de simples modifications. » ; « La prétendue indépendance des corps vivants envers les lois générales, si hautement proclamée encore, au commencement de ce siècle, par le grand Bichat lui-même, n'est plus désormais directement soutenue, en principe, que par les seuls métaphysiciens », Comte (1838) *Leçon 40*, pp. 272-273), Canguilhem souligne cependant l'importance conjointe que revêt, chez Comte, une telle séparation de l'organique et de l'inerte dans le récit qu'il fait de l'émergence d'une science autonome de la biologie : « (...) le terme Biologie est systématiquement utilisé par Comte pour désigner à la fois la science abstraite d'un objet général, les lois vitales, et la science synthétique d'une activité fondamentale, la vie », p. 64 ; « On le voit, l'idée-mère de toutes les positions de Comte en biologie, c'est le dualisme obligé de la vie et de la matière. », p. 67 ; « Cette conviction c'est que la vie s'agit et agit dans le monde de l'inerte sans y trouver sa source, qu'elle abandonne à la mort des organismes individuels qui n'en proviennent pas. », p. 73.

« L'invention du terme de Biologie était l'expression de la prise de conscience, par les médecins et les physiologistes, de la spécificité d'un objet d'investigation échappant à toute analogie essentielle avec l'objet des sciences de la matière. La formation du terme est l'aveu de l'autonomie sinon de l'indépendance de la discipline. »⁴³

Et il est courant de peindre ainsi l'émergence de la biologie, dans des historiographies généralement polarisées autour de l'opposition entre vitalisme et mécanisme, comme une conquête progressive d'autonomie vis-à-vis des sciences dédiées à l'étude des corps bruts, des lois de leur mouvement, de leurs associations, etc. Or un tel regroupement de la physique et de la chimie sous la bannière des « sciences physico-chimiques », ou « sciences de la matière brute », contre laquelle la biologie aurait conquis son espace propre, nous paraît conduire à faire l'impasse sur un pan également déterminant pour l'avènement de la biologie comme science. En effet, il nous semble que parallèlement à l'identification d'un objet propre (la vie, l'organisme) la biologie s'est efforcée, dès sa constitution, à réduire la frontière qui eût pu la séparer du reste de la nature. Autrement dit, faire de la vie et de l'organisme les objets propres de la biologie n'excluait pas par principe une enquête sur les conditions matérielles de l'émergence de la première et les lois d'organisation du second. La catégorie conceptuelle de vie et son contenu empirique, l'organisme, pour fondatrice qu'elle fut, ne devait pas empêcher le déploiement d'une enquête guidée par une approche réductionniste. Si cela n'impliquait pas nécessairement que l'objet ou l'opposition qui passait pour avoir rendu la biologie possible dût être congédié une fois celle-ci fermement constituée⁴⁴, il semble que, parallèlement à la revendication de son espace propre, la biologie ait travaillé à réduire cette démarcation entre le vivant et le non-vivant en cherchant à expliquer comment des constituants eux-mêmes non-vivants pouvaient produire l'organisation vitale, ou comment des réactions chimiques pouvaient déterminer et guider des processus physiologiques, avec des travaux tels que ceux de Lavoisier sur la respiration et la transpiration des animaux⁴⁵.

⁴³ Canguilhem, *op. cit.*, p. 64.

⁴⁴ Nous pensons bien entendu à la formule célèbre de François Jacob (1970) : « On n'interroge plus la vie aujourd'hui dans les laboratoires », qui semble faire coïncider le constat de cette disparition avec le parachèvement de la maturité de la biologie comme science, p. 320.

⁴⁵ Lavoisier (1789), (1790).

Un intérêt de notre démarche centrée sur les processus de nutrition est de montrer comment l'émergence d'un tel problème ontologique, autour du découpage entre êtres organiques et matière inorganique s'est redoublée d'une réflexion sur les lignes de fracture internes au vivant : dans la classification des formes vivantes, entre le végétal et l'animal d'une part ; dans le travail physiologique, entre la synthèse et l'analyse, la composition et la décomposition, d'autre part. Ainsi, à la suite des travaux de Lavoisier sur la respiration et les régulateurs de la machine animale⁴⁶, la littérature chimique, centrée sur la division de la vie en règnes animal et végétal, le premier consommant (analyse) ce que le second produit (synthèse), le phénomène animal principal est la combustion⁴⁷. Dans le cadre de cette répartition des phénomènes vitaux (analyse – synthèse) en raison des règnes, la nutrition devient le principe d'une nouvelle partition de la nature vivante. Tandis que les plantes sont tenues pour seul véritable laboratoire des synthèses chimiques, la nutrition animale n'est plus conçue que comme l'absorption d'une matière alimentaire déjà identique à celle de l'organisme, une substance étant considérée comme nourrissante si sa constitution est proche de celle dont sont formées les matériaux de l'organisme assimilateur (albumine et fibrine par exemple). Les études chimiques de la nutrition concluent donc, dans la première moitié du 19^e siècle, à une théorie que l'on pourrait qualifier de passive ou préformationniste de la nutrition animale : les éléments histochimiques du corps animal ne sont au bout du compte qu'un agrégat physique d'aliments ingérés, séparés et élus par les tissus lors de la digestion, le sang étant conçu comme une « chair coulante »⁴⁸, c'est-à-dire qu'il consiste en la dissolution des éléments constitutifs de l'organisme. Une telle conception duale de la nutrition – assignant aux deux règnes (végétal et animal) des processus physiologiques opposés (création et destruction) –, et de la nutrition animale comme phénomène direct et passif, se révélait par conséquent inapte à unifier les processus proprement vitaux, puisque dans la nutrition animale l'organisme se bornait à recevoir des « principes immédiats préformés »⁴⁹.

⁴⁶ Lavoisier *op. cit.*

⁴⁷ Par exemple, Dumas et Boussingault, *Essai de statique chimique des êtres organisés*, leçon du 20 août 1841 : « le caractère le plus constant de l'animalité réside dans cette combustion du charbon ».

⁴⁸ C. Bernard (1878), t. 2, p. 382.

⁴⁹ C. Bernard, *ibid.*, p. 383.

Or, il nous semble que c'est précisément à partir d'une réorientation de la physiologie de la nutrition qu'une condition nécessaire à l'unification des phénomènes de la vie et à la compréhension de l'organisme comme entité capable de s'auto-organiser peut être remplie. Une telle mutation, dont l'intuition s'est élaborée tout au long du 18^e siècle, est réalisée par les travaux de Claude Bernard sur la nutrition, entendue comme « synthèse organisatrice », dont les conclusions sur la capacité des organismes animaux à fabriquer eux-mêmes et pour eux-mêmes, des substances organiques complexes (glycogène) permettent de montrer que « la machine vivante possède une sorte d'élasticité chimique qui est sa sauvegarde »⁵⁰. Aussi, la juste compréhension de l'auto-organisation (annoncée par Kant comme un critère spécifique des êtres vivants organisés) impliquait-elle de développer une chimie biologique ou une biologie chimique à même de comprendre la nécessaire solidarité des phénomènes de création – synthèse et de destruction – analyse organique au sein du vivant.

Si donc la nutrition occupe une place particulière dans les discussions sur la nature du vivant, sa productivité spécifique et sa relation à la matière, c'est selon nous pour deux raisons, qui constituent les axes transversaux de cette thèse : 1) la nutrition met en jeu des synthèses organiques, qui sont l'objet de la chimie – une des questions auxquelles s'est intéressée la chimie organique a été de savoir si les animaux étaient capables d'opérer de telles synthèses, ou s'ils se contentaient d'assimiler directement et d'analyser des matières chimiquement identiques, préparées par les synthèses végétales ; 2) la nutrition est prioritairement pensée comme une synthèse organisatrice, tant du point de vue de la morphogenèse que de la conservation des organismes. La nutrition nous paraît donc occuper une place focale dans la réflexion sur la démarcation entre vivant et non-vivant : définie comme propriété vitale universelle (nécessaire, mais pas forcément suffisante), elle met en œuvre des processus d'assimilation (ou d'intussusception) qui semblent fournir un critère de démarcation stable entre les processus guidant le développement et la conservation des corps vivants et ceux qui opèrent sur les matières inorganiques (la cristallisation par exemple)⁵¹. Il nous importera de comprendre comment la nutrition a conquis cette fonction de caractère distinctif du vivant et d'unificateur de la vie. Il nous semble qu'entre la querelle opposant Hecquet et

⁵⁰ C. Bernard, *ibid.*, p. 382.

⁵¹ Metzger (1969), Haraway (1976).

Astruc par laquelle nous ouvrons notre enquête au 18^e siècle, et la publication de la somme des *Leçons* de Claude Bernard en 1878, en un peu plus d'un siècle donc, la nutrition soit passée du statut de critère instable dans l'attribution de la vitalité – servant tantôt à conférer, tantôt à confisquer la vie aux organismes considérés – à celui de processus par lequel le vivant s'imposait comme productivité spécifique. Aussi, définir la nutrition comme propriété générale commune à la fois aux plantes et aux animaux, c'est travailler à établir conjointement une nouvelle partition ontologique – non plus entre les règnes – mais entre l'organique et l'inorganique, ce qui croît et se maintient par intussusception ou par simple juxtaposition, et une nouvelle définition, unificatrice, des processus vitaux. A la fin du 18^e siècle, à la faveur d'une réflexion engagée autour de son potentiel épigénétique (comme nous le montrerons chez Diderot, Kant et C.F. Wolff), la nutrition se trouve occuper une place centrale dans l'élaboration du concept d'auto-organisation : les êtres vivants forment pour eux-mêmes, ou synthétisent, leur propre substance dans une relation réglée avec leur environnement, c'est-à-dire à partir d'une matière étrangère qu'ils organisent, et c'est finalement par une telle relation à l'extérieur qu'ils peuvent construire et maintenir leur individualité vitale. Cependant, une contradiction forte semblait opposer ce rôle accordé à la nutrition dans l'élaboration d'un espace conceptuel au sein duquel l'auto-organisation et les processus métaboliques allaient se révéler fondamentaux pour l'élaboration du concept d'organisme biologique et les théories de la nutrition alors disponibles, en leur base chimique. Il nous importera alors de déterminer à quelles conditions une compréhension de la nutrition comme fonction passive et directe fut abandonnée au profit d'une conception des êtres vivants comme entités capables de se maintenir et de s'auto-organiser – persistant dans le temps comme le même individu biologique – par la conversion de la matière nutritive en substance propre à l'organisme.

2. La connaissance de la vie et la connaissance de la nutrition : analyse et synthèse

Dans cette tension entre le niveau de l'organisme et celui de ses composants, entre l'ordre vital de la synthèse et celui de l'analyse des moyens servant à la mettre en œuvre, se joue donc aussi un certain rapport de la connaissance à son objet – la

nutrition comme processus de synthèse organique et organisatrice, l'organisme comme individualité biologique métaboliquement construite. Pour Kant il était ainsi vain d'espérer parvenir à expliquer mécaniquement l'ordre téléologique interne et les facultés auto-organisationnelles des êtres vivants, si bien que la connaissance des êtres organisés ne pouvait être pleinement naturalisée, comme pouvait l'être, typiquement, la physique (qui peut bien se passer de téléologie) :

« (...) simplement est-il assuré que, si en tout cas nous devons juger du moins d'après ce qu'il nous est permis de voir par notre nature propre (d'après les conditions et les limites de notre raison), nous ne pouvons placer au fondement de la possibilité de ces fins naturelles absolument rien d'autre qu'un être intelligent – ce qui correspond à la maxime de notre faculté de juger réfléchissante, par conséquent à un jugement subjectif, mais indissolublement inhérent à l'espèce humaine. »⁵²

Limitation qui a donc trait à la fois aux propriétés des objets considérés (la téléologie pensée sur fond de contingence par rapport aux lois de la nature) et à la nature de notre pouvoir de connaître. Si la vie se constitue comme défi pour la connaissance, cela vient sans doute de l'opposition manifeste entre les opérations par lesquelles le sujet tente de s'emparer de son objet (analyse, décomposition, dissection, expérimentation), et le caractère de totalité de cet objet – l'organisme défini comme unité fonctionnellement intégrée dans laquelle chaque partie est à la fois dépendante des autres et du tout qu'elle contribue à créer (chaque partie existe pour les autres, et par les autres)⁵³. Aussi on aura pu dire que la connaissance du vivant tendait à détruire

⁵² Kant (1793), AK V: 400-401.

⁵³ Une telle inadéquation entre la connaissance et la vie peut aussi être pensée comme inadéquation entre les facultés et l'objet. Ainsi pour Bergson, dans *l'Évolution créatrice*, c'est par un mouvement de retrait par rapport à l'intelligence spatialisante (faculté pour agir, et non pour connaître la substance des choses) et par l'installation dans l'intuition qu'une connaissance authentique de l'élan vital peut se déployer. Voir Bergson (2013) [1941], pp. v-vi : « Notre intelligence, au sens étroit du mot, est destinée à assurer l'insertion parfaite de notre corps dans son milieu, à se représenter les rapports des choses extérieures entre elles, enfin à penser la matière. Nous verrons que l'intelligence humaine se sent chez elle tant qu'on la laisse parmi les objets inertes, plus spécialement parmi les solides, où notre action trouve son point d'appui et notre industrie ses instruments de travail, que nos concepts ont été formés à l'image des solides, que notre logique est surtout la logique des solides (...). Mais de là devrait résulter aussi que notre pensée, sous sa forme purement logique, est incapable de se représenter la vraie nature de la vie, la signification profonde du mouvement évolutif. (...) De fait nous sentons bien

son objet – soit littéralement (dans les cas des dissections anatomiques ou de l'analyse élémentaire des composés organiques par exemple), soit en traitant le vivant comme l'analogue d'une machine (dans laquelle l'agencement des parties se caractérise par leur extrême modularité)⁵⁴. Claude Bernard aura par exemple été célèbre pour avoir théorisé, dans *l'Introduction à la médecine expérimentale*, cette opposition – mais également la nécessaire solidarité – de l'analyse et de la synthèse dans les sciences biologiques⁵⁵ : parce que l'organisme est une unité et une individualité, parce que dans le corps organisé « toutes les actions partielles sont solidaires et génératrices les unes des autres »⁵⁶, parce que cette solidarité renvoie donc à une circularité causale⁵⁷, et parce que le physiologiste demeure toujours au dehors de ce tout qu'il étudie⁵⁸, l'organisme ne peut être inspecté de la même manière que le sont les objets du physicien et du chimiste. Cette contrainte n'ôte cependant rien au devoir analytique de la physiologie – devoir d'élucidation du déterminisme physico-chimique des phénomènes physiologiques qui fonde, chez Claude Bernard, un véritable réductionnisme méthodologique. Il est certes juste de tenir compte de ce caractère de totalité physiologique, mais

qu'aucune des catégories de notre pensée, unité, multiplicité, causalité mécanique, finalité intelligente, etc. ne s'applique exactement aux choses de la vie (...) En vain nous poussons le vivant dans tel ou tel de nos cadres. Tous les cadres craquent. Ils sont trop étroits, trop rigides surtout pour ce que nous voudrions y mettre. »

⁵⁴ Sur cette question nous renvoyons par exemple au bel article de C. T. Wolfe sur le rapport complexe qu'entretiennent les médecins vitalistes à l'expérimentation animale. Wolfe (2013).

⁵⁵ C. Bernard (2008b) [1865], p. 169.

⁵⁶ *Ibid.*, p. 167.

⁵⁷ « Ainsi les organes musculaires et nerveux entretiennent l'activité des organes qui préparent le sang ; mais le sang à son tour nourrit les organes qui le produisent », *ibid.*, p. 166.

⁵⁸ *Ibid.*, p. 167 : « Le physiologiste et le médecin ne doivent donc jamais oublier que l'être vivant forme un organisme et une individualité. Le physicien et le chimiste, ne pouvant se placer en dehors de l'univers, étudient les corps et les phénomènes isolément pour eux-mêmes, sans être obligés de les rapporter nécessairement à l'ensemble de la nature. Mais le physiologiste, se trouvant au contraire en dehors de l'organisme animal dont il voit l'ensemble, doit tenir compte de l'harmonie de cet ensemble en même temps qu'il cherche à pénétrer dans son intérieur pour comprendre le mécanisme de chacune de ses parties. De là il résulte que le physicien et le chimiste peuvent repousser toute idée de causes finales dans les faits qu'ils observent ; tandis que le physiologiste est porté à admettre une finalité harmonique et préétablie dans le corps organisé dont toutes les actions partielles sont solidaires et génératrices les unes des autres. »

« on ne saurait conclure de là qu'il ne faut pas analyser la machine vivante comme on analyse une machine brute dont toutes les parties ont également un rôle à remplir dans un ensemble. »⁵⁹

Cependant, Claude Bernard ajoute que l'analyse seule, aveugle à « l'unité harmonique de l'organisme »⁶⁰, serait vaine car elle manquerait son objet – le biologique – et c'est pourquoi ce moment analytique doit enfin être complété d'une « synthèse physiologique ». Or il est intéressant de noter que celle-ci diffère foncièrement, pour Claude Bernard, de ce que l'on entend habituellement par synthèse dans les sciences physico-chimiques – où la synthèse est la réunion de ce que l'analyse a isolé, c'est-à-dire sa contre-épreuve⁶¹ – puisque dans l'organisme le tout est plus que la simple somme de ses parties. Dans ce passage, Claude Bernard semble développer, sans la nommer, une pensée de l'émergence par laquelle il cherche à résoudre cette apparente contradiction entre la reconnaissance de l'irréductibilité du fait vital et son réductionnisme méthodologique. L'organisme est en effet trivialement matériel en ce qu'il est composé de ses parties, mais il n'est pas que cela, puisqu'il manifeste des propriétés qui émergent (Claude Bernard emploie le verbe « apparaître ») de leur agencement particulier. Si les propriétés dépendent bien de leurs conditions physiques d'existence, ou de leur substrat matériel, elles ne sont cependant « pas appréciables dans ces éléments séparés »⁶². Or cette thèse, que l'on qualifierait aujourd'hui d'émergentiste, doit être rapprochée de l'idée fondamentale chez Claude Bernard de la nature auto-productrice du vivant : « la vie, c'est la création »⁶³. C'est donc la spécificité de l'objet – le caractère auto-organisé des êtres vivants – qui impose au sujet connaissant le déploiement d'une nouvelle manière de connaître :

⁵⁹ *Ibid.*, p. 168.

⁶⁰ *Ibid.*, p. 169.

⁶¹ Nous simplifions par commodité la position de Claude Bernard sur ce sujet, qui est en réalité plus complexe. En effet il distingue au sein des sciences physico-chimiques analyse et synthèse de la matière et analyse et synthèse des propriétés des corps qui se révèle plus complexe que la première puisque les propriétés des corps ne dépendent pas seulement de la nature et des proportions des éléments, mais également de la manière dont ces éléments sont arrangés. Dans ce cas analyse et synthèse ne peuvent être considérés simplement comme une séparation et une réunion, une soustraction et une addition puisque les propriétés des corps sont aussi relationnelles.

⁶² *Ibid.*, p. 171

⁶³ *Ibid.*, p. 173.

« (...) ce qui caractérise la machine vivante, ce n'est pas la nature de ses propriétés physico-chimiques, si complexes qu'elles soient, mais bien la création, de cette machine qui se développe sous nos yeux dans les conditions qui lui sont propres (...) »⁶⁴

Contentons-nous pour le moment d'indiquer que c'est précisément par la conjugaison des moyens analytiques, par la mise en œuvre d'une physiologie chimique donc, et synthétiques (la totalité organique et son milieu intérieur) que Claude Bernard aura contribué à surmonter la division de l'analyse et de la synthèse dans la chimie du vivant. A partir de sa définition de la nutrition comme processus de création – destruction organique (de synthèse et d'analyse), il pouvait fournir à l'association nutrition – développement un fondement physiologique et donc contribuer à mettre au jour ce caractère fondamentalement autopoétique des êtres vivants, qui secrètent pour eux-mêmes leur propre substance.

Canguilhem encore, dans l'introduction de *La connaissance de la vie* estime que « connaître c'est analyser » – « décomposer, réduire, expliquer, identifier, mesurer, mettre en équations »⁶⁵. S'il n'en conclut pas que la connaissance de la vie soit destructrice de son objet, il estime cependant que « la vie déconcerte la logique »⁶⁶ en raison du caractère fondamentalement « autopoétique de l'activité organique »⁶⁷. Kant a certes bien aperçu que les êtres vivants sont des êtres de synthèse, mais c'est à Bernard que Canguilhem reconnaît le grand mérite d'avoir surmonté l'aporie du réductionnisme méréologique, et d'avoir promu « une science analytique des fonctions du vivant, pourtant respectueuse du fait que le vivant, est au sens authentique du terme, une synthèse »⁶⁸. Reconnaître dans la nutrition un processus organisateur et régulateur par lequel le vivant s'impose, unitairement, comme puissance de synthèse, capable de se maintenir et de se produire de manière dynamique, c'est donc aussi prendre acte de cette tension au sein de la connaissance du vivant et du vivant lui-même entre l'analyse et la synthèse, la partie et le tout, la destruction et la création.

⁶⁴ *Ibid.*, p. 174.

⁶⁵ Canguilhem (2003) [1965], p. 11 (p. 9).

⁶⁶ Canguilhem (1977) [1955], p. 1.

⁶⁷ Canguilhem (2003) [1965], p. 28 (p. 24).

⁶⁸ « Le tout et la partie dans la pensée biologique », in Canguilhem (2002) [1968], p. 329.

3. *Nutrition et identité biologique*

Si la nutrition ne jouit pas *a priori* d'une aura philosophique évidente cela tient donc sans doute davantage à l'allure des problèmes qui ont structuré la philosophie de la biologie comme champ qu'à l'intérêt réel que la nutrition a suscité dans les diverses tentatives de définitions de la vie menées de front par les philosophes, les médecins, les naturalistes, les physiologistes, les chimistes, etc. Il est en effet remarquable de constater que cette action par laquelle les corps organisés croissent, se conservent et s'entretiennent, ait été – et continue d'être⁶⁹ – si étroitement associée à la vie elle-même. Par opposition aux corps inorganiques dont la conservation semble n'être que la persistance d'un état matériel antérieur, les organismes vivants se conservent par un changement continu : c'est par le renouvellement de leur substance dans un double mouvement de composition et de décomposition qu'ils tendent à conserver ce qu'ils sont. Expulsant la matière qui paraît superflue ou usée et, dans un mouvement opposé, prélevant de l'environnement les éléments nécessaires à l'entretien de leurs parties, les organismes vivants se réfléchissent (en un sens spéculaire) comme des systèmes où une circulation ininterrompue de matière et son assimilation intime deviennent les conditions de leur persistance et de leur identité. Plus fondamentale que la reproduction qu'elle rend possible⁷⁰, la nutrition a été envisagée depuis l'Antiquité comme un critère essentiel de la vie – ce qui, face à la multiplicité bigarrée des phénomènes qui s'offrent à l'observateur, permet de la reconnaître (en tant que critère de démarcation) et de l'unifier (en tant que critère de classification). S'il nous semble impossible de remonter aux sources d'une telle relation, ou d'en déterminer l'origine avec certitude, c'est parce que cette association porte en elle une signification profonde, dont nous pensons qu'elle n'est ni *contingente*, ni *historique*. Assigner à la nutrition une place éminente dans la définition du vivant relève d'un geste radical qui consiste dans le même temps à considérer l'assimilation des substances étrangères comme le processus fondamental et unificateur de la vie, et à attribuer au développement et à la génération un caractère second, dérivé. Affirmer que la nutrition est la matrice conceptuelle et fonctionnelle à

⁶⁹ Sur les définitions contemporaines de la « vie » et la place qu'on assigne à la nutrition, sous le concept contemporain de métabolisme, voir Gayon (2010).

⁷⁰ Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point – la compréhension de la nutrition comme fonction plus essentielle que la reproduction dans la mesure où elle est décrite comme sa condition de possibilité.

l'intérieur de laquelle doit être pensée la génération, considérer la génération comme un cas particulier de nutrition, revient – il nous semble – à faire porter l'effort de compréhension de la spécificité du vivant sur sa capacité à s'autoproduire plutôt qu'à se reproduire, c'est-à-dire à sécréter sa propre substance, en informant et organisant des matières étrangères. Si bien que la nutrition ne serait pas seulement un processus négatif de compensation des pertes par assimilation, mais plus fondamentalement un processus actif et créateur de synthèse organique et organisatrice. Faire de la nutrition le propre du vivant, c'est en effet proposer un tableau de la vie comme tendance à absorber l'étranger, à subsumer ses particularités, à lui imposer ses propres déterminations et, dans ce geste d'altération continuée de la matière et de soi, à constituer sa propre identité.

La nécessité de la nutrition dans le vivant renvoie donc à un paradoxe proprement vital qu'elle résout dans le même mouvement. Le vivant expire, transpire, expulse, excrète. Il inspire, ingurgite, digère, sécrète. Il se sépare de sa propre matière, en même temps qu'il intériorise celle qui l'entoure. Comment assurer son identité – sa persistance dans le temps, la permanence sous le changement – malgré ce renouvellement continu de ses parties constituantes ? Le vivant, en se nourrissant, serait-il une sorte de vaisseau de Thésée⁷¹ ? Conservé jalousement par les Athéniens, celui-ci fut l'objet de réparations constantes : chaque planche abîmée étant remplacée par une nouvelle, il n'était plus une partie qui, au bout d'un certain temps (environ 1000 ans), fut demeurée la même. À la question de savoir si le bateau ainsi renouvelé dans ses moindres parties était identique à lui-même, deux réponses possibles : il s'agissait d'un bateau nécessairement différent, puisque tous les éléments qui le composaient avaient changé ; c'était en réalité le même bateau puisqu'il y avait non seulement continuité spatiale et temporelle entre les deux, mais surtout conservation de la même structure⁷² (non seulement ses éléments demeurent à la même place, mais surtout ils gardent la

⁷¹ « Le vaisseau sur lequel Thésée s'était embarqué avec les autres jeunes gens, et qu'il ramena heureusement à Athènes était une galère à trente rame, que les Athéniens conservèrent jusqu'au temps de Démétrios de Phalère. Ils en ôtaient les vieilles pièces, à mesure qu'elles se gâtaient, et les remplaçaient par des neuves qu'ils joignaient solidement aux anciennes. Aussi les philosophes, en se disputant sur ce genre de sophisme qu'ils appellent croissant, citent ce vaisseau comme un exemple de doute, et soutiennent que c'était toujours le même, les autres que c'était un vaisseau différent. », Plutarque, *Les vies des hommes illustres*, §23, trad. D. Ricard, (1862).

⁷² Nous remercions P.F. Moreau d'avoir attiré notre attention sur ce point.

même relation entre eux). Le rapprochement de cette légende rapportée par Plutarque et du problème de la construction et du maintien de l'identité de l'organisme par la nutrition n'est pas accidentel. La légende du vaisseau de Thésée fut en effet convoquée à de nombreuses reprises dans l'histoire pour traiter du problème de l'identité diachronique et synchronique des corps, sous le rapport du renouvellement de leurs constituants matériels. Ce qu'il s'agit d'interroger à travers la légende du vaisseau de Thésée c'est donc la relation entre constitution matérielle et identité biologique⁷³, ou plus précisément le problème de la relation entre persistance du même et renouvellement de sa matière. Parmi ces usages, nous exposerons en particulier la critique Leibnizienne⁷⁴ du principe d'individuation que Locke avait développé dans *l'Essai sur l'entendement humain* (II, XXVII)⁷⁵.

Dans ce texte, Locke cherche en effet le principe qui assure l'identité aux corps, c'est-à-dire ce qui permet à la fois de distinguer un corps des autres corps (critère d'unicité – x est identique au sens où il est distinct de n'importe quelle autre entité y), et

⁷³ Nous laissons de côté la question de l'identité personnelle qui enveloppe une dimension éthique, laquelle n'est pas ici notre question. Notre problème est de circonscrire de quelles manières la nutrition interroge les concepts d'identité et d'individualité dans le monde biologique. Bien sûr, la question du rapport entre identité et renouvellement matériel du corps a été fréquemment abordée à partir de l'angle moral, sous la forme de paradoxes, afin de réfuter les approches matérialistes de l'identité. Par exemple, Hobbes dans le *De corpore*, XI, 7, souligne que si l'identité personnelle dépend d'un seul critère matériel, alors celui qui pêche et celui qui est puni ne sont pas le même homme en raison de ce renouvellement moléculaire constant ; voir aussi Locke, *Essai*, II, XXVII, §18 : « Sur cette identité personnelle reposent tout le Droit et la Justice de la récompense et du châtimement ».

⁷⁴ *Nouveaux essais sur l'entendement humain*, II, ch. XXVII, §4

⁷⁵ Voir aussi le *De corpore*, XI, 7 de Hobbes (1999). Cependant, le problème de Hobbes dans ce passage semble être moins celui de l'identité diachronique que celui de l'identité synchronique (est-ce qu'il peut y avoir identité numérique de deux bateaux complets à $t+n$ occupant deux lieux différents ?), problème que Hobbes introduit par l'expérience de pensée des planches originales conservées: "Some place *Individuity* in the Unity of *Matter*; others in the Unity of *Form*; and one sayes it consists in the Unity of the *Aggregate of all the Accidents together*. (...) According to the second Opinion, two Bodies existing both at once, would be one and the same Numerical Body; for if (for example) that Ship of *Theseus* (concerning the Difference whereof, made by continual reparation, in taking out the old Planks, and putting in new, the Sophisters of *Athens* were wont to dispute) were, after all the Planks were changed, the same Numerical Ship it was at the beginning; and if some Man had kept the Old Planks as they were taken out, and by putting them afterwards together in the same order, had again made a Ship of them, this without doubt had also been the same Numerical Ship with that which was at the beginning; and so there would have been two Ships Numerically the same, which is absurd. (...) so that a Ship, which signifies Matter so figured, will be the same, as long as the Matter remains the same; but if no part of the Matter be the same, then it is Numerically another Ship; and if part of the Matter remain, and part be changed, then the Ship will be partly the same, and partly not the same".

à un corps d'être identique à lui-même dans différents intervalles de temps et d'espace (critère de permanence)⁷⁶. Cependant, l'identité ne saurait s'appliquer sans distinction à tous les corps (la pierre, le fleuve, l'arbre, Socrate). Il faut donc d'abord examiner en quoi consiste l'identité dans les différents types de corps, et si tous les corps peuvent être dits « identiques » en un même sens. L'identité transtemporelle des corps inorganiques (leur permanence) est renvoyée à un critère matériel : l'identité du corps demeure tant que la matière qui le compose demeure identique,

« Il est à ce moment ce qu'il est et rien d'autre, et donc il est le même et doit continuer ainsi tant que son existence continuera (...) et pendant qu'ils existent joints ensemble, la *masse* qui est composée des mêmes atomes, ou qu'on y en ajoute un nouveau, ce n'est plus la même *masse*, ni le même *corps* »⁷⁷

Or le mode de persistance des corps vivants étant caractérisé par un changement continu de leur constituants matériels (le gland devient chêne, le cheval peut être gras ou maigre), leur identité doit consister en autre chose qu'en leur matière, puisqu'elle semble demeurer malgré ce mouvement perpétuel auquel leur complexion matérielle est soumise (tel x peut être ré-identifié comme x dans différents contextes et différentes intervalles temporelles, il perdure en tant que x).

« Quant aux créatures vivantes, leur identité ne dépend pas de la masse de particules identiques, mais de quelque chose d'autre. En elles, en effet, la variation d'une grande quantité de matière ne modifie pas l'identité : un chêne, jeune plant devenant grand arbre élagué, est toujours le même chêne ; et un poulain devenu cheval, parfois gras parfois maigre, est toujours le même cheval, bien que dans les deux cas il ait pu y avoir un changement manifeste d'éléments. Ainsi, aucun n'est plus constitué vraiment des mêmes masses de matière, bien que le premier soit vraiment le même chêne et le second le même cheval. La raison en est que dans les deux cas,

⁷⁶ Un premier critère avancé par Locke, et qui assure l'unicité, va être celui de la continuité spatiotemporelle : « ce principe consiste dans l'existence même qui fixe chaque être à un temps particulier et à un lieu incommunicable à deux êtres de la même espèce » (§3). Autrement dit l'identité entendue comme unicité est rapportée à une situation dans l'espace et le temps : un même corps ne peut avoir deux commencements, ni deux corps un même commencement, en un seul point de l'espace.

⁷⁷ *Essai...*, *op. cit.*, §3.

masse de matière et corps vivant, identité n'est pas appliqué à la même chose »⁷⁸

La croissance et le développement du corps vivant, ainsi que l'absence de constance de sa forme adulte impliquent de découpler son identité de sa matière. L'identité transtemporelle des corps est de ce fait indexée sur leur mode d'être différentiel. Autrement dit, la question de l'identité, d'abord posée de manière diachronique, est synchroniquement ressaisie par Locke à partir de la question de la différence de nature des corps auquel elle s'applique, c'est-à-dire des critères d'application du concept d'identité en raison de la nature des corps : inerte, vivant, humain⁷⁹.

« (...) une masse de matière n'est qu'une cohésion de particules de matière unies *n'importe comment* ; un chêne par contre est une *disposition des particules telles* que soient ainsi constitués les éléments d'un chêne, et que l'organisation de ces différents éléments *permette la réception et la distribution de la nourriture* de façon à ce que la plante se perpétue et donne bois, écorce, feuilles, etc. de chêne »⁸⁰

L'identité des corps vivants est donc d'abord circonscrite par un critère d'organisation matérielle contrastant avec celle des corps inertes : ce qui demeure identique dans les êtres vivants c'est un certain patron d'organisation, un agencement, une structure au sein de laquelle de nouveaux éléments vont s'intégrer en raison des consignes ou de contraintes déterminées qui assurent le maintien de la vie dans ce corps. Locke peut alors définir l'identité des corps vivants par un « principe d'individuation » (résolvant ainsi, dit-il, un vieux problème de la scolastique), c'est-à-dire par la possibilité d'identifier une continuité d'états au sein d'une seule et même « vie ». C'est donc l'agencement structuro-fonctionnel définissant l'organisation et assurant la participation à une même « vie » qui permet d'assurer son identité cohésive à l'individu biologique. Il ne nous semble pas anodin que Locke fasse intervenir la nutrition dans l'exposition de ce principe, non comme signe d'un paradoxe à surmonter (les corps se

⁷⁸ *Ibid.*, §3, p. 330.

⁷⁹ On remarquera que Locke infléchit le principe nominaliste de la démarche hobbesienne, qui consiste à référer le principe d'individuation aux objets désignés : « il faut considérer par quel nom une chose est désignée, quand on s'interroge sur son identité », *De corpore*, XI, 7.

⁸⁰ *Ibid.*, §4, 330-331. Nous soulignons.

détruisent et se renouvellent sans cesse et sont cependant toujours en un sens les mêmes), mais comme indice d'une capacité distinctive du vivant à assimiler des matières étrangères (à les intégrer au plan de leur organisation) et à produire une certaine organisation (leur propre substance – bois, écorce, feuilles). C'est parce que la nutrition n'est pas seulement un processus de renouvellement de matière et de compensation des pertes, mais également un processus organisateur qu'elle est invoquée comme processus fonctionnel assurant – malgré les apparences – la continuité de la vie : l'arbre, en s'assimilant des éléments nutritifs étrangers les transforme en sa propre substance, c'est-à-dire les subsume sous son identité pour les faire participer à sa vie (il leur communique des propriétés vitales).

« Une plante, c'est donc une organisation d'éléments en un corps cohérent partageant une vie commune ; par conséquent une plante continue à être la même plante tant qu'elle partage la même vie, même si *cette vie est communiquée à de nouvelles particules de matière, vitalement unies* à la plante vivante en organisation permanente semblable, conforme à l'espèce de la plante »⁸¹

Or lorsque Leibniz déclare ce critère organisationnel insuffisant à assurer une continuité d'états, il ne relève pas cette double référence aux processus nutritifs du texte Lockéen qui contribuait à déplacer le sens de l'organisation, ou du moins à en enrichir le sens structurel classique d'une signification plus dynamique, ou processuelle. L'organisation n'est pas uniquement figure ou structure, mais également capacité des organismes manifestée par les processus de nutrition à organiser des matières étrangères. Sans doute afin de renforcer sa critique, Leibniz omet donc un aspect central de l'exposition de la théorie lockéenne de l'identité organique. Restreindre le critère organisationnel à la seule configuration lui permet de réintroduire la nécessité d'un principe immatériel : il faut qu'une substance existe pour qu'il y ait continuité sous le changement, et la prétention de Locke à définir l'identité des corps vivants en faisant l'économie de la forme substantielle est en réalité illusoire⁸².

⁸¹ *Ibid.* Nous soulignons.

⁸² Notons que Leibniz refuse également le premier critère d'unicité spatiotemporelle et numérique posé par Locke : d'une part il présuppose l'universalité de l'impenétrabilité des corps, qui n'est pas prouvée (puisque deux ombres peuvent se pénétrer) ; d'autre part il est

« *Théophile*. L'organisation ou configuration sans un principe de vie subsistant que j'appelle monade, ne suffirait pas pour faire demeurer *idem numero* ou le même individu ; car la configuration peut demeurer spécifiquement sans demeurer individuellement. »⁸³

Le critère de l'organisation matérielle, ici restreinte à son sens de configuration, est en effet insuffisant, à lui seul, pour assurer l'identité du corps, comme le montre l'exemple du fer à cheval plongé dans une eau minérale de Hongrie et changé en cuivre. Chaque élément de matière (dissolution du fer) a été remplacé par d'autres (précipitation du cuivre), tandis que la structure initiale (la figure extérieure) est conservée. Le fer à cheval a changé de matière, mais sa figure et son organisation sont demeurées les mêmes en apparence. Or on ne peut dire qu'il s'agisse du même individu simplement en raison de la conservation d'une configuration extérieure et d'une certaine organisation des éléments : l'espèce « fer à cheval » s'est conservée, mais pas l'individu initial – ce fer à cheval constitué de tels éléments de fer. Il faut donc admettre que l'organisation en tant que telle est un critère insuffisant pour assurer l'identité réelle d'un corps individuel.

« *Théophile*. (...) Ainsi il faut dire que les corps organisés aussi bien que d'autres ne demeurent les mêmes qu'en apparence, et non pas en parlant à la rigueur. C'est à peu près comme un fleuve qui change toujours d'eau, ou comme le navire de Thésée que les Athéniens réparaient toujours. »⁸⁴

De la même manière, pour qu'un corps vivant conserve son identité malgré l'altération de sa constitution matérielle – « le corps organisé n'est pas le même au-delà d'un moment »⁸⁵ en raison de ce flux perpétuel – il faut plus que la conservation de l'organisation : il faut en outre un principe d'unité qui fait la substance et qui n'est pas lui-même de nature corporelle, et qui permette précisément l'accomplissement de cette

possible d'imaginer que deux individus partagent exactement la même organisation, c'est-à-dire qu'ils soient indiscernables sous cet aspect, et alors il n'y aurait plus de principe d'individuation.

⁸³ Leibniz (1990), *Nouveaux essais...*, II, XXVII, §4.

⁸⁴ *Ibid.*, §4.

⁸⁵ *Ibid.*, §6.

« union vitale »⁸⁶. C'est pourquoi l'identité du corps des organismes ne peut être maintenue que par la conservation d'une même âme ».

« Mais quant aux substances, qui ont en elles-mêmes une véritable et réelle unité substantielle, à qui puissent appartenir les actions *vitales* proprement dites, et quant aux êtres substantiels (...) c'est-à-dire qu'un certain esprit indivisible anime, on a raison de dire qu'elles demeurent parfaitement le *même individu* par cette âme ou cet esprit qui fait le *moi* dans celles qui pensent. »⁸⁷

Pour Leibniz les corps ne sont donc pas par eux-mêmes des substances puisqu'il leur manque l'unité qui seule fait la substance (un tas de pierre n'est pas *une* substance). C'est donc la présence de l'âme qui fonde l'identité individuelle et non l'organisation vitale, si bien que l'organisme semble dépendre ontologiquement de l'âme qui le fait substance⁸⁸.

Abordant le problème de l'identité des corps vivants, Locke évoquait la nutrition comme preuve de cette continuité de vie, de cette participation à une même organisation vitale réalisée à travers le flux de matière. Dans sa réfutation de Locke, Leibniz, omettant cette référence à la nutrition, prenait à rebours l'exemple du vaisseau de Thésée comme repoussoir et indice de l'insuffisance de ce critère organisationnel –

⁸⁶ *Ibid.*

⁸⁷ *Ibid.*, §4

⁸⁸ Leibniz écrit par exemple : « Je crois que celui qui méditera sur la nature de la substance (...) trouvera que toute la nature du corps ne consiste pas seulement dans l'étendue, c'est-à-dire dans la grandeur, figure et mouvement, mais qu'il faut nécessairement y reconnaître quelque chose qui ait du rapport aux âmes, et qu'on appelle communément forme substantielle, bien qu'elle ne change rien dans les phénomènes, non plus que l'âme des bêtes, si elles en ont. » (*Discours de métaphysique*, §12). Dans une lettre à Volder (1703, *Gerhardt Philosophischen Schriften*, II, p.252, tr. M. Fichant, Gallimard, 2004) Leibniz détaille la complexité de cette relation entre âme, matière, monade, machine organique et animal en quoi consistent les organismes : « Si on prend la masse pour un agrégat contenant plusieurs substances, on pourra cependant concevoir en elle une substance une prééminente, c'est-à-dire quelque chose d'animé par une entéléchie première. En outre dans la Monade ou substance simple complète, je ne conjoins à l'Entéléchie que la force passive primitive rapportée à toute la masse du corps organique, dont les autres monades subordonnées placées dans les organes ne constituent pas des parties mais qui cependant lui sont immédiatement requises, et concourent avec la Monade première à la substance corporelle organique, qu'elle soit animal ou plante. Je distingue donc : (1) l'Entéléchie primitive ou âme; (2) la Matière au sens de première ou puissance passive primitive, (3) la Monade complétée par ces deux-là; (4) la Masse ou matière seconde, c'est-à-dire la Machine organique, à laquelle concourent d'innombrables Monades subordonnées; (5) l'Animal ou substance corporelle, que la Monade dominante dans la Machine rend Une. ».

renvoyant à la nécessité d'isoler un critère qui permette de mieux distinguer le mode d'être des vivants de celui des corps inertes et artificiels et donc le principe de leur identité à travers le temps. Les positions de Locke et Leibniz regardant l'identité, les modalités de persistance du même, se polarisent ainsi dans deux directions opposées, l'un soutenant que c'est la continuité entre des états qui assure l'identité d'un individu par la participation à une même vie, l'autre désignant dans l'existence préalable de la substance une condition de réalisation de cette identité. Flaubert, encore, dans les notes préparatoires au chapitre III de *Bouvard et Pécuchet*, écrivait sous la rubrique « Nutrition » :

« Le navire de Thésée si souvent réparé qu'il ne conserve aucune pièce de sa construction : la machine animale se détruit sans cesse, etc. » (f^o49)⁸⁹

L'être organisé se « détruit sans cesse », il se sépare constamment d'éléments qui le composaient, en introduit de nouveaux dans la machine. Cependant, le vivant qui se nourrit doit échapper à l'énigme de l'identité diachronique telle qu'elle fut posée dans le récit de Plutarque. Cette mise en relation du vivant et du vaisseau de Thésée sous le rapport du problème de l'identité et du renouvellement de la matière, fait en réalité surgir la spécificité des corps organisés : ces derniers n'entretiennent pas le même type de rapport à la matière qui les constitue. Les corps organisés semblent en effet se soustraire à cette alternative de l'identité et de l'altérité puisque, *via* le processus de nutrition, ce sont certes des constituants étrangers qui les pénètrent et en renouvellent la matière, mais selon des modalités spécifiques par lesquelles ils s'approprient une extériorité afin de la constituer en identité. Ce faisant, se nourrir, pour un organisme, ce n'est pas seulement compenser les pertes subies par l'ingestion d'une matière étrangère prélevée dans son environnement, ou faire circuler des flux de matières et d'énergie dans son intériorité, c'est aussi et avant tout transformer cette matière en la sienne propre, se l'assimiler afin de croître, se conserver, se renforcer. Tandis que le vaisseau de Thésée a besoin de l'intervention d'une causalité efficiente extérieure (les Athéniens) pour renouveler sa matière et conserver sa structure, un vivant est lui-même principe de

⁸⁹ Sur les sources médicales dans *Bouvard et Pécuchet* voir Sugaya, *Les sciences médicales dans Bouvard et Pécuchet*, thèse de doctorat soutenue en 1999 (Paris VIII), sous la direction de J. Neefs, et Sugaya (2009).

cette transformation par laquelle il confère à une matière étrangère ses propres déterminations. Il diffère également du vaisseau par cette propriété qu'il a de se développer, de changer de « forme »⁹⁰ et de dimension tout en restant le même – là où la structure du vaisseau de Thésée ne peut être conservée que s'il conserve également les mêmes dimensions. Sous le constat archaïque du passage de matières à travers l'organisme, derrière l'observation triviale de cette capacité qu'ont les organismes adultes de maintenir leur identité malgré un mouvement continu d'ingestion des aliments et d'élimination des excréments, affleure ainsi l'idée d'un maintien homéostatique de l'identité *via* la nutrition.

La persistance historique de ce questionnement nous semble lui conférer le statut d'un problème philosophique. Comment en effet penser cette opération d'assimilation et de transformation de la matière ainsi que son primat dans l'économie vitale ? Les êtres vivants opèrent-ils (par des mécanismes qui restent à élucider) cette « métamorphose (...) radicale »⁹¹ de l'aliment en substance vivante ? Mais cette transformation de l'aliment en chair n'est-elle pas réciproque ? Les aliments n'ont-ils pas aussi le pouvoir de conférer leurs propriétés aux organismes qui les absorbent ? Les poisons rendent bien malades ceux qui les ingèrent. N'est-ce pas là le signe d'une possible dissolution de l'identité de l'organisme dans celle de l'ingéré ? Par ailleurs comment penser une telle métamorphose ? Ne serait-il pas plus simple de supposer que les vivants *assimilent directement* des matières déjà identiques (par la forme ou la constitution) à leur substance intime et aux parties qu'ils expulsent quotidiennement ? Au fond, qu'est-ce que se nourrir ? En faisant pénétrer des corps étrangers dans la profondeur de ses entrailles, le vivant prend-il le risque de devenir tel que ce qu'il mange comme dans la formule de Feuerbach « l'homme est (*ist*) ce qu'il mange (*isst*) »⁹², ou reste-t-il le même en s'assimilant l'étranger ? Qu'est-ce qui, malgré ce remplacement sans cesse renouvelé de ses parties, assure son identité et son individualité au vivant ? Ce dont il est question finalement dans le rapport qui se noue entre l'organisme et ce dont il se nourrit, dans l'accomplissement de cette transformation intrigante de l'aliment en substance vivante, c'est non seulement l'élucidation des processus

⁹⁰ Forme s'entend ici au sens de configuration morphologique externe et non pas au sens aristotélicien d'*eidos* – la structure rationnelle d'une réalité.

⁹¹ Salomon-Bayet (2008) [1978], p. 339.

⁹² Feuerbach, *Das Geheimnis des Opfers, oder der Mensch is was er isst* (1862), nous citons la traduction dans Feuerbach (2012).

permettant une telle métamorphose (nutrition directe ou indirecte ?), mais également (et peut-être d'abord) la délimitation d'une intériorité et d'une individualité que l'on saisit sous le concept aujourd'hui standard d'organisme.

4. Histoire et philosophie de la biologie

Mais la reconnaissance de cette robustesse du questionnement ne doit pas faire écran au travail de contextualisation de ses occurrences et de ses formulations particulières et historiques. Au même titre que les grands concepts philosophiques, le problème qui nous occupe s'est instancié dans des concepts ayant fait l'objet de redéfinitions, ayant été le support d'analogies, ayant occasionné des équivoques – nous pensons en particulier au concept d'assimilation, ainsi qu'aux transferts analogiques vers l'alchimie et la chimie dont la digestion a été le principe. Au-delà donc de la continuité des thèmes – rôle de la nutrition dans la démarcation et la définition du vivant, association des phénomènes de nutrition et de génération, maintien homéostatique de la forme de l'organisme – et de leurs déploiements discursifs, il nous revient de déterminer la logique interne de leurs élaborations et de leurs manifestations, ainsi que les rôles épistémologiques qui furent les leurs dans des contextes historiquement déterminés : certainement, l'idée d'un double mouvement d'entrée et de sortie des matières de l'organisme ne revêt pas la même signification chez Hippocrate⁹³, Stahl⁹⁴ et Claude Bernard⁹⁵, n'a pas la même fonction rationnelle ni ne s'appuie sur des définitions identiques de leurs opérations propres ; conjointement, et malgré la permanence des signifiants, l'idée d'une parenté fondamentale entre les phénomènes de nutrition et de génération – développement ne met pas en jeu les mêmes référents ni ne

⁹³ Voir la section 1.2.

⁹⁴ Stahl, *Vraie théorie médicale*, in *Œuvres médico-philosophiques et pratiques* (1859), vol. III, p. 482 : « La vivification que l'âme accomplit (...) constitue une véritable action mécanico-physique, s'accomplissant : 1) à l'aide de l'élimination perpétuelle des matières qui s'usent et se corrompent insensiblement (...) 2) par la réception de nouvelles matières qui sont absorbée et assimilées à sa substance corporelle (...) ; c'est là la fonction de nutrition ».

⁹⁵ Voir le chapitre 7.

s'inscrit dans des contextes de problématisation identiques chez Aristote⁹⁶, Buffon ou Bonnet⁹⁷.

A côté du temps profond de l'évolution, du temps moyen de l'ontogenèse, c'est au temps court, quasi instantané, du maintien métabolique de l'individu biologique – temps des cycles métaboliques, des interactions moléculaires et du renouvellement cellulaire – que nous nous intéressons. Si donc nous proposons d'inscrire l'histoire par laquelle ce temps de l'instantanéité a été saisi, celui du métabolisme, dans le cadre d'un temps long, c'est aussi pour comprendre, en retour, comment cette échelle de temps s'est constituée comme problème central pour la biologie, c'est-à-dire comment la réflexion sur l'autonomie, l'individualité et l'identité biologique s'est également articulée autour de cette temporalité métabolique. Il ne s'agit donc pas de retracer une histoire de la nutrition depuis son origine, projet qui relèverait d'une histoire générale des sciences qui n'est pas ici le nôtre, mais de saisir, sur une échelle de temps relativement étendue, les vagues et oscillations ainsi que les effets de nouveauté (ou les discontinuités) qui nous paraissent rythmer l'histoire de la biologie. C'est sur ce fond de continuité que nous pourrions en retour saisir les modalités et la dynamique du renouvellement de la problématique de la nutrition au tournant du 19^e siècle, condition épistémologique de l'émergence du concept moderne d'organisme. C'est donc munie de deux principes méthodologiques que nous aborderons cette histoire.

Premièrement, un principe d'attention à la persistance des problèmes, au « retour pendulaire »⁹⁸ des *concepts*, à la robustesse d'« antiques intuitions »⁹⁹. La continuité des « thèmes théoriques » à laquelle nous voudrions nous montrer attentive ne doit cependant pas passer pour une illusion de permanence ou pour une fausse universalité : il serait en effet tentant, arguant de la permanence des signifiants et de la récurrence des concepts, de ne voir dans l'histoire des sciences qu'une marche vers l'état actuel de la science et, partant, de hiérarchiser, dans un mouvement rétrograde, la valeur des manifestations historiques des signifiants et concepts. C'est sur un tel constat de permanence que se fonderait une approche selon nous délibérément anachronique et axiologique de l'histoire des sciences : qu'elle soit orientée vers, ou aspirée par, la

⁹⁶ Voir le chapitre 1.

⁹⁷ Voir le chapitre 5.

⁹⁸ Canguilhem (2003) [1965], III, Ch.1, « Aspects du vitalisme », p. 107 (p. 85).

⁹⁹ *Ibid.*, II, « La théorie cellulaire », p. 100 (p. 80).

formulation épurée ou véritablement scientifique du concept (on consignera ainsi les erreurs du passé tenues sur tel domaine d'investigation – l'hérédité, la reproduction, la nutrition, etc.), ou qu'elle prétende retrouver des principes trans-théoriques sous des contextes de signification et de problématisation inédits (la catégorie problématique de précurseur en histoire des sciences en est un bon exemple¹⁰⁰ : Diderot précurseur du transformisme, Bonnet précurseur de l'information génétique, Bernard précurseur de Cannon, etc.). Le défaut d'une telle attitude nous paraît résider principalement dans une écriture du passé qui cherche au présent les principes de sa mise en ordre.

Aussi, ce postulat de continuité appelle comme son corrélat nécessaire une exigence épistémologique de clarification des conditions conceptuelles, stratégiques, expérimentales qui déterminent le rôle des signifiants ainsi que la genèse des problèmes et doctrines dans des contextes historiques donnés. Le genre d'histoire auquel nous aspirons ne sera donc ni purement descriptif – nous souscrivons en ce sens à l'idée bachelardienne selon laquelle « l'histoire des sciences ne saurait être simplement une histoire enregistrée »¹⁰¹ – ni proprement axiologique – de ce point de vue, nous ne soumettrons pas une matière historique sélectionnée *a posteriori* à une grille d'interprétation philosophique *a priori* déterminée, et nous nous efforcerons de nous abstenir de tout jugement à l'égard de la « valeur de vérité » des instances étudiées, pour autant que se prononcer sur des « valeurs de vérité » doive impliquer une axiologie. Sur ces deux points en effet, nous marquerons notre distance par rapport au genre d'histoire des sciences pratiqué par Bachelard, pour qui une axiologie tacite devait traverser toute histoire des sciences :

« L'histoire des sciences est pour le moins, un tissu de *jugements implicites* sur la *valeur* des pensées et des découvertes scientifiques. L'historien des sciences qui explique clairement la *valeur* de toute pensée nouvelle nous aide à comprendre l'histoire des sciences. Bref, l'histoire des sciences est essentiellement une histoire *jugée*, jugée dans le détail de sa trame avec un sens qui doit être sans cesse affiné des *valeurs de vérité*. Les actes des Académies contiennent

¹⁰⁰ Sur ce point nous renvoyons à la fois à Bergson (1938), *La pensée et le mouvant*, Introduction, Le mouvement rétrograde du vrai », et au texte de C. T. Wolfe, « Qu'est-ce qu'un précurseur ? Ou la querelle du transformisme », texte en ligne <http://cerphi.ens-lyon.fr/archives/cerphi%202002-2007/diderot/seance6.htm>

¹⁰¹ Bachelard (1972), p. 141.

naturellement de nombreux documents pour l'histoire des sciences. Mais ces actes ne constituent pas vraiment une histoire des sciences. Il faut que l'historien des sciences y vienne tracer des lignes de *progrès*. »¹⁰²

Mais en tant qu'il s'agit ici de l'histoire de la genèse et de la détermination d'un problème pour la biologie – plus que de celle de sa résolution – nous tenterons d'articuler philosophie et histoire d'une manière telle que la première ne se soumette pas la seconde. Aussi nous reprendrons pour nous-même cette consigne de François Duchesneau, pour qui on ne saurait « se donner une représentation philosophique de la science qui ne s'articule à une compréhension historiquement instruite de l'émergence et de la structuration des connaissances et des pratiques scientifiques en leur diversité même »¹⁰³.

5. Manière de procéder

Nous cherchons tout d'abord à déconstruire la caractérisation bachelardienne du mythe de la digestion comme « obstacle épistémologique » afin de montrer en quoi le cadre plus général de la nutrition fournit une « question » récurrente pour toute philosophie du vivant. Nous tentons alors d'en élaborer les contours et lignes force, avant de déterminer comment elle se différencie et s'énonce dans des contextes culturels et scientifiques spécifiques (chapitre 1). Nous envisageons ensuite deux modèles paradigmatiques de la nutrition au 17^e siècle – Descartes, Van Helmont – en suivant les deux directions qu'une telle relation entre modèle et nutrition a pu recouvrir : modélisation des mécanismes sous-tendant les processus nutritifs d'une part, modélisation nutritive des opérations vitales de l'autre (chapitre 2).

Nous proposons alors, à partir de l'étude de la conception de la vie selon Stahl, l'hypothèse d'une corrélation entre l'attention portée au processus organisationnels et régulateurs de la nutrition et la reconnaissance de la « vie » comme catégorie requérant des moyens d'investigation spécifiques. Nous montrons que la nutrition devait permettre de poser la question de la spécificité des modes d'être et d'agir des corps

¹⁰² Bachelard (1972), p. 141. Nous soulignons.

¹⁰³ Duchesneau (2001), p. 92.

vivants au regard des corps bruts d'une part et des artefacts de l'autre, puisqu'elle conduisait la réflexion vers les conditions métaboliques de réalisation de l'identité biologique et la productivité propre des organismes (chapitre 3). Nous proposons alors de comprendre la nutrition, plutôt que la génération, comme un opérateur des transformations des discours prébiologiques du 18^e siècle. Il s'agira en effet d'évaluer la reconfiguration des relations qui, dans ces discours, se joue entre la vie et l'organisation, et de montrer comment la nutrition a servi d'outil stratégique à la fois pour le développement d'un schème épigénétique de l'organicité et le développement d'un matérialisme vital (chapitre 4).

L'analyse philosophique traditionnelle propose que ces relations entre générations et nutrition soutiennent un schème préformationniste. A rebours de cela nous montrons comment la nutrition a précisément permis de briser la direction préformationniste de l'analogie. En effet, si une telle analogie a bien initialement joué en faveur d'une préformation, comme le met en évidence la comparaison des systèmes de la génération de Bonnet et de Buffon, ce cadre était en quelque sorte d'abord déterminé par une conception de la nutrition comme réparation et croissance (chapitre 5).

Nous déterminerons alors comment le renversement du rôle de la chimie dans le vivant – soit l'abandon de cet horizon de putréfaction sous lequel Stahl pensait son action – et le développement consécutif d'une compréhension chimique de la nutrition (Réaumur, Venel, Diderot) a permis de déployer un schème épigénétique de la nutrition, schème qui devait définir le vivant comme une productivité spécifique, s'auto-organisant (Kant, Wolff). Néanmoins une telle intuition de la productivité vitale était en quelque sorte immédiatement contredite par les théories de la nutrition en leur base chimique dans le contexte de la chimie post-lavoisérienne – théories qui devaient jeter les bases d'un nouveau dualisme vital, chimiquement motivé, entre les plantes et les animaux. La division du travail chimique, analyse et synthèse, destruction et création, devait alors se superposer avec la distinction entre les règnes animal et végétal, et aliéner la vie organique à elle-même (chapitre 6).

Notre étude s'achève avec la résolution de cette contradiction : l'établissement des conditions sous lesquelles la nutrition pouvait être déterminée, chimiquement, comme un double travail de synthèse et d'analyse, et ainsi se constituer en une théorie unificatrice de la vie (Cl. Bernard).

Chapitre 1. LA NUTRITION : ESQUISSE

DE LA QUESTION POUR UNE PHILOSOPHIE DU

VIVANT

1.1 LE « MYTHE » DE LA DIGESTION. A PROPOS DE BACHELARD

« La digestion est une fonction privilégiée qui est un poème ou un drame, qui est source d'extase ou de sacrifice. »¹⁰⁸

La nutrition et les fonctions qui lui sont subordonnées – digestion, assimilation, excrétion – ont donné lieu à une puissante tradition spéculative qui puise ses origines aux sources du discours médical. Informant toute une imagerie dont les ramifications s'étendent de la chimie (« fermentation ») à la vie de l'esprit (l'« assimilation » des connaissances), de la cuisine (« levure », « ébullition », « coction ») à l'anatomie (l'estomac « cornue », « meule » ou « marmite ») et la physiologie (l'ensemble des processus fonctionnels impliqués dans la nutrition – absorption et assimilation des nutriments d'abord, mais aussi mouvement des fluides, sécrétion et excrétion, croissance, conservation et régénération), la nutrition nous apparaît comme un foyer de

¹⁰⁸ Bachelard (1938), p. 169.

production de concepts dont la récurrence pourrait être comparée à l'opposition formée par le couple préformation – épigénèse¹⁰⁹ dans l'histoire des théories du développement. Parce qu'elle est à l'interface du dedans (la texture intime des organes) et du dehors (l'environnement, le milieu) et fait circuler celui-ci dans celui-là, parce qu'elle est tenue pour assurer la croissance et la conservation des organismes et élaborer leur autonomie, parce qu'elle opère enfin la transformation des aliments en matière vivante, la nutrition est à la fois un *problème* et un *outil* de préhension du réel.

La digestion, dit Bachelard¹¹⁰, est un mythe. Elle aurait façonné des récits de faits imaginaires, exprimerait allégoriquement des abstractions, nous éloignant du réel tout en en prétendant dévoiler les articulations profondes. Dévoiler et voiler, dire une vérité tout en détournant des moyens d'y accéder, tel est le paradoxe et la fonction du mythe. Exprimer ce que la raison ne saurait articuler clairement dans un *logos*, fournir une généalogie à une origine cachée – c'est, par exemple, la fonction du mythe chez Platon¹¹¹. Sans doute Bachelard, dans le texte aux allures de bêtisier qu'il consacre à la digestion dans *La formation de l'esprit scientifique*, penche-t-il plutôt du côté du voile et de l'obstacle que de la révélation : le mythe, avec son cortège d'images et de « fausses valeurs »¹¹² associées, englué l'esprit dans la matérialité de ses représentations, à l'instar d'une idole bloquant le regard au lieu de s'abolir dans son indispensable dépassement. Dire de la digestion qu'elle est un mythe, c'est assurer qu'elle subsume représentations symboliques, expressions allégoriques, et généralisations analogiques aux prétentions abusivement explicatives.

Conformément à l'objet du livre – œuvrer à une psychanalyse de la connaissance scientifique – Bachelard identifie les foyers qui, dans le mythe de la digestion, travaillent sans relâche l'inconscient¹¹³ : ce qui se cache derrière la digestion c'est *l'avoir* et *l'être*. Digérer c'est en effet s'approprier, faire sien ce qui est autre, annuler cette différence de

¹⁰⁹ La récurrence de cette opposition entre préformation et épigénèse informe les théories de la génération depuis l'Antiquité (Hippocrate, Aristote) jusqu'à la biologie du développement dans ses problématiques. Sur l'opposition préformation-épigénèse dans le contexte de la philosophie moderne voir par exemple Roger (1993) [1971] et Smith (éd.) (2006).

¹¹⁰ Bachelard, *op. cit.*, p. 169.

¹¹¹ Par exemple, le mythe d'Er dans le dixième livre de la *République I*, 613e6-621d3, fournit une dramaturgie de la réminiscence qui manque dans le *Ménon*.

¹¹² *Ibid.*, p. 21.

¹¹³ La digestion représente « pour l'inconscient un thème explicatif dont la valorisation est immédiate et solide », *ibid.* p. 169.

l'aliment en la mastiquant, en la dissolvant, en l'assimilant. La digestion figure un rapport métonymique au réel où l'aliment se substitue au monde : « le réel est de prime abord un aliment ». Ainsi en est-il de l'enfant qui porte le monde à sa bouche (pas uniquement la nourriture, mais tout ce qui tombe sous sa main) – avant que de et pour le connaître, sans doute. Manger est un signe de possession, la plus réaliste qui soit, et la digestion une appropriation : elle « correspond (...) à une prise de possession d'une évidence sans pareille, d'une sûreté inattaquable »¹¹⁴. En retour de cet acte par lequel le mangeur s'approprie le monde, il se fait lui-même : c'est par l'avoir qu'il est. La digestion est donc à l'origine d'un second mouvement, dans lequel le processus d'intériorisation permet de postuler une intériorité. Il faut bien un organisme pour digérer, un dedans pour qu'existe un dehors, un même pour qu'existe l'autre. Si bien que le mythe de la digestion, en indiquant la capacité des organismes à s'assimiler d'autres corps – par décomposition et recombinaison – renforce l'idée d'une hégémonie de l'organisme assimilateur sur l'aliment¹¹⁵.

À partir de cette représentation primitive de la digestion comme appropriation s'élabore « tout un système de valorisation »¹¹⁶ (vertu supérieure des solides¹¹⁷, rôle primordial donné à l'estomac¹¹⁸, survalorisation symbolique des excréments¹¹⁹) et une mythologie (cosmogonies peignant la terre comme un vaste appareil digestif¹²⁰). Un des mythes les plus persistants identifié par Bachelard est l'assimilation des semblables par la digestion¹²¹. Objet d'émerveillement pour « l'esprit préscientifique », l'assimilation par l'organisme des aliments étrangers est ainsi primitivement pensée comme un passage à l'homogène, une appropriation dans laquelle les parties constituantes de la nourriture

¹¹⁴ *Ibid.*, p. 169.

¹¹⁵ Nous reviendrons sur cette question aux chapitres 3 et 4 : l'association entre la nutrition et la génération et le développement trouve ici le principe de son déploiement du côté d'une théorie préformationniste, dans la mesure où c'est un organisme assimilateur, déjà organisé donc, qui impose à une matière étrangère les déterminations de son organisation biologique. Diderot tentera d'imposer à cette association nutrition – génération une signification épigénétique (où le développement est inhérent à la matière et ne dépend d'aucun germe préexistant), dans le *Rêve de d'Alembert* en particulier, avec le modèle d'une assimilation sans sujet assimilateur.

¹¹⁶ *Ibid.*, p. 170.

¹¹⁷ *Ibid.*, p. 170.

¹¹⁸ *Ibid.*, p. 171.

¹¹⁹ *Ibid.*, p. 178.

¹²⁰ *Ibid.*, p. 176.

¹²¹ Bachelard cite le docteur Fabre de Montpellier : « Que si l'aliment est en son commencement différent de son alimenté, il faut qu'il se dépouille de cette différence, et par diverses altérations, qu'il se rende semblable à son alimenté, avant qu'il puisse être son dernier aliment. », p. 171.

s'intègrent (telles quelles ou moyennant transformations et altérations, d'origine chimique et/ou mécanique) dans la matière vivante, remplaçant les parties qui ont été expulsées : « On veut toujours que le semblable attire le semblable, que le semblable ait besoin du semblable pour s'accroître ». Ce mythe de l'assimilation des semblables connaît une telle permanence qu'il contamine, d'après Bachelard, jusqu'à l'alimentation moderne, qui moque ce matérialisme grossier duquel nous serions restés prisonniers : « On gorge les enfants de phosphate pour leur faire des os sans méditer le problème de l'assimilation »¹²². Abandonner cette rêverie dans laquelle le même ne s'accouple jamais qu'avec son semblable, où l'accroissement s'entend comme une homogénéisation, et c'est la digestion comme appropriation qui devient alors impensable. Il faudrait en effet substituer à cette image simple et directe la recherche des processus physiologiques et chimiques de transformation par lesquels un organisme digère et assimile effectivement ce qu'il ingère.

La digestion se serait donc imposée comme représentation traditionnelle d'un certain rapport du vivant au monde, avec son défilé de préjugés imagés – préjugés dont le réalisme et la robustesse nous empêchent précisément de rechercher et de saisir ce qu'ils prétendent intuitionner. Espèce privilégiée de l'obstacle animiste¹²³, en quoi consiste pour Bachelard l'instruction des phénomènes inorganiques par les phénomènes

¹²² *Ibid.*, p. 171. Pour appuyer Bachelard, à la fois le rapport antique et le rapport contemporain à l'aliment nous semblent illustrer différemment cette théorie de l'assimilation directe. Par exemple pour Plutarque dans *Sur l'usage des viandes* le carnivore devient comme le carnassier : manger de la viande témoigne de notre cruauté autant qu'il la renforce en nous communiquant un caractère sanguinaire. C'est pourquoi le choix de son alimentation relève d'abord de l'éthique, car en s'alimentant l'homme décide en quelque sorte du vivant qu'il doit être (« l'indépendance tient pour une bonne part à un estomac bien élevé » écrit Sénèque, *Lettres à Lucilius*, CXXIII). Il y a là comme la postulation d'une circulation des qualités de l'aliment, d'un passage direct et inaltéré de ses propriétés à l'organisme qui l'ingurgite, qui ne nous paraît pas étrangère aux considérations archaïques relevées par Bachelard. Si le concept de métabolisme avait mis en sommeil (comme nous le verrons au chapitre 6) cette théorie de l'assimilation directe par laquelle les propriétés de l'aliment sont censées se communiquer directement au mangeur, celle-ci semble rencontrer à nouveau un certain succès : que l'on songe à l'usage médical des aliments (curcuma prévenant du cancer, chou kale aux vertus détoxifiantes, etc.), et aux modes alimentaires (cures de jus pour purger l'organisme de ses toxines).

¹²³ « C'est en tant qu'obstacles à l'objectivité de la phénoménologie *physique* que les connaissances biologiques doivent retenir notre attention. Les phénomènes biologiques ne nous intéresseront donc que dans les domaines où leur science porte à faux, où cette science, plus ou moins bien assurée, vient répondre à des questions qu'on ne lui pose pas. », *Ibid.*, ch. VIII, « L'obstacle animiste », p. 149. L'obstacle animiste consiste ainsi à prendre la vie « pour une donnée claire et générale » et à expliquer les phénomènes physiques à partir de cette intuition primitive de la vie.

biologiques, le mythe de la digestion façonne les thèmes de l'alchimie (transmutation des éléments) et contamine les sciences inorganiques (chimie principalement). Dans une circularité tautologique, qui est le propre de la pensée animiste, la digestion est toujours et à la fois ce qu'il s'agit d'expliquer et ce qui explique. Il s'agit là d'une inversion grave et symptomatique de l'esprit préscientifique pour Bachelard. Si on se pique d'expliquer la vie par des phénomènes chimiques c'est surtout parce que ceux-ci sont d'abord expliqués par celle-là : toute fermentation s'explique par une digestion¹²⁴ ; « la digestion est une lente et douce cuisson, donc toute cuisson prolongée est une digestion »¹²⁵ ; « on explique les phénomènes en pensant au travail de l'estomac »¹²⁶ (Bachelard cite en exemples la cornue de l'alchimiste, la marmite de Papin). On pourrait cependant moduler ce développement de Bachelard à partir de l'examen des textes antiques sur la nutrition et la digestion afin de saisir – derrière la tautologie stérile – la rationalité qui se trouve au fond d'un tel raisonnement : pour Aristote par exemple (*Météorologiques*, IV, 3, 381b3-9) l'emploi du terme de « cuisson » et d'autres termes issus de l'activité humaine pour décrire des procédés naturels est légitime parce que l'art imite la nature – principe qui justifie donc en retour l'imposition de termes techniques comme « cuisson », « bouillir », etc. pour décrire des phénomènes naturels. Puisque les artisans ont appris leur art en imitant la nature, il n'est pas problématique d'utiliser leur langage technique afin de décrire des processus qu'ils ont eux-mêmes copiés (l'invention de la cuisson apparaît alors comme dérivée de ce qui se passe dans l'organisme après consommation de nourriture, et la cuisine comme un prélude au travail de la digestion, une première digestion extra-corporelle).

Bachelard restreint ici son analyse du mythe de la digestion aux textes préscientifiques qu'il exhume d'un 18^e siècle grotesque¹²⁷ : un défilé pittoresque d'idées archaïques, peu représentatives de la production scientifique dont le 18^e siècle est responsable sur ce sujet. Il s'agit en réalité d'une sélection minutieuse de textes qui

¹²⁴ *Ibid.*, ch. III « La connaissance générale comme obstacle à la connaissance scientifique », p. 66-67.

¹²⁵ *Ibid.*, p. 172-173.

¹²⁶ *Ibid.*, ch IX, p. 173.

¹²⁷ Au regret de Danielle Gourevitch (1974) dans un texte consacré au « rôle capital de la digestion et de l'alimentation dans l'histoire de l'humanité » chez Sénèque : « Bachelard, à notre regret, ne prend pas d'exemples antiques, mais une expression comme celle de sucs nourriciers ne doit pas faire illusion : à 16 siècles d'intervalles, les valeurs font toujours office d'idées scientifiques », p. 315, n.1.

semblent condenser la puissance des obstacles que l'esprit scientifique devra dépasser. Diderot n'est ainsi convoqué (et ridiculisé) que pour sa contribution – pédante logorrhée – à l'article « Bouillie » de l'*Encyclopédie* :

« Il est d'usage presque général d'empâter les enfants dans les deux ou trois premières années de leur vie, avec un mélange de farine délayée dans du lait que l'on fait cuire, auquel on donne le nom de bouillie. Rien de plus pernicieux que cette méthode. En effet cette nourriture est extrêmement grossière et indigeste pour les viscères de ces petits êtres. C'est une vraie colle, une espèce de mastic capable d'engorger les routes étroites que le chyle prend pour se vider dans le sang, et elle n'est propre le plus souvent qu'à obstruer les glandes du mésentère, parce que la farine dont elle est composée, n'ayant point encore fermenté, est sujette à s'aigrir dans l'estomac des enfants (...) »

Si l'apparence archaïque de l'extrait semble illustrer la théorie bachelardienne de la rupture épistémologique, c'est aussi au prix d'un aveuglement sur le texte lui-même et sur la logique interne du système théorique auquel il appartient : aussi Diderot ne fait-il qu'étendre les principes d'une compréhension chimique de la digestion développée par Venel, entendue comme « chylification », à l'alimentation des enfants¹²⁸. Il est n'est nulle part question des écrits de Bordeu¹²⁹ sur la digestion et l'absence des travaux expérimentaux de Réaumur et de Spallanzani sur la nature chimique de la digestion nous semble à bien des égards éloquent¹³⁰. Certes Bachelard justifie ce choix dans le premier chapitre du livre : il s'agit de montrer la « puissance de l'obstacle au moment même où il va être surmonté »¹³¹, de montrer comment l'obstacle travaille l'esprit scientifique au moment-même où celui-ci s'épure, se purifie, se dissocie de lui-même. La persistance de l'obstacle n'en serait que plus signifiante. Si on ne connaît que contre des connaissances anciennes, qu'en rectifiant des erreurs dont la vitalité rend le dépassement

¹²⁸ Voir l'article « Digestion » de l'*Encyclopédie*. Sur ce point nous renvoyons au chapitre 4.4.

¹²⁹ Bordeu (1752), *An omnes organicae corporis partes digestionem opitulentur ?*, Quillau, Paris.

¹³⁰ Il est à cet égard signifiant que les critiques formulées par Jacques Roger dans « Pour une histoire historique des sciences » relativement au traitement de l'histoire chez Bachelard s'appuient précisément sur ce texte de *La formation de l'esprit scientifique*. Roger (1995b), note 7, p. 69 : « Un exemple de ce traitement de l'histoire peut être trouvé dans le chap. IX de *La formation de l'esprit scientifique* consacré au 'Mythe de la digestion'. (...) C'est que son objet n'est pas de faire l'histoire de la théorie de la digestion au XVIII^e siècle, mais d'écrire une 'psychanalyse de la connaissance objective', ce qui est un projet philosophique, non historique. »

¹³¹ Bachelard (1938), *Op. cit.*, p. 21.

d'autant plus impérieux, c'est donc à consigner parmi les erreurs, les errements, les rêveries du passé celles qui lui paraissent les plus persistantes, mais aussi les plus aberrantes, que l'historien devra travailler. Sous la continuité apparente des signifiants, et derrière la persistance aveuglante du mythe, il devra en retour identifier les lignes de rupture, les coupures épistémologiques, les discontinuités qui signalent l'avènement de l'esprit véritablement scientifique et la séparation de la « science sanctionnée » de la « science périmée ».

Comme l'a bien résumé Jacques Roger¹³², le problème de l'histoire discontinuiste telle qu'elle fut théorisée et pratiquée par Bachelard réside dans ce qu'elle est informée par une définition première de la science (la philosophie du non) à partir de laquelle le philosophe déduit une théorie de son émergence (la notion d'obstacle épistémologique¹³³) pour chercher enfin dans l'histoire une confirmation empirique de son épistémologie. Histoire « 'philosophique' des sciences, en ce sens qu'elle soumet l'histoire à un projet philosophique et ne l'étudie pas pour elle-même, mais pour ce qu'elle permet de prouver, pour peu qu'on l'en sollicite »¹³⁴. Bachelard est clair sur ce point, lorsqu'il distingue catégoriquement, en vertu d'un principe kantien d'interprétation de la connaissance scientifique, le travail de l'historien des sciences de celui de l'épistémologue :

« Il n'y a que la raison qui dynamise la recherche, car c'est elle seule qui suggère au-delà de l'expérience commune (immédiate et spacieuse) l'expérience scientifique (indirecte et féconde). C'est donc l'effort de rationalité et de construction qui doit retenir l'attention de l'épistémologue. On peut voir ici ce qui distingue le métier de l'épistémologue de celui de l'historien des sciences. L'historien des sciences doit prendre les idées comme des faits. L'épistémologue doit prendre les faits comme des idées, en les insérant dans un système de pensée. Un fait mal interprété par une époque reste un *fait* pour

¹³² Roger (1995b), « Pour une histoire historique des sciences », in *Pour une histoire des sciences à part entière*, p. 51.

¹³³ Les obstacles épistémologiques sont définis par Bachelard comme des causes de « stagnation », « d'inertie » voire de « régression » de la connaissance scientifique, propres à l'acte de connaître. La notion d'obstacle ne renvoie donc pas une réalité extérieure à la connaissance, à la complexité des phénomènes à expliquer, mais à une « nécessité fonctionnelle » qui est celle du déploiement de la connaissance même, Bachelard (1938), *op. cit.*, p. 13.

¹³⁴ Roger (1995b), *op.cit.* p. 51.

l'historien. C'est, au gré de l'épistémologue, un *obstacle*, une contre-pensée. »¹³⁵

Nous voudrions donc prendre ici le contre-pied de Bachelard et, afin de rompre l'équation entre philosophie et normativité (qui ne nous semble pas découler de ce que c'est « la raison qui dynamise la recherche »), nous intéresser à l'histoire, y compris à la part de mythe que comprend la production scientifique, non pour y tracer des lignes de progrès, ou esquisser les étapes d'une dialectique de l'esprit scientifique, mais pour saisir les conditions épistémologiques d'émergence d'un problème pour la biologie¹³⁶. Car si, comme l'a très justement énoncé Canguilhem, « l'histoire des sciences concerne bien une activité axiologique, la recherche de la vérité »¹³⁷, il ne suit pas de là que l'histoire des sciences doive s'aligner sur son objet : c'est à saisir la « liquidité » ou la « viscosité » du temps de « l'avènement de la vérité scientifique » qu'elle doit au contraire travailler. L'effet de distorsion de l'histoire esquissée par Bachelard est majeur, et nous semble tout autant préjudiciable à l'épistémologue qu'à l'historien des sciences. Non seulement la sélection *ad hoc* des textes ne produit qu'un tableau très déformé des réflexions du temps sur la digestion et la nutrition, mais elle témoigne en outre du refus principal de saisir la logique interne qui informe leurs formulations dans des contextes de problématisation donnés.

À rebours, nous proposons dans ce premier chapitre de revenir sur cette valorisation primitive de la digestion : cette esquisse ne prétend pas remonter aux origines, mais plutôt mettre au jour la logique des valeurs et images qui ont structuré en

¹³⁵ Bachelard (1938), *op. cit.*, p. 17.

¹³⁶ On pourrait également se référer, concernant ces manières différenciées de concevoir la marche de la science mais dans un autre contexte épistémologique, à l'opposition de Kuhn dans la *Structure des révolutions scientifiques* (1983) [1970] à la conception continuiste du progrès scientifique, par accumulation, défendue par les positivistes qui fait de l'histoire « la discipline qui retrace à la fois ces apports successifs et les obstacles qui ont gêné leur accumulation ». Une telle conception de l'histoire assigne, selon Kuhn, deux tâches principales à l'historien : « d'une part, déterminer par quel homme et à quel moment chaque fait, loi ou théorie scientifique a été découvert ou inventé ; d'autre part, décrire et expliquer les masses d'erreurs, de mythes et de superstitions qui ont freiné l'accumulation des éléments constituant la doctrine scientifique moderne », p. 18. À cette conception de l'histoire, Kuhn oppose l'idée que « les théories dépassées ne sont pas par principe contraires à la science parce qu'elles ont été abandonnées », *op. cit.*, p. 19. Bien sûr Bachelard, partisan d'une conception discontinuiste, négative, du progrès scientifique, ne doit pas être confondu avec les positivistes sur ce point, cependant, cette histoire mue par le dépassement des obstacles nous semble engendrer des conséquences similaires pour les récits que l'histoire des sciences est susceptible d'engendrer.

¹³⁷ Canguilhem (2002) [1968], p. 19.

profondeur une certaine relation entre vivant et nutrition. Le *De medicina*, œuvre doxographique de Celse¹³⁸, résumait ainsi les différentes théories visant à rendre compte du mécanisme¹³⁹ de la fonction digestive dans l'Antiquité : « trituration » des aliments dans le ventre selon Erasistrate¹⁴⁰, « putréfaction » selon Plistonicus¹⁴¹, « coction » et « fermentation » due à la chaleur selon Hippocrate¹⁴². Notons que si ces images de *trituration*, *putréfaction* et *coction* ont été largement modulées, investies de définitions nouvelles en fonction des savoirs expérimentaux disponibles, du moins n'ont elles pas été abandonnées, même avec l'avènement d'une compréhension chimique de la digestion à partir de la fin du 18^e siècle. Le terme de « ferment » en est une bonne illustration. Nous reviendrons ainsi sur la théorie développée par Van Helmont selon laquelle la digestion est une « fermentation »¹⁴³, conçue sur le mode chimique, ou plutôt alchimique, dans la mesure où l'estomac est chargé de produire de réelles transmutations des aliments¹⁴⁴. Une telle théorie essaime jusqu'au 18^e siècle et ses signifiants survivront à son abandon. Ainsi dans les travaux de Jean Astruc¹⁴⁵, pour qui seule l'action de ferments (salive, bile, suc pancréatique) permet d'opérer la transformation des aliments au cours de la digestion. On en retrouve les images principielles aux débuts de l'enzymologie : le terme de « ferment » est employé couramment au 19^e siècle dans les ouvrages de chimie et de chimie organique pour désigner, entre autre, les opérations chimiques de la digestion. Il renvoie au latin *fervimentum*, de *ferveo* qui signifie bouillir. Plus tard, le terme « enzyme »¹⁴⁶, qui renvoie au grec *en - ζυμè*, (dans la levure) du verbe *ζέω* (« bouillir »), fait encore référence à cette

¹³⁸ Celse (1995).

¹³⁹ Nous employons ici mécanisme au sens d'ensemble de processus causaux explicatifs, et non selon la signification qui est traditionnellement associée au système déployé par Descartes dans l'étude de la nature.

¹⁴⁰ Voir aussi Beaujeu (1966), pp. 398-399.

¹⁴¹ Cité aussi par Plin, *Histoire naturelle*, XX, §26, §122.

¹⁴² Notamment dans *l'Ancienne médecine* qui semble être un des plus anciens traités de la *Collection hippocratique*, in Hippocrate (2003), p. 178 : « le ventre doit se 'rendre maître' des aliments et les 'cuire' ; il ressemble à une marmite qui bout ».

¹⁴³ Van Helmont (1648).

¹⁴⁴ « Ce n'est donc pas la chaleur qui fait ces digestions différentes, mais ce sont des puissances spécifiques à chaque espèce et à chaque digestion, qui sont vitales et qui vraiment et formellement transmutent les aliments. Ces puissances-là sont dénommées sous le nom de ferment. », Van Helmont (1671) p. 141.

¹⁴⁵ Astruc (1711), (1714)

¹⁴⁶ Nom proposé par Kühne pour désigner les ferments, Kühne (1877), "Über das Verhalten verschiedener organisirter und sog. ungeformter Fermente", *Verhandlungen des naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg*. Neue Folge, Heidelberg. 1: 190–193.

antique intuition qui rapproche le travail physiologique de la cuisine. Il nous revient donc ici d'évaluer la portée et le rôle explicatif de ces images, métaphores et analogies.

Pour reprendre, et détourner, la formule de Bachelard, si nous cherchons à déterminer la « valeur de vérité » de ces instanciations, ce n'est donc pas pour la mesurer à l'aune de la vérité admise au présent et la juger au regard de la « science sanctionnée », mais afin d'en apprécier la signification dans des contextes donnés et de dégager la permanence de certains thèmes au-delà de ces contextes de problématisation. Si l'apparence de transhistoricité de la science est à la fois un effet de l'appropriation rétrospective du passé par les savants¹⁴⁷ et du caractère supposé définitif de la « vérité scientifique », c'est à questionner l'axiologie implicite dont elle est le principe que nous voudrions travailler. Comme l'écrivait Jacques Roger : « L'historien (...) cherche à comprendre (...) comment ce transhistorique est né dans l'histoire. Il reconnaît la transhistoricité de la science, mais refuse d'y voir la marque d'une vérité absolue, dont l'épiphanie transcenderait miraculeusement les processus historiques »¹⁴⁸. Reconnaître la transhistoricité de la science tout en cherchant à en comprendre la genèse, c'est-à-dire repérer les déterminations historiques de cette transhistoricité, c'est, au-delà de l'apparente oxymore, refuser de considérer la science sanctionnée comme radicalement étrangère à et séparée de son passé. Aussi, si nous conservons l'appellation de mythe, c'est plutôt à la manière de Canguilhem, dans une acception désolidarisée de toute normativité, c'est-à-dire qui n'assujettit pas le passé à un principe organisateur et téléologique (la connaissance actuelle), servant de fondement à l'instruction de son procès :

« (...) les théories ne naissent pas des faits qu'elles coordonnent et qui sont censés les avoir suscitées. Ou plus exactement, les faits suscitent les théories mais ils n'engendrent pas les concepts qui les unifient intérieurement ni les intentions intellectuelles qu'elles développent.

¹⁴⁷ Argument classique de Kuhn développé dans la *Structure des révolutions scientifiques*, *op. cit.*, pp. 137-138 : « On pourrait encore concevoir d'autres rapports de compatibilité entre d'anciennes et de nouvelles théories et, pour chacun, chercher des exemples dans le processus historique par lequel la science s'est développée. Si tout cela se vérifiait, le développement scientifique serait en son essence cumulatif. Les phénomènes d'un genre nouveau révéleraient simplement l'ordre régnant dans un domaine où jusque-là on n'en avait reconnu aucun. Dans l'évolution de la science, une connaissance nouvelle remplacerait l'ignorance, au lieu de remplacer une connaissance différente et incompatible. »

¹⁴⁸ Roger (1995), p. 54.

Ces intentions viennent de loin, ces concepts sont en petit nombre et c'est pourquoi les thèmes théoriques survivent à leur destruction apparente qu'une polémique et une réfutation se flattent d'avoir obtenue.

Il serait absurde d'en conclure qu'il n'y a point de différence entre *science* et *mythologie*, entre une mensuration et une rêverie. Mais inversement, à vouloir dévaloriser radicalement, sous prétexte de dépassement théorique, d'antiques intuitions, on en vient, insensiblement mais inévitablement, à ne plus pouvoir comprendre comment une humanité stupide serait un beau jour devenue intelligente. »¹⁴⁹

C'est donc afin de révéler et d'évaluer les *themata*¹⁵⁰ et oppositions qui nous semblent avoir informé une certaine conception du vivant et polarisé des controverses à son endroit que nous avons choisi de faire débiter cette enquête dans l'Antiquité. D'après Holton, à qui nous empruntons le terme, les *themata* ne sont en général pas explicitement formulés comme tels, et il appartient à l'historien des sciences de les identifier derrière les controverses qui semblent ne concerner que le contenu empirique ou théorique de la science. L'analyse des *themata* doit donc répondre à des questions laissées en suspens par l'analyse des composantes traditionnelles de l'enquête historique : qu'est-ce qui est constant dans la pratique scientifique ? Qu'est-ce qui en fait une entreprise continue, malgré des changements apparemment radicaux ? Quels sont les éléments d'une théorie qui conservent une valeur, même longtemps après sa réfutation ? D'où les controverses qui animent la science sur plusieurs décennies tirent-elles leur source et leur énergie ? Pourquoi des scientifiques ayant accès aux mêmes données empiriques peuvent-ils s'opposer radicalement quant aux modèles

¹⁴⁹ Canguilhem (2003) [1965], « La théorie cellulaire », p. 80. Nous soulignons.

¹⁵⁰ Nous empruntons ce terme à Holton (1975), (1978). Dans son article "On the role of *themata* in scientific thought", Holton ajoute aux huit composantes du travail d'analyse de l'historien : 1/le contenu scientifique de l'objet étudié dans son contexte historique d'émergence, 2/la trajectoire temporelle d'un savoir scientifique partagé, 3/ le contexte éphémère de la découverte, 4/ la trajectoire temporelle de l'activité scientifique d'un individu, 5/ l'analyse de la trajectoire psychologique et biographique de l'individu dont la production scientifique est étudiée, 6/l'étude des conditions sociologiques de la production scientifique, 7/ l'analyse du contexte culturel extérieur à la science, 8/ l'analyse logique des théories scientifiques) ce qu'il appelle des *themata* : « dans tout concept, dans toute méthode, proposition ou hypothèse scientifique, il existe des éléments qui fonctionnent comme des *themata*, qui contraignent ou motivent l'individu, et parfois guident (en un sens normatif) ou polarisent la communauté scientifique ».

d'explication ? Holton donne des exemples de couples antithétiques de *themata* qui polarisent ces controverses : discret et continu, changement et permanence, complexité et simplicité, réductionnisme et holisme, hiérarchie et unité, efficacité explicative des modèles mathématiques contre celle des modèles mécanistes, etc. Nous pourrions ajouter, pour la biologie, avec Canguilhem¹⁵¹ : mécanisme et vitalisme concernant le rapport entre structures et fonctions, préformation et épigénèse sur le problème du développement, atomicité et totalité sur le problème de l'individualité. Dans un article consacré aux « Métaphores éternelles de la paléontologie », Stephen Jay Gould soulignait que « la flèche de l'histoire spécifie une succession de contextes changeants dans lesquels les mêmes questions sont incessamment débattues. »¹⁵² Si nous ne reprenons pas pour nous-même l'image selon laquelle le temps de l'histoire est dirigé comme l'est le mouvement de la flèche, nous adhérons cependant à l'idée que les questions essentielles d'une discipline sont primitivement formulées par les « premiers penseurs compétents qui s'y engagent ». Hippocrate ou Aristote nous semblent faire partie de ceux-là pour la biologie et la médecine. Nous proposons de distinguer ces *questions primitives* qui dessinent autant de thèmes, ou de *themata*, informant l'imagination scientifique, des *problèmes* dont les conditions d'émergence, de formulation et de structuration sont déterminées par des contextes épistémologiques et historiques donnés.

Bachelard débutait son chapitre sur le mythe de la digestion en le concentrant tout entier dans la question de l'avoir et de l'être. C'était, par contraste, dans le mythe de la génération qu'il voyait travailler la question du devenir – principe d'un mythe incomparablement plus puissant selon lui. Nous souhaiterions montrer, en ancrant notre réflexion dans l'Antiquité, ce que cette représentation a de tronqué : l'appropriation de l'étranger par l'organisme travaille certes profondément la nutrition mais en dépassant précisément l'opposition statique de l'avoir et de l'être vers la question de la persistance ou de la constitution du même malgré ou par le renouvellement de sa matière. Ce thème du changement « moléculaire » et de la permanence de la forme nous semble à son tour ordonné à l'antique association de la nutrition et de la génération, qui dessine une continuité entre l'ingestion, et l'assimilation

¹⁵¹ Canguilhem (2003) [1965], « Aspects du vitalisme », p. 107 (p. 85).

¹⁵² Gould (1977), p. 1.

d'une matière étrangère d'une part et le développement et la reproduction (la continuation de soi dans la lignée suivante) d'autre part. Cette association de la nutrition et de la génération se déploie, comme nous le verrons, dans deux directions : en assimilant la nutrition à une génération continuée d'une part (la nutrition agissant comme une régénération perpétuelle en vertu de la destruction continue et de l'expulsion des parties usées de l'organisme), en fournissant un modèle nutritif pour l'embryogenèse et l'hérédité d'autre part (il y a continuité entre le produit de la digestion, la croissance de l'organisme et la fabrication de la semence). Ce modèle, qu'il nous faudra préciser et instruire d'une physiologie, cherche à rendre raison à la fois de l'assimilation des aliments par l'organisme et de la perpétuation des formes au cours des générations à travers le tableau d'une circulation de la matière qui a pour conséquence d'assouplir les frontières des organismes : du côté de la matière étrangère d'une part, des générations qui lui succèdent d'autre part. Cette association étroite (et robuste) entre la nutrition et la génération ne doit pas être interprétée rétrospectivement sous les contours d'une analogie trompeuse enfermant le naturaliste dans les cadres rigides de la préformation (c'est-à-dire renvoyant à un modèle de la génération comme croissance par nutrition continue respectant la forme initiale du corps ou postulant la permanence d'une structure initiale)¹⁵³, mais plutôt comme le témoin d'une question fondamentale et primitive informant toute épistémologie du vivant : quelle en est la spécificité ? Qu'est-ce qui le distingue l'être vivant de l'agrégat inerte ? Qu'est-ce qui en fait une unité discrète et cohésive, capable de subsister dans le temps ? Et plus précisément, comment en expliquer les processus de génération et d'organisation ? Il nous semble qu'en faisant porter l'attention sur la nutrition, l'espace de questions ouvert dans l'Antiquité désigne sous l'absence de stabilité de ses parties une des caractéristiques fondamentales du

¹⁵³ Cette lecture nous semble ancrée dans une certaine manière de concevoir et de modéliser l'association entre nutrition et génération, à savoir l'interprétation préformationniste qui domine chez des auteurs comme Bonnet au 18^e siècle. Ainsi on a pu soutenir que l'innovation conceptuelle majeure opérée par l'embryologie épigénétiste de C. F. Wolff à la fin du 18^e siècle avait été de briser cette analogie entre nutrition et développement. Or la nutrition ne nous semble soutenir une compréhension préformationniste de la génération que dans la mesure où le modèle nutritif dont on se munit pour la penser est conçu comme un simple accroissement, assis sur une compréhension de passive et directe de l'assimilation, qui n'implique aucun travail de transformation ou de synthèse chimique. Nous développons cet argument avec plus de détail aux chapitres 3 et 4.

vivant¹⁵⁴. L'organisme vivant est ce qui a la capacité de remplacer les parties qu'il expulse quotidiennement en assimilant et en se rendant semblable une matière extérieure nouvelle. La perpétuation, la conservation de sa forme engage donc une manière d'être non statique, mais plutôt cohésive et dynamique. Ce faisant, il se distingue de l'agrégat inerte, et dans cette distinction réside le principe de l'impossibilité subséquente de distinguer la génération de la nutrition dans la vie organique, puisque continuer de vivre revient alors à se régénérer continuellement.

Dans le chapitre consacré à « l'obstacle animiste »¹⁵⁵ Bachelard se demandait « comment l'intuition de la vie (...) [*avait pu*] être resserrée sur son domaine propre » et en particulier, « comment les sciences physiques [*s'étaient*] débarrassées des leçons animistes »¹⁵⁶, condamnant au passage cette « (...) intuition aveuglante qui prend la vie comme une *donnée* claire et générale », ce « véritable fétichisme de la vie »¹⁵⁷, et partant « le caractère mal placé du phénomène biologique »¹⁵⁸. Nous souhaiterions montrer quelle fut la part de la nutrition dans ce processus par lequel « l'intuition de la vie » fut resserrée sur son domaine propre, le biologique, tout en l'affranchissant de l'animisme. La nutrition n'est pas un obstacle animiste, au sens où elle aurait enfermé le biologique dans le sentiment d'une certaine irréductibilité de son objet à toute théorie matérielle de la vie, comme l'affirme Bachelard. Au contraire, la nutrition nous apparaît davantage comme un outil stratégique dans le développement d'une théorie matérielle, voire matérialiste, de la vie en ce sens que son étude a permis de faire émerger et de préciser les contours d'un grand problème pour la biologie, celui de la régulation de la machine animale. La place focale occupée par la nutrition dans les sciences de la vie nous semble en effet avoir participé à l'émergence d'un « matérialisme vitaliste »¹⁵⁹, ou « matérialisme viscéral », pour reprendre la belle expression de C. T. Wolfe¹⁶⁰, c'est-à-dire à cet effort pour fonder une nouvelle ontologie – tout à la fois matérialiste et vitaliste – en réponse

¹⁵⁴ Bien sûr la réflexion sur la spécificité du vivant ne passe pas forcément par la génération ou le développement et d'autres stratégies peuvent être adoptées. Cette justification peut se faire également par l'évolution, la morphologie, etc. Voir par exemple Bouchard et Huneman dir. (2013), mais aussi Pradeu *passim*, ou Wolfe (2009), (2010a).

¹⁵⁵ Bachelard (1938), ch. 8.

¹⁵⁶ Bachelard *op. cit.*, p. 179.

¹⁵⁷ *Ibid.*, p. 180.

¹⁵⁸ *Ibid.*, p. 180.

¹⁵⁹ Lenoir (1989).

¹⁶⁰ Wolfe (2016).

à l'émergence d'une biologie soucieuse de la spécificité de son objet. Centrer notre enquête sur les conditions conceptuelles d'émergence de la biologie sur cette question de la nutrition ce sera donc tout à la fois proposer une histoire d'une théorie matérielle de la vie et une histoire de la régulation de la machine animale.

Canguilhem dans *Idéologie et rationalité*, évoquant l'imprégnation de la biologie des années 1980 par les termes d'auto-conservation, d'auto-reproduction, et d'auto-régulation rejoint les deux termes de notre démarche – à savoir identifier ce qui dans la nutrition et le métabolisme les constitue en thèmes permanents de la biologie dans la mesure précise où ce qui s'y joue c'est bien la réalisation de cet impératif biologique « d'auto-conservation par auto-régulation » :

« Il n'en faut pas plus, selon nous, pour accorder quelque crédit de sens à la question de savoir si la succession des définitions caractéristiques de l'être vivant, objet de la biologie, ne serait pas sous-tendue, dans la constitution historique de cette science, par une sorte de principe de conservation thématique. (...) Car le principe supposé de conservation thématique dans l'histoire de la biologie n'est peut-être que l'expression de la soumission, sous des formes différentes, du biologiste à cette *donnée* de la vie, dans quelque vivant que ce soit, qu'est son auto-conservation par auto-régulation. »¹⁶¹

¹⁶¹ Canguilhem (1993) [1981], pp. 123-124.

1.2 NUTRITION, GENERATION, VIE. ARISTOTE

« *Puisque nul être ne se nourrit s'il n'a
la vie en partage, ce qui est nourri ce
sera le corps animé en tant
qu'animé* »¹⁶²

1.2.1 L'âme nutritive et la définition de la vie

Il est bien connu qu'Aristote fait s'équivaloir le fait d'être vivant et le fait de posséder une âme¹⁶³. Aussi la connaissance du vivant, à partir du déploiement d'une méthode téléologique d'investigation et d'explication, apparaît-elle comme un prérequis méthodologiquement nécessaire, mais surtout comme une épreuve test que devra passer toute définition de l'âme. Afin de ne pas manquer la généralité de son objet – la vie – il convient de ne pas restreindre le genre de vie qui doit faire l'objet d'une telle enquête. C'est pourquoi Aristote, dans le traité *De l'âme*¹⁶⁴, se montre attentif aux différentes manifestations et réalisations de la vie. Une définition correcte de l'âme ne devra exclure, en raison de cette équivalence posée entre vie et âme, aucun des genres vitaux identifiés. C'est en effet d'avoir restreint leur enquête à la vie humaine (l'âme humaine) que ses prédécesseurs ont été conduits à définir l'âme comme raison et perception (*DA*, 402b3-5 ; 410b22). Une telle définition de l'âme par la restriction de l'extension du

¹⁶² *De l'âme*, 416b10.

¹⁶³ Chez Aristote, l'âme est qualifiée de trois manières : 1) par rapport aux fonctions vitales, elle est ce qui rend capable d'exercer les fonctions vitales, elle est l'acte de ces fonctions ; 2) l'âme est nature, (*Physique*, II, 1), c'est-à-dire principe immanent de mouvement et de repos, ce qui fait que l'être naturel n'a pas besoin d'être poussé du dehors, agi par un autre, ou manœuvré artificiellement. L'âme est donc à la fois moteur et fin : moteur parce qu'elle est principe du mouvement ; fin car elle est principe de la forme parfaite vers laquelle tend l'animal pour être réellement lui-même ; 3) enfin l'âme est substance : elle fournit l'intelligibilité, le *logos* de l'être vivant. L'âme est donc à la fois pour Aristote cause motrice (cause de tout devenir), cause finale (le corps existe pour l'âme et chaque partie pour sa fonction) et cause formelle (elle est la forme vers laquelle tend le vivant pour réaliser son essence) de l'être vivant. Dans le *Traité de l'âme*, II, 4 l'âme est caractérisée comme cause et principe du vivant, « cause » se disant en trois sens : cause du mouvement, fin, et substance formelle des corps animés.

¹⁶⁴ Désormais désigné sous l'abréviation *DA*. Nous citons le traité *De l'âme* (sauf indication contraire) dans la traduction de Tricot (1934).

concept de vie qu'elle opère – les animaux et les végétaux en sont exclus – ne peut donc être valide. Pour rendre compte de la nature de l'âme il faudra donc englober par l'explication les différents genres de vie, et pour cela régresser aux propriétés les plus fondamentales de la vie, celles qui sont partagées universellement. Aristote concentre ainsi ses premiers efforts sur le genre d'âme commun à tous les vivants et qui est responsable, semble-t-il, des fonctions les plus élémentaires : il s'agit de l'âme végétative ou nutritive, qui assure au vivant la nutrition, la croissance et la reproduction.

« En effet, l'âme nutritive appartient aussi aux êtres animés autres que l'homme, elle est la première et la plus commune des facultés de l'âme, et c'est par elle que la vie appartient à tous les êtres. Ses fonctions sont la génération et l'usage des aliments » (*DA*, 415a20)

Pour Aristote l'âme végétative ou nutritive et les fonctions qu'elle permet sont donc les réquisits minimaux pour qu'un être puisse être dit vivant. Une telle affirmation peut être convertie en énoncé de portée ontologique plus forte, à savoir que l'âme nutritive (ou végétative) et ses fonctions caractérisent la vie en tant que telle, puisque non seulement la posséder est une caractéristique commune de tous les êtres vivants, mais un être qui ne la posséderait pas ne pourrait être dit « vivant ». Autrement dit nous serions ici face à un critère définitionnel à la fois nécessaire et suffisant.

Au début du livre II du traité *De l'âme*, Aristote esquisse une première définition de la vie : « par 'vie' nous entendons le fait de se nourrir, de grandir et de dépérir de soi-même » (*DA*, 412a15). Un peu plus loin il ajoute que l'âme est l'« entéléchie première (*entelekeia*) d'un corps naturel ayant la vie en puissance (*dunamei*), c'est-à-dire d'un corps organisé » (412a27). Si donc l'âme est principe de vie et entéléchie première, et si la vie dans sa forme la plus fondamentale (c'est-à-dire, première dans l'ordre séquentiel du développement) c'est le fait de persister soi-même par la nutrition, alors c'est à cette dernière que revient (*a minima*) la priorité chronologique et définitionnelle.

Pour autant, avoir isolé ce critère nutritionnel comme constitutif de la vie ne signifie pas qu'Aristote soit en possession d'une définition générale et exhaustive de l'âme, c'est-à-dire d'une définition qui épuise toutes les manifestations ou réalisations de la vie : cette âme nutritive commune à tous les vivants ne se confond pas nécessairement avec ce que serait une définition de l'âme pour tous les vivants (414b24). En effet, dire que la nutrition est une condition minimale de la vie ne revient

pas à affirmer que la nutrition épuise la totalité de ses manifestations. Si les végétaux ne possèdent que la faculté nutritive, les animaux forment une chaîne où les facultés s'agencent selon un ordre de complexification croissant et où chaque ordre supérieur implique l'ordre inférieur : certains ont la capacité de se mouvoir selon le lieu, d'autres de sentir, d'autres enfin possèdent la faculté dianoétique. Les vivants s'ordonnent ainsi dans un agencement où les facultés supérieures présupposent les inférieures, sans être pour autant produites par elles ni être réductibles aux niveaux inférieurs. L'âme nutritive est « contenue » dans l'âme sensitive, mais pas l'âme sensitive dans l'âme nutritive ; l'âme nutritive est nécessairement impliquée par la possession de l'âme sensitive, mais posséder l'âme nutritive ne suffit pas pour posséder l'âme sensitive : « Sans l'âme nutritive en effet il n'y a pas d'âme sensitive, tandis que, chez les plantes, l'âme nutritive existe séparément » (415a1). La faculté nutritive est donc pour Aristote une condition nécessaire et suffisante de la vie – il suffit de la posséder pour être un vivant – mais elle n'est pas exhaustive par rapport aux genres de vie qui entretiennent entre eux des rapports d'inclusion : si la vie implique nécessairement la nutrition, celle-ci n'est en retour pas un critère suffisant pour caractériser *tout* genre de vie. Les conditions suffisantes des genres de vie inférieurs sont les conditions nécessaires des genres de vie supérieurs, mais les conditions nécessaires des genres de vie inférieurs ne sont pas les conditions suffisantes des genres de vie supérieurs. Il faudra donc rechercher pour chaque classe d'êtres (végétal, animal) quelle espèce d'âme lui appartient en propre (414b32).

1.2.2 *Comment expliquer les fonctions vitales? Nature, nutrition et réfutation du matérialisme*

Il n'en reste pas moins que pour Aristote (*DA* II, 4) la nutrition est la fonction la plus naturelle des êtres vivants, et partant joue un rôle capital dans l'architecture de sa psychologie (au sens étymologique de théorie de l'âme) : « (...) elle est la première et la plus commune des facultés de l'âme, et c'est par elle que la vie appartient à tous les êtres », car « la plus *naturelle* des fonctions pour tout être vivant (...) c'est de créer un autre être semblable à lui (...) de façon à participer à l'éternel et au divin » (415a25-415b1). Que signifie, au-delà de la référence implicite au *Banquet* de Platon sur laquelle

nous reviendrons par la suite¹⁶⁵, le fait que la nutrition soit la plus naturelle (*phusikókaton*) des fonctions vitales dans le contexte de la philosophie aristotélicienne ?

Nous savons que pour Aristote la nature (*phusis*) est un principe interne de mouvement (au sens général de changement, et non pas seulement de translation d'un corps dans l'espace) et de repos, et que les êtres naturels se distinguent des autres êtres en ce qu'ils ont en eux-mêmes ce principe de changement¹⁶⁶. L'âme est nature pour les êtres vivants, au sens où elle est leur principe interne de changement. Or il est intéressant de noter qu'Aristote convoque cet argument au moment où il affirme que les végétaux participent à la vie car ils ont en eux-mêmes « un *principe* tel que, grâce à lui, ils reçoivent accroissement et décroissement », c'est-à-dire la nutrition (413a25). Celle-ci apparaît donc comme cause de la vie au moment où Aristote rappelle sa conception de la nature comme principe interne de changement. Contre les matérialistes comme Empédocle qui voient dans la matière la cause ultime des changements qui affectent les êtres naturels, Aristote rappelle ainsi la nécessité de déployer un autre type d'enquête, et notamment de connaître les causes formelle et finale¹⁶⁷. La matière ne permet pas, à elle seule, de rendre compte des phénomènes vitaux dans leur directionnalité puisque, comme il l'énonce très clairement dans le traité consacré à la méthode de l'explication biologique (*Parties des animaux*, 1), « dans les œuvres de la nature ce n'est pas le hasard qui règne, mais c'est au plus haut degré la finalité » (*PA*, 645a25). Précisons d'abord les principes de la méthode téléologique en biologie, avant d'envisager la manière dont l'étude des processus nutritifs non seulement s'y conforme, mais apparaît comme un cas paradigmatique de cette intégration hiérarchisée des processus matériels à la téléologie organique.

Dans la biologie aristotélicienne, l'assignation d'une fonction à un organe apparaît comme explication de celui-ci : afin d'intégrer le mécanisme observable de son

¹⁶⁵ L'être vivant participe à l'immortalité non en tant qu'individu, essentiellement corruptible, mais en tant qu'espèce, par la reproduction, et « il demeure ainsi non pas lui-même, mais semblable à lui-même, non pas numériquement un, mais spécifiquement un » (415b5). Il s'agit d'une référence directe, mais implicite, au *Banquet* de Platon pour qui la nature mortelle s'immortalise par la perpétuation de son espèce : « Car c'est encore ici, comme précédemment, le même principe d'après lequel la nature mortelle tend à se perpétuer autant que possible et à se rendre immortelle; et son seul moyen c'est la naissance, laquelle substitue un individu jeune à un autre plus vieux » (207c-207e).

¹⁶⁶ *Physique*, II, 1, 192b-193a.

¹⁶⁷ Pour une discussion plus détaillée du rapport entre matérialisme et finalisme chez Aristote dans l'explication biologique voir par exemple Wolfe (2016), pp 21-36.

fonctionnement au système complexe dans lequel il s'insère, il semble qu'il faille déterminer son effet comme raison de son existence. La critique qu'Aristote adresse à la méthode dite « mécaniste »¹⁶⁸ d'explication des organismes élabore en effet ce fil conducteur : les mécanistes procèdent à l'envers en cherchant à expliquer les fonctions remplies par certains traits (la présence d'incisives frontales chez les carnivores, *Physique* II, 8, 198b 23-33) par les seules causes et mouvements matériels. Ainsi, pour les anciens, c'est le développement¹⁶⁹ qui explique les organes et leurs fonctions, et non les fonctions qui expliquent le développement et les organes : c'est donc « le flux de l'eau dans le corps » qui explique la formation de l'estomac, ou encore « le passage du souffle qui a percé les narines »¹⁷⁰. Or pour Aristote, si l'explication doit s'apparenter à une connaissance par la cause, l'explication mécaniste est seulement partielle : l'explication par la matière ne met à jour que des causes prochaines, et une nécessité hypothétique¹⁷¹ ou conditionnelle qui doit obéir à une cause plus fondamentale, « la cause en vue de laquelle », c'est-à-dire la finalité.

En effet, l'explication mécaniste par la cause matérielle échoue à expliquer pourquoi la configuration dentaire des carnivores par exemple présente une telle régularité d'une part (on ne peut imputer cette régularité au seul hasard), et pourquoi cette configuration contribue à la survie de ses possesseurs alors qu'une autre configuration provoquerait leur disparition d'autre part¹⁷². Fondamentalement, c'est parce que les êtres naturels sont soumis au devenir qu'ils doivent être pris en charge par la méthode téléologique : les êtres éternels présentent une nécessité absolue, alors que les êtres soumis au devenir présentent une nécessité conditionnelle, en ce sens qu'elle est conditionnée à la fin que le devenir réalise. L'explication téléologique doit donc d'abord procéder à des attributions fonctionnelles afin de répondre à la question du pourquoi de la chose. Ainsi, le système respiratoire ou le système digestif pourront être considérés comme des systèmes organisés accomplissant des fonctions spécialisées en vue d'une fin, lesquelles s'inscrivent à leur tour dans un système plus vaste, l'organisme

¹⁶⁸ Aristote, dans les *Parties des animaux*, I, ainsi que dans le livre II de la *Physique* vise particulièrement Démocrite et Empédocle.

¹⁶⁹ A travers le mouvement (assemblage, dissociation, etc.) des différents éléments (l'air et l'eau sont la matière des corps qui construisent la nature).

¹⁷⁰ *Partie des animaux*, I, 1, 640b 10-17.

¹⁷¹ Sur la nécessité hypothétique, c'est-à-dire la nécessité d'agencements matériels une fois la fin posée, nous nous référons à *Parties des animaux*, I, 1, 642a9 et *Physique* II, 9.

¹⁷² *Physique* II, 8, 198b 23-33.

total. La fin visée par l'appareil organique considéré apparaîtra donc à un autre niveau comme fonction pour l'organisme selon un agencement architectonique de fins et de moyens. Une fois la fin d'un système fonctionnel identifiée (la respiration, la digestion), les éléments qui le composent peuvent alors apparaître comme des moyens propres à sa réalisation et à sa contribution au sein de l'organisme total :

« Le mode de démonstration à adopter est celui-ci : il faut montrer, par exemple, (a) que la respiration se produit en vue de telle fin, et que (b) d'autre part cette fin s'atteint par tels moyens qui sont nécessaires. La nécessité signifie (1) tantôt que la fin étant telle, il est nécessaire que telles conditions soient remplies, (2) tantôt que les choses sont telles qu'elles sont et qu'elles le sont par nature. » (*PA*, 642a31)¹⁷³

Il faut donc montrer que telle fonction (la respiration, la digestion) est en vue de telle fin, puis dans un deuxième temps seulement voir quels sont les moyens nécessaires à l'atteinte de cette fin : la fonction règle la configuration, qui guide à son tour le développement. La téléologie formelle (l'orientation du développement) est donc solidaire de la téléologie fonctionnelle (l'intégration des organes en vue de leur fonction, et des fonctions en vue de l'organisme). Aristote avance deux arguments en faveur de l'explication fonctionnelle : celui de la nécessité hypothétique d'une part, selon lequel la matière est nécessaire en vue de la production d'une organisation fonctionnelle ; celui du patron du développement d'autre part, selon lequel l'ordre séquentiel du développement est orienté vers l'état final, à l'instar de la production intentionnelle d'artefacts.

« D'autre part, quand on traite d'une partie ou d'un objet quelconque, il faut, dans un cas comme dans l'autre, considérer comme une obligation de ne pas faire mention de la matière et de ne pas la prendre comme but de la recherche, mais de s'attacher à la forme

¹⁷³ Il semble donc que la théorie aristotélicienne de la causalité, qui s'analyse généralement à travers les quatre causes (formelle, finale, matérielle, efficiente), requière dans le cas de la biologie de les regrouper selon un autre système de dichotomies : fin et moyen d'une part, nécessité simple et nécessité conditionnelle d'autre part. Un tel regroupement est par ailleurs explicitement mentionné dans *De la génération des animaux* : la cause en vue de quoi (cause finale) et la définition de l'essence (cause formelle) « doivent être considérées comme n'en formant guère qu'une seule » (715a 5).

totale. Ainsi quand il s'agit d'une maison, c'est d'elle que l'on traite et non de briques, de mortier et de morceaux de bois. De même, quand il s'agit de la nature, il faut s'occuper de l'assemblage et de la totalité de l'être, et non des éléments qui n'apparaissent jamais séparés de l'être auquel ils appartiennent. »¹⁷⁴

La manière dont la nécessité agit dans les êtres vivants renvoie donc à la première acception de la nécessité que nous avons mentionnée – nécessité conditionnelle ou hypothétique qui n'exclut de fait pas une dimension téléologique puisqu'elle renvoie à une implication logique du type « si... alors ». Dans ce type de nécessité, si la relation de dépendance causale classique qui descend de la cause vers l'effet (telle complexion organique produit tel effet dans tel système) est conservée, il faut également considérer que, sous un autre point de vue, cette relation s'inverse, en sorte que l'effet induit un rapport de dépendance sur la chaîne causale. Les traits se développent en vue de l'utilité de la configuration, puisque l'existence d'une configuration organique utile est une propriété des caractères formels du développement¹⁷⁵. Dans la méthode d'explication aristotélicienne, c'est donc la fonction de l'organe qui détermine la présence de la matière, de même que le développement est en raison du *telos* qui détermine les organisations fonctionnelles. Face aux objets de la nature, le physicien devra alors régresser des phénomènes immédiatement observables aux fins qui ont guidé leur développement et leur configuration actuelle (la fin existe d'abord, puis le développement et la matière suivent). La fin (ou l'effet) est la cause recherchée, « la cause en vue de laquelle » qui permet seule de situer les agencements fonctionnels dans un tout organique. L'explication de l'adaptation des individus à leur conditions de vie, ou des organes à leur fonctions, c'est-à-dire la juste réalisation des fonctions, commande donc l'explication de leur développement. Cette juste réalisation des fonctions hiérarchiquement ordonnées apparaît alors comme un *telos* préexistant et contraignant le développement de l'individu, et déterminant d'autre part des arrangements structurels. C'est donc au regard d'une architectonique des fins et des moyens que s'institue un rapport hiérarchique entre les différents niveaux organiques :

¹⁷⁴ *Parties des animaux*, I, 645a30.

¹⁷⁵ « (...) c'est l'essence de l'homme qui commande sa constitution (...). Et c'est précisément parce qu'il a telle nature que sa genèse se produit de telle façon et qu'elle est nécessairement ce qu'elle est. », *Partie des animaux*, I, 640a 33- 640b 5.

tout organe est en vue d'une fin, de même que chaque partie du corps, or la fin est dirigée vers une action, donc le corps entier est constitué en vue d'une action totale¹⁷⁶. Ainsi le corps existe pour l'âme, et chaque partie du corps pour la fonction qui lui est naturelle.

A ce titre la prise en charge des processus nutritifs est exemplaire du régime explicatif tel qu'il se déploie dans le corpus biologique aristotélicien. C'est en effet dans la partie du traité qui est consacrée à la nutrition (II, 4) qu'Aristote s'engage dans une discussion sur les quatre causes après avoir rappelé que l'âme est « cause et principe du vivant ». Ce rappel précède une critique systématique des théories matérialistes de la nutrition, en particulier celle d'Empédocle. Là où l'on pourrait voir une simple digression – pourquoi cette discussion sur la causalité dans un chapitre dédié à la nutrition ? – nous pensons à l'inverse voir le signe de l'importance stratégique et ontologique accordée par Aristote à la faculté nutritive. La nutrition est en effet de loin la faculté la plus matérielle des facultés de l'âme identifiées par Aristote, non seulement par les parties et les organes qu'elle mobilise (bouche, dents, estomac, viscères chez les animaux) mais aussi parce qu'elle est interface du corps avec la matière, l'aliment. Réfuter les théories matérialistes de la nutrition c'est donc réfuter le matérialisme sur son propre terrain et anticiper sur les critiques à venir (en effet si le matérialisme échoue à rendre compte de la nutrition, il échouera *a fortiori* à expliquer les facultés sensitive et dianoétique).

Empédocle comprend la nutrition végétale comme un effet de la composition matérielle de la plante : ses racines se porteraient vers le bas en raison de la gravité de sa composition terrestre, tandis que ses tiges et ses feuilles se porteraient vers le haut en raison de la légèreté de l'élément igné qu'elles contiennent. Aristote oppose à ce raisonnement un principe qui repose sur l'identification fonctionnelle des parties, plutôt que matérielle : le haut et le bas pour les vivants n'est pas déterminé par la position des organes, mais par la fonction qu'ils remplissent dans une totalité organique – « ce qu'est la tête aux animaux, les racines le sont aux plantes » (416a5). Ce principe d'agencement fonctionnel se traduit donc dans des organisations spécifiques aux plantes et aux animaux, où ce n'est pas seulement les pôles qui peuvent s'inverser (haut et bas) mais également les surfaces, puisque l'animal peut apparaître, du point de vue de sa

¹⁷⁶ *Partie des animaux*, I, V, 645b 15-20.

configuration morphologique et fonctionnelle, comme une plante inversée. Dans *De la marche des animaux* (4, 705a) Aristote développe le premier point – le haut et le bas doivent s’entendre par rapport à la fonction :

« En effet, le haut et le bas n’existent pas seulement dans les animaux, mais aussi dans les végétaux. Ils se distinguent par leur fonction et pas seulement par leur position par rapport à la terre et au ciel. Car la partie d’où s’opère la distribution de nourriture et la croissance pour chacun des êtres, c’est celle-là qui constitue le haut ; et celle d’où la nourriture parvient en dernier lieu est le bas. L’une est un principe, l’autre est un terme. (...) Néanmoins, dans le cas particulier des plantes, on pourrait penser que c’est plutôt le bas : car le haut et le bas n’ont pas la même position chez les plantes et chez les animaux. Par rapport au tout, la disposition est différente, mais il y a similitude pour la fonction. En effet, les racines constituent le haut des plantes : c’est de là que la nourriture se distribue aux végétaux qui la reçoivent par elles, comme les animaux par la bouche. ».

Dans *Les parties des animaux* (III, 678a10) la réaffirmation de ce principe d’identification des organes par leur fonction conduit Aristote à concevoir une homologie, fondée sur une équivalence fonctionnelle, entre racines et mésentère :

« Les plantes, elles, ont leurs racines qui s’enfoncent dans la terre (car c’est de là qu’elles tirent leur nourriture) ; chez les animaux l’estomac et la puissance des intestins constituent la terre d’où il leur faut tirer leur nourriture. C’est pourquoi le mésentère existe avec les vaisseaux qui le traversent et qui ressemblent à des racines. »

Il y a donc identité de rapport entre l’estomac et la terre, entre le mésentère et les racines : aussi les organes extérieurs de la plante constituent les organes internes de l’animal, l’animal par rapport à la plante apparaît comme un gant retourné sur lui-même¹⁷⁷. Pour comprendre un processus vital, il ne faut donc pas partir de la

¹⁷⁷ Cette idée nous évoque naturellement celle de la métamorphose de l’homme en plante qui sert de support à la description des analogies identifiées entre les règnes végétal et animal par La Mettrie dans *L’homme-plante* (1748) : « L’homme n’est donc point un arbre renversé, dont le cerveau serait la racine, puisqu’elle résulte du seul concours des vaisseaux abdominaux qui sont

connaissance des éléments matériels pris séparément, mais il faut considérer le tout organique qui seul permet de saisir la raison de leur agencement. Sans le principe formel conclut Aristote, les éléments de la plante se sépareraient (en raison leurs natures contraires – terre et feu), et rien ne viendrait structurer sa croissance. La nutrition ne se fait pas dans n'importe quelle direction, mais selon des rapports et des limites déterminés qui relèvent de la forme.

Corrélativement, la matière ne peut jouer le rôle de cause efficiente dans le processus de nutrition. A ceux qui affirment par exemple que le feu est cause de la nutrition, Aristote oppose qu'on ne saurait confondre un accroissement qui se fait sans bornes et sans ordre (« l'accroissement du feu se fait à l'infini tant qu'il y a du combustible »), au processus régulé qu'est la nutrition :

« (...) pour tous les êtres dont la constitution est naturelle, il existe une proportion de la grandeur comme de l'accroissement : or ces déterminations relèvent de l'âme mais non du feu, et de la forme plutôt que de la matière » (416a18).

En effet, la croissance ne se fait pas n'importe comment et sans limite dans les vivants : malgré l'ingestion perpétuelle de matière et la sanguification des éléments nutritifs au cours de la nutrition, nos doigts ne continuent pas de croître indéfiniment, de même pour nos narines, nos lobes d'oreilles, etc. La nourriture que l'organisme assimile semble donc obéir aux consignes d'un patron et d'un programme qui régule la nutrition et en dirige les effets. C'est donc la forme qui agence les processus matériels, et c'est la forme qui a la priorité causale sur la matière. En montrant qu'on ne saurait expliquer la nutrition, la plus élémentaire des propriétés vitales, sans invoquer l'âme comme cause (formelle, efficiente et finale), Aristote fait de la nutrition un outil crucial dans sa réfutation du matérialisme. Si la nutrition est condition minimale de la vie, et que l'âme – comme forme – est cause de la nutrition alors toute théorie de la vie qui ne tient pas compte de l'âme (en tant que cause formelle de la vie) sera nécessairement fautive. La nutrition dévoile ainsi l'action de la nature dans le vivant, ce principe immanent du changement orienté vers l'actualisation de sa forme. Dans le traité *De*

les premiers formés ; du moins le sont-ils avant les tégumens qui les couvrent, et forment l'écorce de l'homme. », p. 7.

l'âme, la nutrition permet ainsi de mettre en évidence l'unité du vivant comme composé hylémorphique – composé de matière et de forme, au sein duquel la forme comprise comme essence de l'individu coïncide avec sa fin.

1.2.3 *La nutrition et le composé hylémorphique : comment l'identité d'un vivant se maintient dans le changement*

Cette position focale de la nutrition dans l'établissement de la définition aristotélicienne de la vie – et sa réfutation corrélative du matérialisme – renvoie par suite au rôle qu'elle assume dans la théorie du composé hylémorphique. Il nous semble en effet que la nutrition permet d'éclairer, à défaut de la résoudre, la complexité des relations entre matière et forme, puissance et acte, identité et changement au sein du vivant. En tant qu'être naturel donc, le vivant est défini par Aristote comme un composé de matière et de forme, l'âme assumant le rôle de la forme (*eidos*, entéléchie) tandis que le corps est sa matière (puissance). Mais cette distinction entre la matière et la forme, si elle se conçoit aisément pour la statue¹⁷⁸ est plus malaisée à comprendre dans le cas du vivant qui n'existe jamais séparé de sa matière – un vivant est toujours informé, et l'âme du vivant toujours incorporée. Cependant la distinction opérée n'est pas uniquement conceptuelle, elle renvoie à la précellence de la forme au sein du composé, qui seule révèle l'être, la structure rationnelle du vivant¹⁷⁹. La forme est donc à la fois ce qui fait que la substance est ce qu'elle est mais aussi la cause et le principe de son organisation concrète. Ainsi dans la *Physique* (II, 1) la forme est dite plus nature que la matière, et le même principe est appliqué à la nutrition, comme nous l'avons vu, dans la partie du traité *De l'âme* qui traite de l'âme nutritive (II, 4). Si la théorie de la nutrition présuppose celle du composé hylémorphique, nous avons montré également que la nutrition jouait un rôle crucial dans la démonstration de la théorie aristotélicienne de l'âme comme forme d'un organisme vivant, puisque c'est en convoquant la nutrition qu'Aristote montrait la nécessité de distinguer entre forme et matière dans les êtres

¹⁷⁸ Voir *Physique*, II, 3, 195a.

¹⁷⁹ Cette précellence de la forme a pour conséquence l'antériorité logique et chronologique de l'acte sur la puissance, et l'approche téléologique de la nature.

vivants et réfutait les explications matérialistes de la vie. R. King¹⁸⁰, insistant sur le fait que si la chaleur vitale joue un rôle décisif dans la préservation de l'organisme elle n'est pas en elle-même responsable de la vie, défend la thèse selon laquelle la nutrition – et donc l'âme nutritive – fournit une réponse adéquate au problème de la cohésion du composé et de sa préservation en définissant et garantissant le cycle de vie du vivant. Aussi, selon King la nutrition apporte-t-elle une compréhension physique, et non pas simplement logique, au problème soulevé par la double nature du composé hylémorphique dans les organismes vivants. Il nous semble en effet que la nutrition joue un rôle majeur dans l'élucidation des rapports qui se nouent entre identité et changement dans le monde vivant. Nous proposons, dans ce qui suit, que la nutrition est un cas exemplaire de la théorie aristotélicienne du maintien de l'identité dans le changement.

La nécessité vitale de la nutrition renvoie en effet à un changement de matière perpétuel, au renouvellement moléculaire constant qui affecte les corps vivants. La nourriture ingérée par les organismes et cuite dans l'estomac est par suite décomposée en éléments dont certains seront expulsés, tandis que les nutriments essentiels (élaborés en sang) sont conservés. Le sang ainsi formé se porte aux parties du corps qu'il fait croître puis entretient (par sa transformation en chair). Or, comme nous l'avons mentionné plus haut avec l'exemple du feu – passage à partir duquel Aristote pouvait distinguer le processus matériel d'un accroissement sans borne ni ordre d'un processus dirigé et régulé dans la nutrition –, Aristote dans la nutrition distingue nutrition (*threptikon*) et accroissement (*auxetikon*). Cette distinction qui opposait deux explications (matérielle et formelle) d'un processus vital est reconduite à l'intérieur de faculté nutritive à propos de l'aliment. Dans le traité *De l'âme* la distinction porte sur deux types de changements : tandis que l'accroissement n'y est vu que comme un changement selon la quantité, la nutrition elle conserve l'individualité et la forme de l'être vivant :

« Mais la quiddité de l'aliment est autre que celle de l'accroissant. En effet, en tant que l'animé est une quantité, l'aliment est un accroissant, mais en tant que l'animé est individu et substance, l'aliment est une nourriture. Car la nourriture conserve la substance

¹⁸⁰ R.A.H. King (2000).

de l'animé, qui continue d'exister aussi longtemps qu'il se nourrit »
(416b10)

Cette distinction est reprise et approfondie dans *De la génération et la corruption*, puisque Aristote affirme que s'il peut y avoir nutrition sans croissance, la réciproque n'est pas vraie (322a24). La différence entre ces deux processus semble résider dans le mécanisme de la digestion lui-même : quand il y a nutrition, l'aliment est « en puissance, chair seulement », tandis qu'il est « en puissance une chair de telle quantité » dans l'accroissement. C'est semble-t-il la potentialité imposée par l'âme végétative pendant la sanguification des nutriments qui permet de distinguer entre accroissement et nutrition. Les portions de sang digérées se verraient ainsi assignées différentes potentialités, certaines étant destinées à être chair de telle quantité dans telle partie (accroissement), ou chair seulement de cette partie (nutrition), laissant supposer que la digestion obéit à un plan complexe (mais dont les mécanismes restent partiellement non élucidés) dans lequel chaque élément nutritif se verrait non seulement distribué spatialement, mais également converti en chair appropriée à telle partie (homéomère – tissus – ou anhoméomère – partie organique). Derrière l'apparente hyper-matérialité de la nutrition, Aristote identifie donc des processus de régulation et d'information. Ce sont ces processus d'information et de régulation qui font de la faculté nutritive un cas exemplaire de la théorie aristotélicienne du maintien de l'identité dans le changement.

C'est en effet en tant que composé hylémorphique que le vivant, comme substance individuelle, peut conserver son identité dans le changement – pas en tant que matière, ni en tant que forme pure¹⁸¹. Dans les *Catégories* Aristote déploie en effet une théorie de la substance où celle-ci est caractérisée comme ce qui est capable de recevoir les contraires dans le temps tout en restant numériquement une, c'est-à-dire, tout en conservant son identité (ou en restant le même individu) (5a10). Il ajoute que les substances restent identiques dans le changement par elles-mêmes (4a30). Pour qu'il y

¹⁸¹ Cette théorie de la substance est appuyée sur une théorie de la prédication : en effet, dans les *Catégories* est substance « ce qui se dit proprement, premièrement et avant tout : ce qui à la fois ne se dit pas d'un certain sujet et n'est pas dans un certain sujet ; par exemple tel homme ou tel cheval » *Catégories* (2a11). Les autres catégories sont dites des substances, ou sont dans les substances comme sujets (2a35). Par ailleurs, la substance se dit en trois sens dans le traité *De l'âme* : « c'est, en un premier sens, la matière, c'est-à-dire ce qui par soi n'est pas une chose déterminée ; en un second sens, c'est la figure et la forme, suivant laquelle, dès lors, la matière est appelée à être déterminée ; et en un troisième sens c'est le composé de la matière et de la forme » (412a6).

ait changement, il faut donc un *quelque chose* qui change, autrement dit quelque chose qui, dans le composé hylémorphique, ne change pas. Or ce ne peut être toute la substance qui reste identique à elle-même, puisqu'il n'y aurait dans ce cas pas de changement. Aristote identifie donc dans la permanence de la forme la condition du changement de la substance : ce qui change en elle, c'est la matière et ses accidents. La nutrition apparaît à ce titre comme un cas paradigmatique permettant de déployer cette théorie dans l'ordre physiologique. Ainsi, Aristote (*DA* 416a29) critique les philosophes (Démocrite et Empédocle) qui ont tenté de rendre compte de la nutrition par assimilation des semblables ou par génération des contraires, autrement dit, qui échouent à articuler une conception correcte du changement au niveau organique :

« Certains philosophes soutiennent, en effet, que le semblable est nourri, aussi bien qu'accru, par le semblable ; les autres (...) admettent universellement que le contraire est alimenté par le contraire, attendu selon eux que le semblable ne peut pâtir que sous l'action du semblable, tandis que la nourriture est changée et digérée, et que le changement a lieu, dans tous les cas, vers l'opposé ou l'intermédiaire »

La raison pour laquelle ces théories sont inappropriées est qu'elles échouent, selon Aristote, à distinguer entre la matière digérée et la matière non digérée. En effet, la nourriture en tant que telle est pour le vivant un contraire, puisqu'elle est une matière d'abord étrangère à celle de son organisme. Cependant la digestion opère une transformation de cette matière, elle la décompose en éléments assimilables par l'organisme, et donc en matière identique à celle de ses parties : « en tant que l'aliment est digéré, le semblable est nourri par le semblable » (416b6). Il y a donc dans la nutrition conservation d'un sujet identique sous le changement – celui qui est nourri –, et l'aliment vient s'intégrer dans le plan d'organisation de l'individu au terme d'un processus de transformation et d'élaborations successives. Conformément à ce que nous avons établi plus haut, la nutrition ne se contente pas de faire croître le vivant, elle conserve la vie dans le vivant : « la nourriture conserve la substance de l'animé, qui continue d'exister aussi longtemps qu'il se nourrit » (416b14). Aristote ajoute un peu plus bas qu'il existe trois facteurs dans la nutrition : « l'être qui est nourri, ce par quoi il se nourrit, ce qui le nourrit » (416b20). L'être qui est nourri, c'est le corps animé ; ce par

quoi il se nourrit, c'est l'aliment ; ce qui le nourrit, c'est l'âme nutritive. Autrement dit, nous retrouvons dans la nutrition cette tripartition qui est, chez Aristote, condition du maintien de l'identité biologique dans le changement : le sujet du changement (le corps animé, comme composé hylémorphique), l'agent du changement (l'aliment), ce qui reste permanent sous le changement (l'âme, comprise comme forme essentielle).

1.2.4 Nutrition et génération : toucher à l'immortalité

La nutrition permet donc d'articuler, sur le plan biologique, des aspects fondamentaux de l'ontologie et de l'épistémologie aristotélicienne : la nutrition dévoile la *physis* dans les êtres animés et joue comme un opérateur crucial de réfutation du matérialisme, elle occupe une position focale dans l'élaboration de la théorie du composé hylémorphique et partant se constitue en paradigme de la possibilité du maintien de l'identité de l'individu dans le changement. Le dernier point sur lequel nous voudrions insister concerne l'ouverture du biologique à l'ontologique qui s'opère dans l'étroite liaison entre nutrition et génération. C'est en effet par là que la partie du traité *De l'âme* consacrée à la faculté nutritive débutait : la nutrition participe à l'immortalité. Nutrition et génération, les deux fonctions de l'âme végétative, sont deux manifestations de l'instinct de conservation du vivant :

« En effet, l'âme nutritive appartient aussi aux êtres animés autres que l'homme, elle est la première et la plus commune des facultés de l'âme, et c'est par elle que la vie appartient à tous les êtres. Ses fonctions sont la génération et l'usage des aliments. Car la plus naturelle des fonctions pour tout être vivant qui est achevé (...) c'est de créer un autre être semblable à lui, l'animal un animal, et la plante une plante, de façon à participer à l'éternel et au divin dans la mesure du possible. Car tel est l'objet du désir de tous les êtres, la fin de leur naturelle activité » (415a25)

La fin poursuivie par tout être vivant achevé est en effet de continuer à vivre : en tant qu'individu, et alors la nutrition assure sa subsistance ; en tant qu'espèce, continuer à vivre signifie créer un autre être semblable à soi, c'est-à-dire se reproduire, et alors la nutrition assure la reproduction via la production de la semence. Selon une

lecture forte de ce principe téléologique, la nutrition serait définitionnelle de toute forme de vie, et les autres facultés de l'âme ne pourraient subsister sans le maintien et la régulation qu'elle permet. Cependant, si la nutrition *via* la reproduction est la manifestation la plus évidente et primordiale de l'instinct de conservation du vivant, et donc de sa participation à l'éternel et au divin¹⁸², elle n'est pas la seule, puisque nous trouvons dans le corpus aristotélicien d'autres voies par lesquelles ce désir d'accès au divin peut être réalisé : ainsi le mouvement sublunaire, et donc la locomotion des animaux, imite le mouvement circulaire des corps célestes¹⁸³ tandis que la contemplation est pour les humains une manière d'imiter le divin¹⁸⁴. La nutrition n'exerce donc ici aucun monopole, mais s'impose plutôt par son évidence : c'est en produisant des êtres qui leur sont semblables que les êtres animés parviennent à prolonger leur existence au-delà des limites de leur individualité.

« Puis donc qu'il est impossible pour l'individu de participer à l'éternel et au divin d'une façon continue, par le fait qu'aucun être corruptible ne peut demeurer le même numériquement un, c'est seulement dans la mesure où il peut y avoir part que chaque être y participe, l'un plus, l'autre moins ; et il demeure ainsi non pas lui-même, mais semblable à lui-même, non pas numériquement un, mais spécifiquement un. » (415b1-5)

Comme nous le signalions au début de notre examen de la faculté nutritive chez Aristote, il y a là une référence implicite au *Banquet* de Platon. Le passage mérite d'être cité intégralement :

« On dit bien d'un individu, en particulier, qu'il vit et qu'il est le même, et l'on en parle comme d'un être identique depuis sa première enfance jusqu'à sa vieillesse ; et cela sans considérer qu'il ne présente plus les mêmes parties, qu'il naît et se renouvelle sans cesse, et meurt sans cesse dans son ancien état, et dans les cheveux et dans la chair, et dans les os et dans le sang, en un mot dans le corps tout entier. (...) Telle est la manière dont tous les êtres mortels se conservent ; ils ne restent pas constamment et absolument les mêmes comme ce qui

¹⁸² Voir également *Génération et corruption* II, 10, 336b30 ; *Génération des animaux*, II, 1, 731b31.

¹⁸³ *Génération et corruption*, II, 10, 336b30-337a5 ; *Du mouvement des animaux*, 6.

¹⁸⁴ *Ethique à Nicomaque*, X, 7.

est divin, mais ceux qui s'en vont et vieillissent laissent après eux de nouveaux individus semblables à ce qu'ils ont été eux-mêmes! Voilà, Socrate, par quel arrangement l'être mortel participe de l'immortalité, et quant au corps et à tout autre égard » (207c-208b).

L'analogie platonicienne entre l'identité de l'espèce à travers la succession de générations et l'identité de l'individu malgré le renouvellement moléculaire de sa matière s'éloigne cependant d'Aristote qui identifie au contraire dans la nutrition un processus de maintien de l'identité de l'individu biologique dans le changement. Non seulement la nutrition conserve le vivant en tant qu'individu, mais elle conserve également l'espèce en permettant la reproduction. Aristote fournit un modèle dans lequel l'aliment, en tant qu'il est l'agent de la nutrition, sert à entretenir la vie de l'individu et son développement, et où le surplus de l'aliment sert à la reproduction, c'est-à-dire à produire l'espèce :

« Car la nourriture conserve la substance de l'animé, qui continue d'exister aussi longtemps qu'il se nourrit. De plus, l'aliment est l'agent de la génération : génération non pas de l'être nourri lui-même, mais d'un être semblable à l'être nourri. » (416b15)

La génération suppose donc la nutrition comme sa condition de possibilité car, la semence étant conçue comme « un résidu de la nourriture en voie d'élaboration »¹⁸⁵, sans nutrition pas de semence. Or le sperme assumant le rôle de support de l'âme du géniteur¹⁸⁶, c'est-à-dire le principe formel de l'embryogenèse¹⁸⁷, l'élucidation des

¹⁸⁵ *De la génération des animaux*, II, 3, 736b10 ; voir aussi IV, 1, 766b7 : « En résumé, nous disons que le sperme est au fond un résidu de la nourriture, le dernier. J'appelle dernier celui qui se porte dans chaque organe. C'est d'ailleurs pourquoi le produit ressemble au générateur. (...) ». Sur l'origine et la formation du sperme, à partir de la nourriture, nous renvoyons en particulier à *De la génération des animaux*, I, 19, 72b1 : « Nous avons dit précédemment que la forme finale de la nourriture élaborée est le sang chez les animaux sanguins, et ce qui en tient lieu chez les non sanguins. Or puisque le liquide séminal est lui aussi un résidu de la nourriture au terme de son élaboration, il ne peut être que du sang, ou l'analogie du sang, ou un produit qui en vient. (...) il est évident que le sperme doit être le résidu de la nourriture transformée en sang, celle qui, au terme de son élaboration, se répand dans les parties du corps. »

¹⁸⁶ *De la génération des animaux*, II, 3, 737a10 : « Quant à la matière du liquide séminal, qui sert de véhicule à la portion du principe psychique (une portion de ce principe est indépendante de la matière chez tous les êtres où se trouve inclus un élément divin – tel est le caractère de ce qu'on appelle intellect – tandis que l'autre en est inséparable), cette matière de la semence se dissout et s'évapore, du fait qu'elle possède une nature humide et aqueuse. ».

processus physiologiques qui sous-tendent la nutrition acquiert en retour une importance toute spéciale. La théorie aristotélicienne de la nutrition¹⁸⁸, prérequis à celle de la génération, s'organise donc autour de trois concepts centraux, *pepsis*, *trophè* et *peritoma*. Dans la Grèce antique, *pepsis* désigne communément des changements ou altérations (*métabolè*) dus à la chaleur : putréfaction des fruits et cuisson de la nourriture (*Météorologiques*, 380b13, 381a23). Pour Hippocrate par exemple, la *pepsis* a le pouvoir de changer la nature des substances¹⁸⁹. La *pepsis* en tant qu'agent de la nutrition est donc, pour Aristote, responsable de l'amollissement de la nourriture et des matières solides (*Météorologiques*, 379b18 ; *De la génération des animaux*, 775a17), de la séparation (*diakrisis*) de la nourriture en parties élémentaires (*Météorologiques* 340b3), ainsi que de l'extraction des parties nourrissantes. La *pepsis* est donc cause de changement (*métabolè*) dans la nourriture ingérée, et a pour conséquence de produire la nutrition (*trophè*) ainsi que les dépôts, sous-produits de celle-ci (*peritoma*). Cependant la *pepsis* ne désigne pas chez Aristote un processus direct puisque l'altération de la nourriture dont elle est responsable – cette transformation de la substance alimentaire en substance susceptible d'être intégrée au plan de l'organisme et de nourrir les parties du corps¹⁹⁰ – requiert plusieurs étapes, et au moins trois *pepsis*, au terme desquelles la nourriture peut être sanguifiée¹⁹¹ : dans l'estomac, dans le foie et la rate, et enfin le cœur, les poumons et les

¹⁸⁷ Sur la faculté formatrice distinctive de la semence mâle, voir *De la génération des animaux*, I, 20, 729a10 : « Mais tout se passe comme il est rationnel, puisque le mâle fournit la forme et le principe du mouvement, la femelle le corps et la matière. » ; I, 21, 739a30 : « Il résulte de ce qui précède que le sperme, chez les animaux qui en émettent, ne vient pas de tout le corps, et que la femelle, dans la génération, ne contribue pas de la même façon que le mâle à la formation des produits : le mâle apporte le principe du mouvement, et la femelle, la matière » ; IV, 1, 766b7 : « Ce qui distingue le sperme du mâle, c'est qu'il possède en lui-même un principe qui lui permet de déclencher un mouvement à l'intérieur du vivant et d'opérer la coction de la nourriture dernière, tandis que celui de la femelle n'a que la matière. »

¹⁸⁸ Aristote renvoie à plusieurs reprises à un traité sur la nutrition qui a été perdu. On trouve ces allusions dans les textes suivants : *De l'âme*, II, 4, 416b30 ; *Du sommeil*, 3, 456b2 ; *Les parties des animaux*, II, 7, 653b3 ; IV, 4, 678a16.

¹⁸⁹ *Ancienne médecine*, 18.

¹⁹⁰ Aristote se démarque en effet des explications de la nutrition qui ne font appel qu'à des mécanismes de trituration et broiement des aliments (par exemple celle d'Erasistrate pour qui les contractions péristaltiques de l'estomac produisent une pâte alimentaire ou chyle propre à être absorbé par l'organisme), et considère, nous l'avons vu, que la nourriture doit subir des altérations significatives lorsqu'elle est transformée en substance organique. La *pepsis* doit donc fournir le mécanisme expliquant une telle altération.

¹⁹¹ Sur la relation entre sang et nourriture, en tant que le sang est le produit dernier de l'élaboration alimentaire et donc nourriture interne pour les organes, voir en particulier : *Les parties des animaux*, II, 3, 650a34 : « Puisqu'il existe une partie du corps destinée à recevoir toute

intestins. Ces trois *pepsis* ne renvoient pour autant pas à des prestations organiques spécifiques, mais plutôt aux différents moments d'un processus homogène répété lors des étapes successives du trajet alimentaire¹⁹². La *trophé* est donc la fin de la *pepsis*, et peut s'entendre de deux manières : il y a d'une part la nutrition proprement dite, qui soutient ou entretient la vie (*threptikon*), et d'autre part la nutrition entendue comme simple croissance (*auxetikon*)¹⁹³. Les matières qui ne servent pas à l'entretien de l'organisme sont alors désignées comme des résidus (*peritoma*)¹⁹⁴, parmi lesquels Aristote distingue ceux qui sont utiles et ceux qui sont dispensables : les résidus utiles de la nutrition sont évidemment la semence mâle et les menstrues de la femelle¹⁹⁵, mais également le gras,

espèce de nourriture ainsi que les excréments qui en résultent, et que les veines sont comme un vase qui renferme le sang, il est clair que le sang est en définitive la nourriture des animaux sanguins, et l'équivalent du sang pour ceux qui n'en ont pas. »; II, 4, 651a15 : « en effet, le sang est la matière du corps tout entier, puisque la nourriture est matière et que le sang est la forme ultime de la nourriture ».

¹⁹² Pour une étude détaillée des différentes étapes de la nutrition chez Aristote, voir Boylan (1982).

¹⁹³ *De la génération des animaux*, 744b34 : « Et la nourriture comprend à la fois le nutritif et l'accroissant. Le nutritif est ce qui fournit l'existence au corps entier et à ses parties, l'accroissant est ce qui le fait grandir. ».

¹⁹⁴ *De la génération des animaux*, I, 18, 724b25 : « J'appelle résidus les déchets de la nutrition ».

¹⁹⁵ Un problème qui se pose dans ce contexte est la différenciation des substances reproductives mâle et femelle, alors même qu'elles sont issues des processus matériels identiques (résidus de la nourriture à son dernier degré d'élaboration, après sanguification dans le cœur). Aristote résout le problème en indiquant que si les menstrues des femelles sont bien un résidu de la nutrition, elles n'ont pas, en tant que *peritoma*, le même statut que la semence mâle, en raison notamment d'une *pepsis* moins aboutie dans l'utérus : « Etant donné que même chez un être plus faible il doit nécessairement se produire un résidu plus abondant et dont la coction est moins poussée, que d'autre part, si tel est ce résidu, ce doit être une grande quantité de liquide sanguinolent, qu'enfin un être plus faible quand il participe par sa nature à moins de chaleur, et que la femelle, nous l'avons dit précédemment, est dans ce cas, il est nécessaire également que la sécrétion sanguinolente qui se produit dans la femelle soit un résidu. Il est donc évident que les menstrues sont des résidus et qu'il y a analogie entre la liqueur séminale des mâles et les menstrues des femelles. », *De la génération des animaux*, I, 19, 726a30 ; « La femelle se caractérise par l'inaptitude à opérer la coction et par le froid de la nourriture sanguine », *Ibid.*, IV, 1, 766b15. Voir également le traité *Des parties des animaux*, II, 2, 648a12.

Cette explication mécaniste rend donc raison de la différenciation fonctionnelle des substances reproductives – menstrues (principe matériel) et semence (principe formel) – dans la génération et le développement, malgré leur statut analogue de résidu : « Ainsi donc il est évident que la femelle contribue à la génération en fournissant la matière, que cette matière est ce qui constitue les menstrues, et que le flux menstruel est un résidu. », *De la génération des animaux*, I, 19, 727b30 ; voir également cités plus haut (n. 216) : *GA* I, 20, 729a10 ; I, 21, 739a30 ; IV, 1, 766b7. Aussi, sperme et menstrues sont bien deux résidus analogues, mais dont les fonctions et le mode d'élaboration diffèrent : principe matériel, les menstrues fournissent une sorte de « nourriture » pour le sperme qui apporte le principe formel et le mouvement dans l'embryogenèse (*GA*, 727b15) – c'est pourquoi il ne peut y avoir conception en l'absence complète de menstrue (défaut de nourriture ou de matière à informer pour le sperme).

les cheveux, les ongles (*De la génération des animaux*, 745b15) ; l'inutile ce sont les parties non assimilables de la nourriture et la *suntegma* dont l'accumulation peut causer des maladies (*De la génération des animaux*, 724b26) – pus, tumeurs, gonorrhée.

Cette étroite liaison entre la formation, le développement et le maintien de l'individu par la nutrition et la perpétuation de l'espèce par la reproduction, qu'Aristote enracine dans les mêmes éléments (en vertu de cette continuité entre la nourriture et la substance reproductrice), avait été remarquée par Foucault dans *l'Histoire de la sexualité* qui voyait dans « cette relation de complémentarité entre le pouvoir de procréer et la capacité à se développer ou à subsister »¹⁹⁶ la raison du coût de l'acte sexuel pour le vivant. L'émission de sperme priverait ainsi l'organisme d'une substance

« (...) qui est précieuse puisqu'elle est le dernier résultat d'un long travail de l'organisme et puisqu'elle concentre des éléments qui peuvent, à cause de leur nature, 'aller à toutes les parties du corps', et donc seraient susceptibles de le faire croître s'ils ne lui étaient ôtés. »¹⁹⁷

Et Aristote prend en effet la fatigue consécutive à l'acte sexuel pour preuve de sa théorie de la nature résiduelle du sperme : « l'affaiblissement qui suit la moindre émission de sperme est un fait patent, comme si le corps était privé du produit final de la nourriture. »¹⁹⁸ Cette relation de complémentarité entre la nourriture utile à l'entretien du corps et la quantité de sperme disponible explique également pourquoi les enfants et les vieillards n'en émettent pas : les premiers parce que la nourriture est tout entière destinée à la croissance (« tout est dépensé d'avance »¹⁹⁹), les seconds en raison de la faiblesse de l'organisme qui ne peut dès lors suffisamment cuire sa nourriture. De la même manière, les hommes gras sont infertiles car leur corps détourne toute la nourriture au profit de la graisse plutôt que de la semence²⁰⁰. Enfin, les oursins, étant des animaux non sanguins, sont réputés meilleurs lors de la période de reproduction, car leur partie comestible est constituée par les glandes génitales – appelées à tort « œuf » –

¹⁹⁶ Foucault (1984), tome 2, *L'usage des plaisirs*, p. 175.

¹⁹⁷ Foucault (1984), *Ibid.* p. 175.

¹⁹⁸ *De la génération des animaux*, I, 18, 725b7.

¹⁹⁹ *Ibid.*, 725b20.

²⁰⁰ *Ibid.*, 725b30.

qui sont en réalité un signe d'embonpoint, c'est-à-dire un analogue de ce qu'est la graisse pour les animaux sanguins²⁰¹.

Or si le sperme est bien un résidu de l'élaboration alimentaire comme le souligne justement Foucault, cela implique qu'en tant que *peritoma* il ne sert pas à nourrir les parties internes du corps (*trophé*) : aussi le sperme n'est ni principe de croissance, ni principe d'entretien interne de l'organisme. Si Foucault a donc bien raison de souligner que « (...) les éléments de la croissance et le liquide spermatique sont des doublets résultant d'une élaboration alimentaire qui entretient la vie d'un individu et permet la naissance d'un autre »²⁰², il nous semble que sa lecture soit cependant aveugle à cette définition duale de la nutrition qui permet de découpler, au terme du processus nutritif entendu comme succession de *pepsis*, le sang qui nourrit l'organisme du sperme qui lui permet de se reproduire : aussi l'émission de sperme prive-t-elle moins l'organisme des moyens matériels de sa subsistance qu'elle ne prive l'individu d'une partie de son « principe psychique » (en tant qu'elle en est le véhicule).

Si nous avons conçu la nécessité de ce détour par la philosophie aristotélicienne c'est parce qu'elle pose selon nous exemplairement ce que nous avons appelé avec Holton des *themata* ou caractérisé avec Gould comme ces « questions incessamment débattues » dans le champ de la biologie. Aristote nous paraît avoir contribué à creuser ce sillon que nous n'allons plus quitter désormais, celui de l'articulation intime du changement et de l'identité au sein du vivant *via* la nutrition. Nous voudrions proposer que la théorie aristotélicienne de la nutrition, telle qu'elle se diffuse dans le traité *De l'âme*, *La génération des animaux* ou *De la génération et de la corruption*, peut être lue comme une résolution physique, plutôt que logique, du paradoxe parménidien du changement. Là où la conception parménidienne du changement concluait à sa nécessaire impossibilité – puisque d'une part le changement provient soit de ce qui est, soit de ce qui n'est pas, et que d'autre part ce qui n'est pas ne peut pas produire de l'être, tandis que ce qui est ne peut pas advenir, puisqu'il est déjà, alors il faut conclure que le changement est impossible –, la sortie aristotélicienne de l'aporie, consistait, et cela est bien connu, à retisser le lien artificiellement défait entre changement et identité autour

²⁰¹ *Les parties des animaux*, 680a25.

²⁰² Foucault, *op. cit.*, p. 174.

de la notion, ici incorporée, de substance. Or la nutrition nous a semblé jouer, et nous espérons l'avoir montré, un rôle de matrice conceptuelle pour la résolution de ce problème dans le domaine biologique puisqu'elle permettait, en éclairant la complexité du composé hylémorphique, d'articuler, plus que tout autre processus, cette exigence du maintien de l'identité de l'individu biologique au constat empirique du changement de sa configuration extérieure (croissance) et du renouvellement moléculaire de son étoffe matérielle. Ce faisant Aristote a posé les fondations d'une certaine tradition biologique qui identifie dans la nutrition une condition de l'autoproduction du vivant et du maintien dynamique de son identité à travers le temps. Ce fil conducteur, dont Aristote a tissé la première trame, ne cessera d'être poursuivi : de la capacité du corps à transformer les substances alimentaires en la sienne propre à la puissance auto-poïétique des processus de nutrition en passant par le rôle joué par le métabolisme dans l'élaboration du concept moderne d'organisme et la compréhension de l'individualité physiologique, la nutrition s'est discrètement (souvent reléguée au second plan par d'autres traditions centrées sur la reproduction, l'hérédité ou l'évolution) imposée comme schème unificateur de la vie.

1.3 LES OPERATIONS VITALES : COMMENT RECONNAITRE UN DEMON ? SAINT THOMAS D'AQUIN

Avec Aristote la nutrition est donc pensée comme le propre du vivant, c'est-à-dire comme propriété vitale nécessaire, fondamentale (au sens de fondement, chronologiquement premier) et commune à toute forme de vie. Ce statut de fonction minimale universelle du vivant confère également à la nutrition le statut d'un critère de démarcation, permettant d'imputer (ou de refuser) la vitalité aux objets naturels examinés et de discriminer entre ce qui est authentiquement vivant et ce qui ne l'est pas : ce qui se nourrit est vivant, ce qui ne se nourrit pas ne l'est pas. Une telle fonction discriminatoire implique donc corrélativement d'élucider en amont les opérations propres aux processus de nutrition ainsi que leurs mécanismes, afin de pouvoir distinguer entre nutrition véritable et nutrition apparente. Dans ce qui suit nous examinons brièvement la manière dont la nutrition a assumé un tel rôle dans la philosophie médiévale à partir de la question des *opera vitae* chez saint Thomas d'Aquin.

Dans le contexte du Moyen-Age, la réflexion sur le vivant et les lignes de partage que l'on peut tracer entre le vivant et le non-vivant ne constitue pas en soi un domaine de savoir autonome, mais est largement tributaire des débats théologiques qui agitent les facultés. Comme l'a remarquablement montré Maaike Van de Lugt, les spéculations scolastiques sur la génération et l'hérédité tirent ainsi leur origine des doctrines religieuses et des ensembles de croyances qu'elles occasionnent²⁰³, et se déploient dans des discussions qui mêlent ces doctrines et croyances aux savoirs médicaux disponibles et au corpus philosophique hérité – alors massivement aristotélicien. Il serait donc vain de chercher à extraire ces spéculations des cadres discursifs dans lesquels elles se développent pour y chercher une proto-théorie de la nutrition. Ce qui nous intéresse c'est donc moins le contenu dogmatique de telles discussions et leur degré d'information médicale, que la place que la nutrition y occupe comme critère de distinction entre formes de vie authentiques et simulacres de vie.

Une partie des réflexions scolastiques sur la distinction entre le vivant et le non-vivant est impulsée à partir d'une discussion sur les formes intermédiaires de corporéité (anges et démons), formes incorporelles par essence (intermédiaires entre Dieu et les

²⁰³ Van der Lugt (2004).

créatures) mais néanmoins capables de se manifester de manière sensible (sous l'apparence d'un corps) et d'agir sur des corps. Une question délicate concerne en particulier le pouvoir procréateur des démons, leur capacité à engendrer donc, question qui s'inscrit dans le cadre de l'examen du problème plus général de leur pouvoir créateur (qu'il convient de bien encadrer par rapport à celui de Dieu).

Rappelons à cet égard que, pour le savoir scientifique médiéval, la frontière entre vivant et non-vivant est extrêmement souple et ne constitue pas à proprement parler une fracture véridique à partir de laquelle le vivant pourrait être saisi sous des caractéristiques empiriquement établies et universellement partagées – la vitalité se distribue plutôt selon une grille de critères préalablement isolés (sensation, digestion, reproduction). Dans ce contexte, si la partition entre vivant et non-vivant ne s'institue pas en problème ontologique autonome (et ne prend sens que sur fond de débat théologique), la reconnaissance des formes vivantes est en revanche empiriquement complexe. Ainsi, le concept de génération n'est pas limité en extension aux vivants mais comprend à l'inverse l'apparition à l'être de tout ce qui se trouve soumis au changement dans le monde sublunaire – à ce titre la génération biologique n'est qu'une sous-catégorie de ce mouvement général, qui englobe aussi bien la formation d'une montagne, la fabrication d'un artefact ou la génération des mouches. De la même manière, si la génération n'est pas en soi un critère stable d'attribution de vitalité (à partir duquel on pourrait conclure que seul ce qui a la capacité d'engendrer est vivant), c'est aussi parce qu'en intension le concept ne renvoie pas à une telle partition entre processus affectant la matière brute et processus spécifiquement vitaux. L'idée de génération spontanée est alors consensuelle et l'on admet sans difficulté que des organismes complexes (vers, mouches, souris ou crocodiles) puissent être engendrés à partir de la matière en putréfaction, sans ascendants biologiques donc²⁰⁴. Bien sûr, la génération spontanée ne peut alors être considérée comme une génération absolue, ou comme avatar d'un matérialisme dotant la matière de propriétés auto-organisationnelles : elle est au contraire constamment sous-tendue par l'acte créateur divin. Tout être vivant, même ceux qui semblent être engendrés spontanément à partir

²⁰⁴ Voir par exemple Aristote, *De la génération des animaux*, III, 761-b : « Les êtres qui se forment de cette façon, aussi bien dans la terre que dans l'eau, naissent manifestement au milieu d'une putréfaction avec mélange d'eau de pluie. » C'est la coction, déclenchée par la chaleur, qui est productive ; c'est la même coction qui agit lors de la digestion des aliments chez l'animal.

des seules ressources de la matière, doit ainsi être considéré comme étant fabriqué par Dieu, c'est-à-dire comme étant sous un rapport de dépendance ontologique absolu. L'admission non problématique de la génération spontanée présuppose en effet la fameuse doctrine augustinienne des raisons séminales (*rationes seminales*)²⁰⁵, forme christianisée des *logoi spermatikoi* stoïciens²⁰⁶, par laquelle saint Augustin affirme que si Dieu a créé toutes choses en même temps (selon la formule de l'Écclésiastique, *Qui vivet in aeternum creavit omnia simul*)²⁰⁷ cela ne signifie pas qu'il les ait toutes créées en acte, mais plutôt sous forme latente, c'est-à-dire à l'état de germes amenés à se développer dans une temporalité différée. Ainsi un jeu de causes secondes – des lois qui gouvernent le déploiement de ces semences et étalent l'actualisation de la création dans le temps – permet de faire l'économie du miracle tout en conservant au divin son statut de cause première. Dieu ayant implanté le principe du devenir dans la matière ainsi que les lois de son mouvement au moment même de sa création, toute génération n'est au final que le déploiement de ces germes invisibles.

Or les démons sont doués d'une intelligence et d'une célérité telles qu'elles leur font connaître les raisons séminales de la création, les rendant ainsi aptes à les manipuler et à fabriquer des animaux²⁰⁸. Mais fabriquer n'est pas synonyme de créer : s'ils sont capables de diriger, de manipuler ou d'accélérer la génération, les démons se contentent d'utiliser les semences créées par Dieu. Qu'en est-il, alors, de la reproduction sexuée ? De même que pour les transmutations et les générations spontanées, les démons sont capables de provoquer des générations artificiellement, par leur science des mécanismes de la nature. De leur grande connaissance des propriétés des semences, les démons tirent ainsi la capacité de les manipuler. Cependant, étant de nature incorporelle, les démons ne peuvent, à proprement parler, engendrer, puisqu'il leur manque les organes nécessaires pour produire la semence – laquelle ne peut être produite que dans la chair

²⁰⁵ Paul Agaësse et Aimé Solignac (éd.), *Saint Augustin : La Genèse au sens littéral (Œuvres de saint Augustin, série 7, t. 48-49)* (Paris : Desclée de Brouwer, 1972), t. I, 653-668.

²⁰⁶ Voir en particulier Marc-Aurèle, *Pensées*, IV, 14 et VI, 24 ; Sénèque, *Lettres à Lucilius*, 90, 29.

²⁰⁷ Écclésiastique 18 :1 « Qui vivet in aeternum creavit omnia simul. Deus solus justificabitur, et manet invictus rex in aeternum. »

²⁰⁸ Ainsi dans l'*Ancien testament*, Exode (7.1-13) Moïse et les mages de Pharaon sont capables de changer un bâton en serpent : il ne s'agit pas d'une entorse au principe de la création, puisque selon l'interprétation qu'en donne la scolastique, la nature aurait pu produire par elle-même ces animaux par génération spontanée à partir de la matière en putréfaction. Cette transformation n'est donc pas contre nature, et le pouvoir du démon n'excède pas les limites de la nature – il ne fait qu'utiliser les mécanismes inhérents à la nature, implémentés par Dieu.

en vertu du modèle aristotélicien qui la définit, nous venons de le voir, comme résidu de la nourriture à son dernier degré d'élaboration. Les démons sont en réalité de purs esprits : ils sont à ce titre privés de ce lien organique avec le corps, emblématiquement situé dans les viscères, qui pourrait permettre de les ranger parmi les êtres vivants – en témoigne pour saint Thomas l'incapacité des démons à digérer et, donc à produire de la semence. Aussi, bien qu'ils puissent habiter un corps temporairement, animer un cadavre ou diriger des générations, les démons ne peuvent être dits authentiquement vivants.

Encore une fois donc, la question de la procréation et de la génération se trouve intimement corrélée à celle de la nutrition en vertu du modèle psycho-physiologique hérité d'Aristote pour lequel génération et nutrition relèvent de la même âme végétative. Ultimement la discrimination entre vivant et non-vivant se voit donc indexée à la possession ou non de la faculté de nutrition, si bien que la question de la procréation des démons est finalement liée à celle de la manducation des êtres incorporels²⁰⁹ : si ces derniers (les anges) peuvent manger, alors les démons ne le peuvent-ils pas également ? Accorder aux anges la capacité de manger – et donc conséquemment de digérer – reviendrait donc à accorder aux démons une faculté génératrice en vertu de cette continuité entre produit de la digestion et élaboration de la semence. Or, comme le rappelle Maaike Van der Lugt, deux récits bibliques suggèrent que les démons et les anges peuvent manger : l'annonce de la naissance d'Isaac à Abraham (Genèse 18, 4-9)²¹⁰, et un court passage du Livre de Tobie (Tobie, 6, 1-6)²¹¹. Une interprétation de ces

²⁰⁹ Van der Lugt (2004), p. 239.

²¹⁰ « L'Éternel lui apparut parmi les chênes de Mamré, comme il était assis à l'entrée de sa tente, pendant la chaleur du jour ; Il leva les yeux, et regarda: et voici, trois hommes étaient debout près de lui. Quand il les vit, il courut au-devant d'eux, depuis l'entrée de sa tente, et se prosterna en terre ; Et il dit: Seigneur, si j'ai trouvé grâce à tes yeux, ne passe point, je te prie, loin de ton serviteur ; Permettez qu'on apporte un peu d'eau, pour vous laver les pieds; et reposez-vous sous cet arbre ; J'irai prendre un morceau de pain, pour fortifier votre cœur; après quoi, vous continuerez votre route; car c'est pour cela que vous passez près de votre serviteur. Ils répondirent: Fais comme tu l'as dit ; Abraham alla promptement dans sa tente vers Sara, et il dit: Vite, trois mesures de fleur de farine, pétris, et fais des gâteaux ; Et Abraham courut à son troupeau, prit un veau tendre et bon, et le donna à un serviteur, qui se hâta de l'apprêter ; Il prit encore de la crème et du lait, avec le veau qu'on avait apprêté, et il les mit devant eux. Il se tint lui-même à leurs côtés, sous l'arbre. Et ils mangèrent. »

²¹¹ « 1. Tobie partit, suivi du chien, et il fit sa première halte près du fleuve du Tigre. 2. Comme il descendait sur la rive pour se laver les pieds, voici qu'un énorme poisson s'élança pour le dévorer. 3. Effrayé, Tobie poussa un grand cri, en disant: 'Seigneur, il se jette sur moi!' 4. L'ange lui dit: 'Prends-le par les ouïes et tire-le à toi.' Ce qu'ayant fait, il le tira sur la terre sèche, et le

passages délicats consiste donc à établir que si les anges peuvent manger, comme le suggèrent les textes, cet acte ne relève cependant pas d'un acte de nutrition authentiquement vital car les anges n'incorporent pas la nourriture (ni ne l'expulsent), c'est-à-dire ne la digèrent pas. C'est ainsi que saint Thomas tranche la question :

« 5. A proprement parler, les anges ne mangent pas : manger c'est prendre une nourriture qu'on peut transformer en sa propre substance. Sans doute, après la résurrection du Christ, les aliments n'étaient pas assimilés à son corps, mais se résorbaient dans la matière préexistante. Cependant le Christ avait un corps tel qu'il pouvait assimiler des aliments ; il mangeait donc véritablement. Mais les anges non seulement n'assimilent pas la nourriture prise aux corps qu'ils ont assumés, mais ces corps ne sont pas naturellement tels qu'ils puissent assimiler des aliments. Ils ne mangent donc pas réellement, mais ce qu'ils font représente la manducation spirituelle. C'est ce que l'ange Raphaël dit à Tobie : 'Lorsque j'étais avec vous, je paraissais manger et boire ; mais je me nourris d'un aliment invisible' (Tb 12, 18). Si Abraham offrit de la nourriture à des anges, c'est qu'il les regardait comme des hommes ; cependant c'est Dieu qu'il adorait en eux, parce qu'il était en eux 'comme il est d'ordinaire dans les prophètes', selon S. Augustin. »²¹²

Certes, la résolution du problème consiste partiellement, pour saint Thomas, à admettre plusieurs acceptions du manger – spirituelle et corporelle – mais elle repose également sur une conception de la nutrition comme processus de transformation et d'assimilation d'une substance alimentaire en substance corporelle qui permet de refuser aux corps « assumés » par les anges l'attribution de vitalité. Les anges peuvent en effet « assumer » des corps, c'est-à-dire se manifester sous l'apparence d'un corps, mais ils ne peuvent pour autant devenir la forme substantielle d'un corps doué de vie. A ce titre, les corps qu'ils assument, n'exerçant aucune des opérations exclusivement vitales (sensation, digestion, reproduction), ne sont pas des corps véritables, et n'ont de la vie

poisson se débattit à ses pieds. 5. L'ange lui dit: 'Vide ce poisson, et conserves-en le cœur, le fiel et le foie, car ils sont employés comme d'utiles remèdes.' 6. Il obéit; puis il fit rôtir une partie de la chair, qu'ils emportèrent avec eux pour la route; ils salèrent le reste, qui devait leur suffire jusqu'à ce qu'ils arrivassent à Ragès, ville des Mèdes. »

²¹² Saint Thomas, *Summa theologica*, 1a, q. 51, art. 3 : « Les anges exercent-ils les fonctions de la vie dans les corps qu'ils assument ? ».

que l'apparence²¹³. Ce débat sur la manducation des anges a donc pour conséquence (partielle) que les processus de nutrition – vitalement définis comme acte d'incorporation des substances alimentaires – peuvent être saisis comme le propre du vivant. Cependant, un tel résultat ne doit pas nous tromper sur la nature profondément instable de ce critère (qui ne saurait tenir lieu donc d'intuition métabolique de la vie), puisque l'acte de manger doit, pour s'accorder avec l'Écriture, se décliner sous différentes significations (spirituelle et terrestre), et que la solution thomiste implique encore de concevoir des substances intermédiaires (ou des degrés de corporéité intermédiaires, ni proprement vitaux, ni réellement morts) capables simuler des opérations vitales, simulation qui n'équivaut cependant pas à la vie biologique. A rebours donc de nos intuitions contemporaines sur la relative facilité de reconnaître la vie et la quasi-impossibilité de la définir théoriquement²¹⁴, il semble que la difficulté, pour les scolastiques, réside davantage dans l'identification et la classification des objets que dans la définition théorique des critères qui permettrait une telle opération – définir semble plus aisé que reconnaître.

²¹³ Comme le précise saint Thomas, ces corps ne sont par ailleurs pas tels qu'ils puissent être vivifiés par une âme puisqu'ils sont façonnés à partir de l'air, voir art. 2 « Les anges assument-ils des corps ? », Solutions : « 2. L'ange et le corps qu'il assume ne sont pas en rapport de matière à forme, mais l'ange est pour le corps comme un moteur que ce corps mobile ne fait que représenter. La Sainte Écriture décrit les propriétés des choses intelligibles en faisant appel aux similitudes sensibles : de même, les anges se façonnent, par la puissance divine, des corps sensibles qui représentent leurs propriétés intelligibles. C'est ce qu'on veut exprimer lorsqu'on dit que les anges assument des corps. 3. A son degré ordinaire de dilatation, l'air ne retient ni la figure ni la couleur ; mais quand il est condensé, il peut revêtir différentes formes et réfléchir des couleurs : on le voit dans les nuages. C'est donc à partir de l'air que les anges forment des corps, avec l'assistance divine, en le solidifiant par la condensation autant qu'il est nécessaire. »

²¹⁴ Voir par exemple Lovelock (2009) qui justifie cette capacité instinctive à reconnaître ce qui est vivant par des considérations évolutives : « Notre survie et celle de notre espèce dépendent de notre capacité à apporter une réponse rapide et précise à la question : est-ce vivant ? (...) La puissance de notre 'détecteur de vie' se révèle lorsque nous regardons une rivière qui s'écoule rapidement depuis un pont : le mouvement constant de l'eau clignote devant nos yeux alors que les remous et les vagues reflètent la lumière du soleil. Cependant, si l'eau est claire, nous pouvons voir un poisson, surtout s'il nage à contre-courant, et nous savons qu'il est vivant. Si vous estimez cela facile et évident et ennuyeux, essayez de concevoir un dispositif de détection de la vie qui permette de détecter la présence de ce poisson. C'est loin d'être facile, et pourtant la détection de la vie est une partie libre de notre équipement mental. », p. 125. Comme l'a montré (2016), ce qui fait problème dans cette littérature consacrée à la définition de la vie, ce n'est pas tant la reconnaissance des formes vivantes, que l'élaboration des propriétés nécessaires et suffisantes de « vie ». La facilité de la reconnaissance de *ce qui* est vivant s'estompe cependant en présence d'objets qui brouillent l'évidence de nos perceptions ou de nos critères classificatoires : les virus aujourd'hui, les spores au 18^e siècle. Sur la question de la distinction entre reconnaissance et définition de la vie, voir (Gayon 2010).

Dans ce court développement sur les *opera vitae* nous n'avons pas cherché à fantasmer un moyen-âge plus fertile que ne le fut la révolution scientifique sur le terrain des intuitions biologiques²¹⁵ ou anticipant les connaissances biologiques à venir. Nous avons plutôt tenté de saisir, dans un contexte épistémologique où l'herméneutique philosophique et scripturaire se heurte au merveilleux biologique et où l'enjeu est davantage de proposer une intelligibilité de ces faits extraordinaires que de découvrir les lois sous-tendant les opérations vitales, dans un contexte donc où la vie ne désigne pas un domaine d'investigation autonome de considérations théologiques et métaphysiques, les effets de ce retour pendulaire de la nutrition comme marque distinctive du vivant.

²¹⁵ Pour une défense de la thèse d'un recul de la connaissance biologique et médicale lors de la révolution scientifique, voir par exemple A.R. Hall (1983) qui parle à ce propos de « révolution négative », p. 147.

Chapitre 2. MODELES DE LA

NUTRITION AU 17^E SIECLE

2.1 LA VIE EXISTE-T-ELLE AU 17^E SIECLE ?

2.1.1 *Le 17^e siècle et la dissolution de la vie*

On a souvent insisté sur l'aspect de rupture épistémologique que représentait, pour la marche des sciences, le 17^e siècle – rupture qui semble avoir consisté prioritairement à donner congé à une certaine vision de la nature, héritée, entre autres, d'Aristote et de Galien, faite d'âmes, de formes et de facultés et dont l'explication ressortait en définitive à l'élucidation des causes finales²¹⁶. Mais tandis que l'on reconnaît l'efficacité et la puissance heuristique des modèles qui ont profondément

²¹⁶ Voir par exemple Roger (1995b), « Ainsi le postulat fondamental du mécanisme était que toute la nature pouvait et devait être exprimée en termes de matière et de mouvement. Dans le domaine des sciences de la vie, cette supposition revenait, en premier lieu, à supprimer toutes les entités traditionnelles qui, sous le nom d'âmes, étaient auparavant considérées comme responsables de l'ordre et de l'activité de la vie et dont on supposait qu'elles dirigeaient le développement embryonnaire et le fonctionnement général de tout être vivant. », p. 173. Sur la révocation des causes finales nous renvoyons en particulier à Galilée (1632/2000), Bacon (1605/2000) et Spinoza (1677), qui voient dans cette inversion de l'ordre causal une marque de l'ignorance et une fiction humaine. Voir par exemple le *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* (1632) de Galilée, dans lequel les défenseurs de la science aristotélicienne, et donc des explications par les causes finales – incarnés par Simplicio – sont ridiculisés (les chevaux existent pour le bien de l'homme, l'herbe pour celle des chevaux, les nuages et la pluie pour celle de l'herbe).

transformé et mathématisé la physique, il semble en aller autrement des sciences de la vie²¹⁷. De nombreux historiens²¹⁸ ont ainsi insisté sur un certain aveuglement épistémologique de la révolution scientifique au fait vital – le mécanisme évacuant par essence le vital pour mieux modéliser les traits « morts » des organismes –, l’incapacité d’une philosophie mécaniste et corpusculariste procédant par voie analytique à produire d’authentiques connaissances biologiques²¹⁹, ou encore l’élimination même de la « vie » qui serait la conséquence de tout mécanisme – souvent identifié au cartésianisme²²⁰. L’iatromécanisme de Baglivi²²¹ ou de Boerhaave²²² constituerait à cet égard un avatar particulièrement éloquent de cette révocation du vivant. Une sentence telle que celle prononcée par Paul Vernière dans *Spinoza et la pensée française avant la Révolution* est ainsi devenue topique de l’appréciation des apports du 17^e siècle à la pensée biologique :

« La philosophie avait dédaigné depuis Aristote les problèmes de la vie. Les croyants se contentaient aisément des mythes ancestraux :

²¹⁷ Sur l’invention de la « révolution scientifique » comme catégorie historique aux 16^e et 17^e siècles, voir Butterfield (1949) et Koyré (1957).

²¹⁸ Pour des historiographies insistant sur l’absence de pensée biologique et l’incapacité de la philosophie mécaniste à subsumer les découvertes empiriques sous des théories scientifiques du vivant au 17^e siècle, voir par exemple Loeb (1912), R.S. Westfall (1971), Roger (1980), (1993), (1995b), A.R. Hall (1983).

²¹⁹ Voir par exemple Canguilhem, « Aspects du vitalisme », (2003) [1965], p. 105 [83] : « (...) on doit attendre peu d’une biologie fascinée par le prestige des sciences physico-chimiques, réduite ou se réduisant au rôle de satellite de ces sciences. Une biologie réduite a pour corollaire l’objet biologique annulé en tant que tel, c’est-à-dire dévalorisé dans sa spécificité ».

²²⁰ Il s’agit là d’une thèse ontologique forte qu’il ne faut pas confondre avec la thèse épistémologique de la réduction explicative des organismes à un ensemble d’appareils et de connections mécaniques analogue à ceux d’une machine.

²²¹ Voir par exemple cette traduction anglaise du *Praxi Medica* (1696) : « That a Human Body, as to its natural Actions, is truly nothing else but a Complex of Chymico-Mechanical Motions, depending upon such Principles as are purely Mathematical. For whoever takes an attentive View of its Fabrick, he’ll really meet with Shears in the Jaw-bones and Teeth, a Phiol in the Ventricle, Hydraulic Tubes in the Veins, Arteries and other Vessels, a Wedge in the Heart, a Sieve or Straining-holes in the Viscera, a Pair of Bellows in the Lungs, the Power of a Leaver in the Muscles, Pulleys in the Corners of the Eyes, and so on. », Baglivi (1723), p. 120.

²²² Voir par exemple la traduction française des *Institutiones rei medicae in usus annuae exercitationis domesticos digestae* (1708) : « Les solides sont, ou des vaisseaux qui contiennent les humeurs, ou des instruments tellement construits ; figurés et liés entre eux, qu’il se peut faire par leur fabrique particulière certains mouvements déterminés, s’il survient une cause mouvante. On trouve en effet dans le corps des appuis, des colonnes, des poutres, des bastions, des tégumens, des coins, des leviers, des aides leviers, des poulies, des cordes, des presses, des soufflets, des cribles, des filtres, des canaux, des auges, des réservoirs. La faculté d’exercer ces mouvements par le moyen de ces instruments s’appelle fonction ; ce n’est que par des lois mécaniques que ces fonctions se font, et ce n’est que par ces lois qu’on peut les expliquer », *Institutiones de médecine*, trad. La Mettrie (1743), pp. 120-121.

souffle vital ou chiquenaude initiale, toute spéculation devenait inutile après le geste du Créateur ; loin d'expliquer la vie, le cartésianisme en supprimait même la notion : la biologie n'était qu'un cas particulier de la mécanique universelle. »²²³

Par là était même suggérée l'hypothèse d'une régression du 17^e siècle par rapport à une conception globale et cohérente de la vie portée par Aristote et Galien – hypothèse que l'on rencontre au même moment sous la plume de A.R. Hall sous l'expression de « révolution négative » (1983)²²⁴. Or, selon Vernière, si philosophes et naturalistes ont supprimé le vivant, ce n'est pas tant en le congédiant de leurs écrits, ni même en renonçant à réduire les difficultés relatives à sa genèse et à son fonctionnement (comme en témoignent la profusion de traités sur la génération, la fermentation, les fièvres ou la composition du sang, les nombreuses découvertes empiriques – anatomiques et physiologiques – ainsi que les innovations instrumentales : découverte de la circulation sanguine par Harvey, de la contraction musculaire cardiaque par Sténon, ou de la sécrétion acide dans la digestion stomacale par Van Helmont, invention du microscope composé par Leeuwenhoek, etc.), mais plutôt en le pliant aux exigences de la mécanique classique dont la conséquence fut de supprimer la distinction entre le vivant et l'inerte, principe épistémique qui appelait comme son corollaire l'assujettissement du vivant à une métaphysique rigide. Dédaigner le vivant prendrait alors une autre forme, celle d'une subordination au Créateur, de sa réduction à une matière inerte sous la juridiction constante d'une extériorité donatrice de formes. Aussi Jacques Roger déclarait-t-il, à propos du mécanisme biologique du 17^e siècle :

« L'image que le mécanisme biologique donnait de l'être vivant était profondément anti-biologique, révélait une forme d'esprit tout à fait étrangère à la nature même de la vie. Cette image, qui était celle d'une machine composée de rouages inertes et passifs, juste capables de transmettre le mouvement qu'ils ont reçu, conduisait nécessairement à chercher hors de la machine sa raison d'être et sa fin. Une machine n'existe que par le mécanicien qui l'a construite, et

²²³ Vernière (1982), p. 530.

²²⁴ A.R. Hall (1983) : "Would the historian perhaps properly speak of a 'negative revolution' in seventeenth-century biology, for example, one which certainly destroyed the ancient basis of confidence without creating an effective 'research program' permitting rapid cumulative development ?", p. 147, cité par Duchesneau (1998), p. 9.

pour l'usage qu'il en attend. Elle n'est pleinement explicable que de l'extérieur, et l'on ne peut comprendre une pendule si l'on ne sait pas à quoi elle sert. (...) Aussi le mécanisme biologique détournait le savant de son objet véritable, l'être vivant, pour le conduire à la méditation décevante des desseins du Créateur. »²²⁵

Triple disparition du vivant donc, à la fois épistémologique (la modélisation du vivant comme machine), ontologique (l'absence de distinction entre le vivant et l'inerte) et métaphysique (sa dépendance nécessaire au créateur). A cet égard, bien sûr, l'intérêt du 18^e siècle pour le *vivant* devait sonner comme un bouleversement et une révolution : « Deux sciences neuves, la médecine et la biologie ; mais une seule curiosité nouvelle : le mystère de la vie », écrit encore Vernière²²⁶. Révolution emphatiquement annoncée par Diderot dans les *Pensées sur l'interprétation de la nature*²²⁷ qui prophétisait le déclin inéluctable de la géométrie au profit des sciences de la vie. Et en effet, au 18^e siècle, la vie, le vivant, les corps organisés, puis les organismes, occupent franchement l'espace de la philosophie naturelle. Comme le remarque justement Wolfe (2011), il peut sembler symptomatique que là où la *Cyclopaedia* de Chambers (1728) ne comportait pas d'entrée « vie », l'*Encyclopédie* lui dédie un article (de physiologie) – certes bref – signé par Jaucourt²²⁸. Affranchi de la création, et de toute intervention divine, le vivant pouvait être doué d'une spontanéité propre : il sait se reproduire, se régénérer par bouture à l'instar du polype de Trembley, et la matière agissante suffit seule à donner naissance à une vie grouillante d'animalcules, comme les anguilles de Needham²²⁹. La curiosité suscitée par la question de l'apparition de la vie et de sa relation à la matière pouvait ainsi habiter la scène scientifique européenne qui voyait se multiplier les ouvrages relatant découvertes et expériences, ravivant sans trop de difficulté la théorie des générations spontanées, et s'émerveillant des ressources de la matière – insoupçonnées jusque là.

²²⁵ Roger (1993), p. 452.

²²⁶ Vernière (1982), p. 533.

²²⁷ Diderot (1994), §4 : « Nous touchons au moment d'une grande révolution dans les sciences. Au penchant que les esprits me paraissent avoir à la morale, aux belles-lettres, à l'histoire de la nature, et à la physique expérimentale, j'oserais presque assurer qu'avant qu'il soit cent ans, on ne comptera pas trois grands géomètres en Europe. »

²²⁸ *Encyclopédie*, Article « Vie », (*Physiolog.*), vol. XVII (1765), p. 249a.

²²⁹ Voir par exemple Bodemer (1964) et Barsanti (1995).

2.1.2 Réévaluations

Ce tableau – plutôt caricatural, nous en conviendrons, mais néanmoins robuste – que nous venons de dresser de la révolution scientifique a bien entendu été maintes fois révisé²³⁰. Ces différentes réévaluations de la place de la pensée biologique au 17^e siècle – à la fois pour les programmes scientifiques, et pour sa contribution aux différents débats philosophiques – semblent conjointement suggérer que l’aveuglement au vivant est moins un effet de la révolution scientifique en tant que telle qu’un produit de sa réception et de son histoire, c’est-à-dire à la fois de l’auto-compréhension qu’en a développé de la pré-biologie au 18^e siècle – la dépréciation de la pensée biologique du 17^e siècle étant en quelque sorte consubstantielle du discours biologique du 18^e siècle – et de la « révolution scientifique » comme catégorie historique²³¹ échouant à intégrer dans un récit cohérent les débats sur la génération, la circulation sanguine, l’irritabilité, le mouvement volontaire, etc. Si donc le 17^e siècle ne prépare manifestement pas l’avènement d’une biologie comme elle a consacré celle de la physique moderne, les êtres vivants et les fonctions qui s’y rattachent restant assez massivement sous la double juridiction du Dieu créateur ou de l’âme (puisque l’application des lois du mouvement à une matière uniforme semble insuffisante à en expliquer les ressorts et les spécificités), cela ne signifie pas pour autant qu’il ait été, uniformément, aveugle au vivant. Tout d’abord le 17^e siècle ne saurait se réduire à l’hégémonie d’une épistémologie mécaniste uniforme et solipsiste : outre qu’il faudrait pluraliser ce que l’on désigne par « mécanisme »²³², et conjointement nuancer ce hiatus disciplinaire qui devait séparer la médecine des sciences expérimentales et mécanistes ainsi que des mathématiques²³³, il semble également nécessaire de reconnaître à côté de, ou parfois mêlés à, la

²³⁰ Voir en particulier Duchesneau (1998), Smith éd. (2006), Distelzweig, Goldberg et Ragland (éds.) (2016).

²³¹ Comme le souligne C.T. Wolfe (2011), la construction historique de la catégorie de « révolution scientifique » par Butterfield et Koyré est entièrement centrée sur les sciences physico-chimiques du 17^e, avec pour effet un aveuglement sur les sciences de la vie. Il ajoute qu’à l’exception notable de Kuhn (1976) – en raison de la distinction qu’il propose entre programmes inductifs d’inspiration baconienne et programmes de mathématisation des sciences empiriques –, les histoires prenant pour unité thématique la « révolution scientifique » n’ont pas permis de modifier ce biais initial.

²³² Voir en particulier Des Chene (2005).

²³³ Bertoloni Meli (2008) a par exemple mis en évidence les relations et « collaborations » qui se nouent entre anatomistes et mathématiciens au 17^e siècle.

modélisation mécaniste du vivant une multitude de modèles et méthodes scientifiques tirant de la tradition chimique et alchimique des principes et outils concurrents ou complémentaires²³⁴.

Des travaux récents ont ainsi contribué à dresser de cette relation entre philosophie naturelle et êtres vivants un tableau moins négativement homogène. François Duchesneau (1998) a par exemple montré pourquoi ces procès en obscurantisme biologique intentés au 17^e siècle émanaient en réalité de prémisses et de constats erronés²³⁵, et pourquoi il convenait d'identifier, derrière des constructions méthodologiques aussi hétérogènes que celles de Van Helmont, Descartes, Gassendi ou Cudworth, autant de tentatives pour saisir et représenter adéquatement la complexité et le dynamisme du vivant. Concédant volontiers que les sciences du vivant n'ont pas connu le même essor ni subi le même processus de transformation et de mathématisation que la physique, Duchesneau montre que les phénomènes et processus vitaux (paradoxaux au regard de la nouvelle philosophie de la nature) n'en ont pas moins donné lieu à des efforts philosophiques inédits – sans doute disparates et discordants – pour en appréhender rationnellement la nature et les propriétés. Il s'agit donc de mettre en évidence, derrière l'apparence désordonnée de ces essais, « l'étroite corrélation de l'invention philosophique et des considérations empiriques, expérimentales et conceptuelles qui tendent à composer les éléments d'une théorie du vivant »²³⁶ dans le contexte de la révolution scientifique.

Reste à savoir si quelque chose comme une attention particulière au problème de la « vie », ou plus exactement si quelque chose comme la reconnaissance de la « vie » comme problème – intégrant la question du statut spécifique des êtres vivants au regard de l'univers physique, et pas seulement l'élucidation de leur fonctionnement²³⁷ – peut

²³⁴ Voir par exemple Chang (2002), (2011), Debus (2001), Joly (2007).

²³⁵ 1) Rejet d'une conception cohérente et intégrée du vivant héritée de la tradition aristotélico-galénique ; 2) défaut d'articulation consécutive entre constats et découvertes empiriques et théorisation scientifique ; 3) absence de « programmes de recherche aptes à produire de nouvelles connaissances », Duchesneau (1998), p. 12.

²³⁶ Duchesneau (1998), p. 11.

²³⁷ Outre la modélisation mécaniste des corps vivants, un autre effet de l'invisibilisation du vivant par la philosophie mécaniste se manifeste dans l'absence de distinction entre le mort et le vivant d'une part, entre l'organique et l'inorganique de l'autre. Dans le *Sylva Sylvarum* par exemple Bacon classe ainsi dans l'étude des corps vivants celle des minéraux et des transformations des corps inanimés, qu'il aborde de manière « biologisante » : cette circulation indifférenciée entre le brut et le vivant (le vivant est pensé comme le brut et le brut calqué sur le

être décelée derrière ces différentes activités théoriques. A cette question on sait que Stahl a répondu négativement :

« Ce qui me choquait par dessus tout, c'est que, dans cette théorie physique du corps humain, la vie, même dès le début, était passée sous silence, et que je n'en voyais nulle part une définition logique. J'eus beau chercher en effet, ce fut en vain ; car aucun des propagateurs de ces prétendues doctrines n'a jamais dit et démontré *ce que c'est, en quoi consiste, d'où provient*, par quels *modes*, par quels *moyens* se maintient et subsiste ce que nous appelons la *vie* ; par quoi, enfin, et sous quel point de vue le corps est dit *vivant*. »²³⁸

On pourrait rhétoriquement répondre à l'indignation de Stahl qu'il est bien possible que cette absence caractéristique de la vie, consécutive aux effets d'une modélisation mécaniste excessive, fût en réalité une condition pour saisir l'anomalie qu'elle pouvait bien représenter au regard du monde physique, qu'il est bien possible donc que le refus de considérer la vie comme une catégorie distincte de l'inerte et de la machine (le vivant n'étant qu'une complexification des agencements matériels de la machine) déterminât les discussions du siècle suivant sur la nature de la vie et ses conditions matérielles. On pourrait également formuler des réponses plus prudentes : on pourrait tout d'abord émettre un sérieux doute quant à la nécessaire solidarité de l'émergence du problème ontologique de la vie et de celle d'une science biologique, si bien que l'absence de la « vie » comme catégorie dans la philosophie mécaniste ne constituerait pas en soi un obstacle à la préparation d'une science biologique ; on pourrait ensuite questionner cette corrélation rapidement posée entre réductionnisme méthodologique d'une part, tel celui ouvertement assumé par Descartes dans *L'homme*, et éliminativisme²³⁹ ; on pourrait enfin défendre, s'il fallait conclure par exemple que Descartes est bien en définitive éliminativiste au regard de la vie, que cette thèse

vivant) témoigne sans doute du fait que la vie ne constitue pas en soi une catégorie ou un problème. Sur cette question de la confusion entre les règnes au tournant du 18^e siècle, nous renvoyons par exemple à l'étude de la science des cristaux de Metzger (1969), pp. 93-123, et en particulier à son commentaire de Tournefort (1702).

²³⁸ Stahl « De la nécessité d'éloigner de la doctrine médicale tout ce qui lui est étranger », in Stahl (1859), vol. 2, p. 224.

²³⁹ Sur la distinction entre réductionnisme et éliminativisme dans le mécanisme, nous renvoyons à Gaukroger (2000) et Hutchins (2016)

ontologique n'implique pas forcément l'impuissance du discours biologique²⁴⁰. Nous choisissons pour notre part une autre voie, qui n'est pas étrangère à Stahl lui-même, puisqu'elle consiste à reconnaître la part qu'a eu la tradition chimique dans l'émergence du problème ontologique de la vie. Cette tradition chimique, portée par Paracelse, Van Helmont et Sylvius (entre autres), a – comme nous le verrons – grandement contribué au développement d'une investigation matérielle – parfois exclusive de la modélisation mécaniste des organismes – des processus spécifiques aux êtres vivants, et notamment fermentatifs. Aussi serait-ce à travers cet effort d'élucidation chimique des phénomènes appréhendés comme exclusivement vitaux (génération et nutrition), effort partiellement étranger à ce qu'il s'agit de saisir donc, que la vie a pu se constituer comme problème, puisque la chimie posait explicitement et matériellement, par contraste avec le mécanisme, la question de la distinction entre vivant et non-vivant d'une part, et celle de la participation de processus matériels et chimiques à l'entretien de la vie de l'autre.

2.1.3 Notre objectif

Dans la continuité de cette réévaluation des apports méthodologiques et théoriques différenciés de la philosophie naturelle pour les sciences de la vie, nous nous intéressons ici à la relation entre modèle et nutrition telle qu'elle s'est déployée au 17^e siècle, en suivant les deux sens qu'une telle relation a pu recouvrir : modélisation des mécanismes sous-tendant les processus nutritifs d'une part, modélisation nutritive des opérations vitales de l'autre. Pour cela nous choisissons de nous intéresser à deux types de modélisation²⁴¹ qui nous paraissent à la fois emblématiques des différentes tentatives du 17^e siècle pour saisir la spécificité du vivant, et avoir significativement influencé les phases subséquentes du développement des sciences de la vie au 18^e siècle, en particulier eu égard à leur compréhension des phénomènes nutritifs dans l'économie

²⁴⁰ Pour une défense de cet agnosticisme ontologique dans la philosophie naturelle de Descartes voir Hutchins (2016), et dans la biologie contemporaine voir Machery (2012).

²⁴¹ Nous ne proposons donc pas dans ce qui suit un compte-rendu exhaustif des théories de la digestion au 17^e siècle : Claire Salomon-Bayet (2008) [1978] a montré qu'il a fallu plus d'un siècle – de Redi et Borelli à Spallanzani, en passant par Réaumur et Bordeu – pour que ces différents travaux sur la digestion, sur la force broyante des estomacs et les fermentations – soient unifiés.

organique : 1) le modèle physiologico-fermentatif de Van Helmont (1580-1644) où l'organisme est pensé comme une intégration hiérarchique d'archées dirigeant une suite d'opérations chimiques zymotiques sous la juridiction du *duumvirat* composé de l'estomac et de la rate ; 2) la modélisation mécaniste cartésienne des fonctions vitales sous l'analogie de l'automate dans laquelle la nutrition est géométriquement saisie comme une reconfiguration des substances alimentaires par une succession de mouvements et une accréation de particules sanguines dans les pores des organes. Il nous importera notamment de confronter l'analyse de ces modèles à la place qu'ils accordent à la question de la spécificité du vivant (épistémique et ontologique) dans leur économie globale. Dans cette perspective nous proposerons l'hypothèse d'une corrélation particulière entre l'attention portée aux processus organisationnels et régulateurs de la nutrition et la reconnaissance de la « vie » comme catégorie requérant des moyens d'investigation spécifiques, en particulier chimiques.

2.2 FERMENTATION. VAN HELMONT

2.2.1 *L'organisme comme foyer d'activité zymotique*

Le modèle du vivant de Van Helmont – à rebours des représentations mécanicistes de l'organisme, mais plus explicitement dirigé contre les « Ecoles », c'est-à-dire contre les spéculations propres à la médecine galénique et à la philosophie aristotélicienne qui font de la chaleur la cause efficiente de toutes les opérations vitales – associe à une théorie des archées, conçues comme des principes spirituels directeurs immanents à l'organisme, des opérations chimiques de type fermentatifs (zymotiques) qui assument un rôle stratégique dans sa physiologie. L'accomplissement réglé des fonctions organiques dépend donc de la manière dont ces processus zymotiques (chimiques donc) sont ordonnés (au double sens où ils sont à la fois intimés et mis en ordre) par l'action combinée et concertée d'une pluralité d'archées, elles-mêmes sous le contrôle hégémonique d'une archée centrale²⁴². Bien sûr, Van Helmont n'est pas le premier à défendre une interprétation chimique des processus vitaux et des fonctions biologiques, ni même à concevoir leur interrelation avec des principes spirituels régulateurs – une telle position épistémologique s'inscrit dans une tradition ancienne, portée notamment par Paracelse²⁴³ –, cependant le double effort analytique (décomposition de l'action de l'archée centrale en archées spécialisées, identification des agents matériels des processus zymotiques) et synthétique (contrainte d'ordre et de directionnalité imposée par les phénomènes organiques) de l'épistémologie

²⁴² En réalité le modèle organique proposé par Van Helmont fait intervenir plusieurs agents – corporels et incorporels – en amont et en aval des archées et des ferments. Nous renvoyons à Pagel (1982) pour une mise au point sur cette intégration hiérarchique interne à l'organisme : « [Van Helmont] distinguait 1) les odeurs. Celles-ci sont capables de pénétrer et de transmettre 2) les images – les plans directionnels, le 'dessin' de la structure et de la fonction à réaliser. 3) Les ferments joignent l'odeur à l'image et informent la matière. 4) Le gas est l'objet déjà réalisé à l'état volatile, c'est de la matière 'agencée'. 5) L'archée est le gas à un degré supérieur, informé par l'aura et la splendeur de la lumière. En dernier lieu, 6) la semence de la génération sexuelle se distingue du ferment 'nu' de la génération spontanée : c'est un organisme en miniature doté de ferment, d'image et d'odeur, de la 'connaissance innée des choses à accomplir' et d'archée. », Pagel (1982), pp. 72-73. Cité et traduit par Duchesneau (1998), p. 23.

²⁴³ Paracelse localise notamment l'Archée, principe incorporel guidant la réalisation des fonctions biologiques comme la nutrition et la croissance, dans l'estomac. Sur Paracelse, voir Pagel (1955), (1963), (1986).

helmontienne, ainsi que la centralité accordée aux processus métaboliques au sein de l'économie vitale nous paraissent dignes d'attention. Si l'héritage helmontien a longtemps été considéré comme l'archétype de construction théorique hautement conjecturale et abstraite, d'autres lectures, comme celle de François Duchesneau, proposent de réévaluer l'apport de Van Helmont à la physiologie – un peu, nous dirions, à la manière de Bordeu²⁴⁴ ou de Claude Bernard²⁴⁵ – à la lumière de son « potentiel méthodologique non négligeable », et des « concepts nouveaux relatifs à l'unité intégrative et fonctionnelle de l'organisme »²⁴⁶ qu'il met en place.

Comme l'ont bien montré Pagel (1982) puis Duchesneau (1998)²⁴⁷, l'organisme de Van Helmont est en effet hiérarchiquement constitué par une intégration successive d'archées spécialisées et locales (*archei insiti*) responsables des différents processus fonctionnels, sous le commandement de l'archée hégémonique (*archeus influens*) définie comme l'agent causal des processus fermentatifs. L'archée hégémonique dirige alors les processus fonctionnels réalisés par les archées spécialisées, localisées dans des organes (au sens de structures organiques, mais également d'instruments – *organon* – au service des archées) spécifiques. Ces archées subalternes, comme le notent Duchesneau et Pagel, sont chargées de sélectionner et d'assimiler les matières qui serviront à nourrir les organes, lieux des réactions chimiques fermentatives, qui sont sous leur dépendance. C'est pourquoi Van Helmont peut décrire ces archées comme des cuisines propres à chaque organe, des *gasters*, ou encore des estomacs, présidant aux processus nutritifs nécessaires à leur entretien. Cet éclatement des processus et fonctions vitales en archées spécialisées répond néanmoins à l'autorité de l'archée centrale, cause efficiente du principe vital, qui dirige l'action « morphogénétique et fonctionnelle »²⁴⁸ à partir du *dumvirat* instancié par le couple estomac-rate. Comme le résume parfaitement Duchesneau :

²⁴⁴ Voir Bordeu (1882), pp. 253-254. Bordeu rend un hommage appuyé à Van Helmont, car on lui doit d'avoir mis « au jour une nouvelle médecine ».

²⁴⁵ Voir Bernard (2008) [1865], p. 173 : « La vie a son essence primitive dans la force de développement organique, force qui constituait la nature médicatrice d'Hippocrate et l'*archeus faber* de van Helmont. »

²⁴⁶ Duchesneau (1998), p. 28.

²⁴⁷ Duchesneau *op. cit.*, pp. 21-23.

²⁴⁸ Duchesneau, *ibid.*, p. 26.

« La subordination de ces agents fonctionnels du métabolisme à un système central d'opération se manifeste aussi bien par les directives d'assimilation / désassimilation nutritive et morphogénétique qu'ils en reçoivent, que par la coordination immédiate des perceptions et réactions spontanées définissant le *sensus* des parties suivant les déterminations spontanées de la perception / réaction de l'*archeus influens* »²⁴⁹

Dans l'organisme ébauché par Van Helmont, la dignité ne revient donc pas à la tête ou à son organe, le cerveau – qui aurait pu prétendre, par le contrôle centralisé du système nerveux, à une telle fonction hégémonique – mais aux viscères et aux fonctions qui leur sont corrélées puisque c'est dans le couple royal formé par l'estomac et la rate que réside le centre de contrôle des opérations vitales et le gouvernement des *archei insiti* localisées dans les différents organes. Cette relation de commandement échappe cependant partiellement à l'effort d'analyse anatomique puisque, pour Van Helmont, les ordres édictés par l'archée en direction des archées subalternes en vue de leur réalisation organique sont transmis indépendamment de tout support physique, par une sorte de communication sympathique et immédiate : la chair musculaire se contracte spontanément sous l'effet de la stimulation, et les intestins réalisent seuls la chorégraphie complexe et ordonnée (une série de mouvements de constriction annulaires se propageant de haut en bas) par laquelle ils font progresser ce qu'ils contiennent. Ce mouvement péristaltique des intestins semble traduire, insiste Duchesneau, « la connaissance virtuelle de l'enchaînement d'une pluralité d'actes adaptés »²⁵⁰ – connaissance virtuelle qui se passe de son organe traditionnel donc. Dans cette nouvelle hiérarchie organique où les viscères semblent occuper le sommet, Van Helmont se montre particulièrement subversif à l'égard du rang que la rate se voit attribuer. Auparavant pensée comme un « cloaque d'immondices », la rate doit en réalité être regardée comme un organe particulièrement noble puisque c'est elle qui communique à l'estomac le ferment acide de la digestion. C'est donc par la rate « que nous vivons et sommes alimentés. »²⁵¹ Contre donc la « déplorable » tradition ancienne

²⁴⁹ Duchesneau *ibid.*, p. 25.

²⁵⁰ Duchesneau, *op. cit.*, p. 26.

²⁵¹ Van Helmont, *Traité de la digestion* (1671), p. 142.

qui ne lui confiait que la production de la bile noire²⁵², le stockage des nutriments impurs et en faisait un foyer d'émergence de la démence (en lui assignant, en particulier, un statut causal dans la naissance de l'hypocondrie), Van Helmont considère la rate comme l'organe sécrétoire d'un ferment essentiel à l'économie vitale.

Plus généralement, l'explication des fonctions organiques au sein de l'économie suppose d'identifier et d'analyser les fermentations spécifiques qui les soutiennent. Depuis Avicenne, les ferments sont considérés comme les agents des transformations que subissent les composés matériels²⁵³, processus de type émergentiste, capables de produire des substances dotées de qualités émergentes par rapport à celles de leurs composants matériels. Aux 16^e et 17^e siècles, les ferments sont en effet dotés de propriétés et de pouvoirs spécifiques que Walter Pagel résume ainsi : (1) ils sont une force spirituelle jointe à un corps (une masse), capables (2) de se multiplier à l'infini, d'ensemencer (3) n'importe quel objet, de rendre un objet similaire (4) à eux, c'est-à-dire de l'assimiler, et finalement de le perfectionner par les moyens de l'effervescence (5), de l'acidité (6), de la putréfaction (7)²⁵⁴. Ainsi pour Van Helmont :

« On apprend par la chimie que le ferment est le Père des transmutations, et que toutes les fois qu'un corps est divisé en si extrême subtilité que sa substance le peut permettre, qu'ordinairement la transmutation s'ensuit (excepté les éléments) en tant que le ferment prend les petits atomes de ce corps divisé par le menu et leur imprime son caractère étranger et en cette susception, il se fait une division de substance hétérogène, qui est suivie d'une révolution des parties. C'est pourquoi la chimie digère et fait précéder les putréfactions, afin qu'après avoir pris le ferment, les parties s'ouvrent, se dilatent et se divisent par le menu. Et c'est ainsi que les aliments se résolvent dans l'estomac par un ferment assaisonné d'une qualité acide. »²⁵⁵

Une telle conception de l'action des ferments s'éloigne cependant stratégiquement de la manière traditionnelle de les concevoir. Comme le rappelle

²⁵² Sur le statut de la rate dans l'anatomie de la Renaissance, voir Wear (1977).

²⁵³ Sur les ferments, nous renvoyons en particulier à Abbri (2000), Chang (2002), (2011), Fruton (2006).

²⁵⁴ Pagel, (1982), p. 87.

²⁵⁵ Van Helmont, *Traité de la digestion, op. cit.*, p. 107.

Fruton (2006), l'assignation de processus fermentatifs au sein de l'économie vitale dérive en effet de la découverte archaïque des fermentations effervescentes – conversion de jus de raisin en vin, de la pâte de céréales en pain. Ferment est ainsi dérivé de la traduction latine du grec *zymè* (ferment, levain), dérivé de *ζέω* (bouillir)²⁵⁶, et renvoie donc primitivement à un processus associé à la chaleur – et à un imaginaire culinaire – capable de transformer les corps (de leur conférer des qualités nouvelles). De manière analogue, les fermentations non effervescentes (le vin laissé à l'air devient du vinaigre) sont pensées sous le modèle des processus artificiels (par exemple, le caillage et la coagulation du lait lors de la fabrication du fromage). Par extension, la digestion peut alors être conçue comme une coction, une *pepsis* (comme nous l'avons vu chez Aristote) analogue aux fermentations artificielles, celles-ci servant de supports analogiques pour penser les transformations de matières (génération des graines par exemple)²⁵⁷.

2.2.2 La digestion : fermentation et transmutation

L'originalité de Van Helmont consiste donc, entre autre, à détacher la fermentation de l'action de la chaleur et de la coction. Comme l'a souligné Clericuzio²⁵⁸, Van Helmont n'est cependant pas le premier à avoir rejeté cette explication classique de la digestion par apposition de chaleur et coction des aliments dans l'estomac. Pietro Castelli ou Johannes Walæus avaient déjà²⁵⁹, avant la parution de l'*Ortus Medicinæ*,

²⁵⁶ A partir de ce radical se forment *zymosis* pour désigner les fermentations naturelles et artificielles, et *zymotechnie* pour désigner l'art de la fermentation.

²⁵⁷ Pour Newman (2004) l'invention de la cuisson est dérivée en premier lieu de l'expérience de ce qui se produit dans le corps après l'ingestion de nourriture. D'après Aristote en effet, la cuisson serait fondamentalement reliée aux processus corporels par lesquels la substance individuelle est maintenue dans son existence, la cuisson étant alors pensée comme un stade préliminaire de la digestion (celle-ci étant continuée dans le corps après l'ingestion). Il souligne qu'Aristote justifie l'emploi de termes dérivés de l'activité humaine (la cuisson) pour décrire les processus naturels (la digestion) dans les *Météorologiques* (IV, 3, 381b3-9) : puisque l'art imite la nature, et que les artisans apprennent leur art de l'observation de la nature, il est légitime d'imposer des termes techniques comme la cuisson (la fermentation, l'ébullition, etc.) sur les phénomènes naturels. Le langage technique décrit des processus naturels qu'il a copiés.

²⁵⁸ Clericuzio (2012).

²⁵⁹ Voir Castelli (1626), Walæus (1645). Pietro Castelli (1575-1661) professeur de médecine à Rome et Messine, il contribua notamment au développement de recherches chimiques en Italie ; Johannes Walæus (1604-1649), professeur de médecine à Leyde, fut le premier à

proposé que c'est une fermentation, causée par un ferment acide, qui en est l'agent²⁶⁰. Puisque les animaux au sang froid digèrent (serpents, poissons), et qu'il est par ailleurs impossible de transformer les substances alimentaires en chyle dans des digestions artificielles ne faisant intervenir que la chaleur comme agent d'altération²⁶¹, la digestion physiologique ne peut être comprise sous l'analogie des cuissons artificielles²⁶². La chaleur ne doit donc pas, à proprement parler, être considérée comme cause de la digestion – même si une certaine température est requise pour que les phénomènes fermentatifs, responsables de la digestion, se produisent.

Là où les Ecoles comparaient « la digestion à une marmite qui bout »²⁶³ et identifiaient dans la chaleur la cause efficiente de la digestion – et de toutes les autres fonctions vitales – Van Helmont accorde à la nutrition un statut central dans les opérations vitales en même temps qu'il complexifie les processus physiques qui la soutiennent. Pour Van Helmont, la digestion suppose donc deux choses : d'une part le rejet de la tradition galénique qui fait de la chaleur l'agent causal de la digestion, au profit d'une théorie chimique dans laquelle la digestion est causalement opérée par un ferment acide ; de l'autre, la nécessité de recourir à un agent spécifique, une force spirituelle immanente à l'organisme et responsable de la transformation de la nourriture en sang et en textures organiques fonctionnellement spécialisées. Van Helmont prend en effet appui sur cette différenciation des produits de la digestion pour dépasser Paracelse, malgré leur proximité, puisque ce dernier veut

confirmer expérimentalement les découvertes de Harvey sur la circulation sanguine. Voir Clericuzio (2012), p. 332.

²⁶⁰ Cette explication chimique des processus nutritifs et des fonctions physiologiques s'inscrit dans la tradition portée par Paracelse, pour qui les différentes fonctions organiques – en particulier nutrition et croissance – sont dirigées par l'action d'une archée incorporelle localisée dans l'estomac. Cette archée agit comme un alchimiste interne au corps vivant qui pratique l'art de la séparation des substances – pur/impur, actif/inerte, nourrissant/poison – et sélectionne donc les parties susceptibles de s'intégrer adéquatement à l'organisme et de soutenir l'accomplissement des fonctions vitales.

²⁶¹ Ainsi la chaleur du feu ne peut reproduire la chylification des os qui se produit lors de la digestion canine. Voir Van Helmont, *op. cit.*, p. 141.

²⁶² Voir Clericuzio (2012), p. 332.

²⁶³ Van Helmont, *op. cit.*, p. 140.

« qu'un seul pain soit changé en autant de diversités spécifiques de sang et d'excrément, qu'il est mangé de sorte d'animaux, par le seul degré et moment de chaleur »²⁶⁴

Or un moyen simple et uniforme comme la chaleur ne saurait produire à lui seul des effets aussi différenciés que des textures tissulaires spécifiques²⁶⁵ (le même morceau de pain digéré sera transformé en chair de cheval, de canard ou d'homme). De plus, si les digestions sont, semble-t-il, accompagnées de chaleur, cela ne signifie pas que la chaleur soit cause efficiente de la digestion, comme en témoigne l'existence de la digestion chez les animaux à sang froid²⁶⁶. La pluri-potentialité de la digestion et le caractère orthogonal de la température au regard des mécanismes qui la sous-tendent doivent donc faire conclure à l'insuffisance de la chaleur et à la nécessité de confier ces actions individualisées et vitales (transmutation de l'aliment en substance de l'alimenté) à des processus fermentatifs régulés :

« Ce n'est (...) pas la chaleur qui fait ces digestions différentes, mais ce sont des puissances spécifiques à chaque espèce et à chaque digestion, qui sont vitales, et qui vraiment et formellement transmutent les aliments. Ces puissances-là sont dénommées sous le nom de ferment. »²⁶⁷

Le ferment acide de l'estomac, cause efficiente de la digestion, lui est donc communiqué à partir de la rate et est décrit par Van Helmont comme doué d'« une acidité vitale et spécifique propre aux transmutations »²⁶⁸ – qui est à distinguer de l'acidité simple du citron ou du vinaigre. Cette acidité fermentative est par ailleurs spécifique, c'est-à-dire qu'elle est propre à l'identité organique spécifique dans laquelle

²⁶⁴ *Ibid.*, p. 140.

²⁶⁵ Voir, *ibid.*, p. 141 : « (...) comment est-il possible que la digestion du pain mangé par l'homme, par le chien, par le cheval, par le canard, etc. (qui fait autant de différences de chair, de sang et d'excréments, que ces espèces diffèrent les unes des autres) se puisse faire par une simple chaleur digérante : puisque la chaleur premièrement et de soi ne fait rien autre chose, qu'échauffer, et par accident elle consomme l'humide et le desséchant par la même opération. »

²⁶⁶ Voir, *ibid.*, pp. 140-141 : « car le poisson qui n'a point de chaleur actuelle ne digère pas plus mal que les animaux chauds et est moins incommodé des aliments que l'homme ». Par ailleurs Van Helmont disqualifie également le recours à la chaleur potentielle – par opposition à la chaleur actuelle – en argumentant qu'une chaleur potentielle ne saurait échauffer actuellement.

²⁶⁷ *Ibid.*, p. 141.

²⁶⁸ *Ibid.*, p. 141.

s'opèrent les transmutations alimentaires : ainsi l'acidité digestive de l'homme et des espèces animales diffère « en sorte que ce qui est admis amiablement à la digestion des uns, est rejeté avec aversion des autres »²⁶⁹. Les transmutations réalisées par ce ferment acide de l'estomac, qui « préside au gouvernement de la vie », renvoient donc à une double adaptation spécifique et individuelle – du ferment d'une part (le ferment est propre à l'espèce), de l'aliment de l'autre (transmutation en chair). Six étapes digestives sont nécessaires pour la réalisation de cette transformation adaptative de l'aliment dans laquelle ses particularités semblent niées²⁷⁰ : 1) digestion stomacale dans laquelle le ferment acide informe la matière nutritive transformée en suc, 2) séparation des nutriments des parties excrémentielles et aqueuses, 3) sanguification dans le foie (à ce stade le sang n'est pas encore vitalisé), 4) sublimation du sang dans le cœur qui devient volatile, 5) vitalisation du sang dans le ventricule gauche du cœur par un sel volatile, 6) assimilation des nutriments par les parties du corps auxquelles ils sont destinés. Les aliments (ou plutôt ce qu'il en reste à l'issue de l'étape 2) sont donc d'abord transformés en sang (étapes 3, 4, 5) avant de redevenir hétérogènes en arrivant dans les diverses parties du corps (étape 6) : non plus de cette hétérogénéité initiale de l'aliment, mais de celle de la partie du corps. Il semble qu'au terme de ces digestions la particularité de l'aliment soit donc anéantie, niée ou encore subsumée sous celle de l'organisme qui l'ingère, la digère, l'assimile.

2.2.3 *La vie moyenne des aliments et la limite métabolique des organismes*

Cependant ce processus de transformations successives, par lesquelles l'aliment acquiert les propriétés conformes à la substance de l'organisme assimilateur, rencontre la limite imposée par ce que Van Helmont nomme, après Paracelse²⁷¹, la « vie

²⁶⁹ *Ibid.*, p. 141.

²⁷⁰ *Ibid.*, pp. 142-149.

²⁷¹ Van Helmont fait lui-même mention de cet emprunt : « Paracelse a bien fait mention de cette vie moyenne ; mais il ne l'a pas su dûment appliquer ; ni pensé à donner raison de ce qu'après les parfaites transmutations des aliments, il demeurerait encore des saveurs et des goûts insignes au transmué ; et nonobstant que l'accident changeait de sujet ; néanmoins que les propriétés qui étaient auparavant aux transmuables persistaient encore au transmué formel, quoique la forme d'inhésion et la matière du premier sujet soit entièrement détruites, c'est ce qu'on a pas encore ouï dire aux Ecoles jusqu'à aujourd'hui », *Ibid.*, p. 155.

moyenne » de l'aliment. En effet, même après leur transmutation, les aliments peuvent conserver certaines de leurs propriétés et les communiquer à l'organisme :

« Cette vie moyenne demeure en l'esprit archéal après qu'il est transmué, ni plus ni moins que fait la forme de l'os après la mort de l'homme : car encore qu'il y ait une vertu fermentale dans l'estomac qui dissout les aliments et autres choses ingérées, et que ces choses dissoutes soient exactement transmues dans les autres cuisines²⁷², pourtant cette transmutation ne le peut pas faire si parfaitement dans les digestion, ni en l'assimilation des parties, qu'elles ne retiennent encore quelques qualités émoussées de la vie moyenne. »²⁷³

C'est pourquoi

« Les aliments introduisent tous les jours chez nous des propriétés étrangères, qu'il y a de sortes d'odeurs et de saveurs différentes et spécifiques dans les choses qui sont tout autant de ferments étrangers, qui nous incommode par leurs altérations. »

Si l'aliment transformé en suc alimentaire communique à l'organisme une partie de ses déterminations propres et continue à vivre en lui, on peut dès lors concevoir la digestion comme un long processus de lutte entre l'organisme et l'aliment, l'hôte et l'envahisseur au sein duquel l'aliment étranger tente de résister à l'action assimilatrice de l'archée afin de lui imposer le reliquat de la puissance dynamique de sa « vie moyenne ». Van Helmont fournit plusieurs exemples où l'ingestion de nourriture altère manifestement l'identité de l'organisme-hôte : l'urine des enfants nourris au sein sent l'asperge si leur nourrice en a mangé, les pourceaux qu'on nourrit près de la mer (et qui mangent des poissons) ont le goût de la graisse de poisson, les lapins qui mangent des choux ont le goût de choux, etc.²⁷⁴. Les cas les plus extrêmes de ces altérations sont fournis à la fois par la thérapeutique (il faut bien que les substances conservent une disposition propre pour agir sur l'organisme) et par les contaminations pathologiques,

²⁷² C'est-à-dire dans les autres parties du corps.

²⁷³ *Ibid.*, p. 155.

²⁷⁴ *Ibid.*, p. 159.

cas exemplaires où les reliquats de la vie moyenne deviennent le principe du dysfonctionnement de l'économie vitale jusqu'à provoquer la mort²⁷⁵.

Cette relative imperfection des processus métaboliques et assimilateurs par lequel le corps échoue à constituer son indépendance relativement à l'ingéré, est ressaisie à partir du récit eschatologique, puisque l'Archée, dans la nature antelapsaire, ne connaissait pas de limites à sa capacité de transmuier totalement tous les aliments, ainsi que les poisons :

« Au jardin d'Eden notre Archée pouvait aisément subjuguier tous les esprits, tant des aliments que des venins, et les tourner en nourriture, sans peine ni réaction quelconque, et par conséquent il ne lui était pas difficile de surmonter toutes les impressions de la vie moyenne parce que notre Archée était régie et gouvernée par l'âme immortelle »²⁷⁶

Il ne nous semble pas anecdotique que la réalisation de l'harmonisation totale et parfaite entre l'ingéré et l'ingérant, l'assimilé et l'organisme assimilateur, soit pensée comme la subsomption idéale de l'aliment sous les déterminations du corps qui s'en empare, et renvoie nostalgiquement au paradis perdu, puisqu'elle indique en creux – ou manifestement – le fantasme d'une maîtrise de l'altérité par laquelle l'organisme constituerait son autonomie et son indépendance au regard de la matérialité.

2.2.4 *Inspirations vitalistes*

Nous avons évoqué plus haut l'hommage que Bordeu rendait à Van Helmont dans ses *Recherches sur l'histoire de la médecine*. A la lumière de notre analyse de la physiologie helmontienne, nous souhaitons, pour finir, revenir sur les principes de cet éloge qui nous semble identifier certaines des innovations conceptuelles propre au raisonnement biologique tel qu'il se déploiera au 18^e siècle. On sent en effet sous la plume de Bordeu la reconnaissance d'une anticipation helmontienne du concept

²⁷⁵ Les poisons, plantes vénéneuses, venins, etc. ont ainsi le pouvoir de pénétrer intimement l'Archée, de la séduire et de la détourner de l'entretien de la vie moyenne du corps.

²⁷⁶ *Ibid.*, p. 158.

d'économie animale – sur lequel nous aurons à revenir plus tard – concept central au vitalisme du 18^e siècle, au sein duquel l'épigastre (l'ensemble composé par l'estomac et le diaphragme) doit jouer un rôle fondamental :

« Ses bouillantes sorties contre l'Ecole, ses analyses des systèmes de Galien et des Arabes, ses observations sur les *liaisons des parties*, ses archées ou ses êtres particuliers, qu'il établit pour surveillants de chaque organe, son maître-archée, qu'il plaça dans l'estomac, pour de là régir tout le corps, ou pour diriger les mouvements de la santé et ceux des maladies ; tous ces aperçus et tant d'autres de la même espèce sont autant de preuves de son génie créateur ou vraiment observateur. »²⁷⁷

Comme nous l'avons remarqué, l'identification d'une pluralité d'acteurs concourant à un but commun, la reconnaissance de relations régulées entre des parties produisant des phénomènes spécifiquement vitaux, l'articulation donc dans un modèle unifié d'une multiplicité de centres et de l'harmonisation de leurs actions qui semble prévaloir dans le modèle helmontien du corps vivant ne pouvait pas ne pas rencontrer la sympathie des vitalistes, et plus particulièrement du médecin Théophile de Bordeu. Certes Van Helmont réalise cette harmonisation des opérations vitales par le commandement hiérarchiquement intégré d'archées, mais celles-ci sont immanentes à l'organisme d'une part, et le rejet catégorique des facultés galéniques, agissant obscurément dans chaque organe afin de leur faire réaliser leur fonction, doit nous engager dans une interprétation non spirituelle, ou charitable, de leurs actions. Ce qui importe dès lors c'est plutôt l'identification d'une hiérarchie au sein de l'économie, et la reconnaissance de la nécessaire coopération d'une pluralité de centres, ou de la « liaison des parties » mutuellement dépendantes pour réaliser l'ordre du vivant, que l'élucidation du statut exact des archées dans la philosophie helmontienne. Il faut donc reconnaître à Van Helmont d'avoir fait « de chaque partie du corps un organe ou une espèce d'être ou d'animal, qui a ses mouvements, son action, son département, ses goûts et sa sensibilité particulière »²⁷⁸, et, en ayant ainsi rendu aux parties l'immanence de leur

²⁷⁷ Bordeu, *op. cit.*, p. 253. Nous soulignons.

²⁷⁸ *Ibid.*, p. 253.

vitalité, d'avoir contribué à fracturer la liaison jusque-là nécessaire de l'organisme à une finalité qui lui était étrangère.

La centralité accordée à l'estomac et à la rate dans cette économie vitale vaut également à Van Helmont les louanges de Bordeu. Ce sera un motif topique en effet du vitalisme que d'identifier dans l'épigastre un des centres – avec la tête (centre du système nerveux) et la peau (organe de la relation à l'extérieur) – de l'économie animale²⁷⁹.

« Ceux qui pensent que l'estomac, le diaphragme et les autres parties de cette région influent d'une manière particulière sur toutes les fonctions de l'économie animale, doivent au moins à Van Helmont d'avoir aperçu, mieux que tous ses prédécesseurs, les faits ou les observations qui démontrent cette influence, et qui lui avaient fait imaginer son archée résidant à la partie supérieure de l'estomac. »

Bordeu parle bien évidemment de lui-même, qui a cherché à montrer l'influence de la digestion sur l'économie générale²⁸⁰. Or cette institution du couple estomac-rate comme foyer de commandement des fonctions vitales, et donc comme fonction organique générale, va de pair, chez Van Helmont, avec le développement d'une conception fermentative des processus métaboliques qui contribue à faire porter l'attention sur la vitalité propre de la matière organique, instanciée dans des réactions chimiques spécifiques. C'est donc à partir des processus nutritifs, et au sein des organes qui leur sont dédiés, qu'est pensée la vitalité et la créativité vitale propre des organismes, entendue comme capacité d'assimilation et d'information des matières étrangères.

²⁷⁹ Nous reviendrons sur ce point au chapitre 6.

²⁸⁰ Bordeu (1752), voir également dans l'*Encyclopédie* (1751-1772) les articles « Digestion » (*Econom. anim.*), vol. IV (1754) et « Economie animale », (*Médec.*), vol. XI (1765).

2.3 MECANISME. DESCARTES

2.3.1 Peut-on digérer le Christ ?

Dans une lettre adressée au Père Mesland du 9 février 1645²⁸¹, Descartes cherche à donner une explication physicaliste de l'Eucharistie, ou à « naturaliser » le mystère de la Transsubstantiation, en convoquant le modèle physiologique de la digestion²⁸². L'enjeu d'une telle naturalisation est double, puisqu'il s'agit tout à la fois de s'accorder au dogme catholique en montrant qu'il ne contredit pas la raison, et de battre en brèche sur son propre terrain le principe de la critique issue de la Réforme selon lequel les catholiques, dans l'Eucharistie, se rendent coupables d'anthropophagie²⁸³. Il s'agit donc pour Descartes de montrer comment le Christ peut être présent

²⁸¹ Nous citons Descartes dans l'édition des *Œuvres de Descartes*, Charles Adam et Paul Tannery (éds.). AT IV, pp. 161-172.

²⁸² À propos de la transsubstantiation, voir J.-R. Armogathe (1977).

²⁸³ Un exemple de telles accusations est fourni par le magnifique récit de Jean de Léry, *Histoire d'un voyage fait en la Terre du Brésil*, dans lequel l'auteur, colon protestant en mission au Brésil, déploie une critique topique du dogme de la Transsubstantiation en la croisant avec une réhabilitation (modérée) du cannibalisme rencontré chez les indiens Tupinamba. Aux dires de Léry, le catholique Villegagnon veut en effet manger la chair de Jésus « grossièrement, plustost que spirituellement », et la « mascher et avaler toute crue » (ch. VI, p. 177), alors que les réformés « enseignent et prouvent par la parole de Dieu que le pain et le vin ne [sont] point réellement changez au corps et au sang du Seigneur, lequel aussi n'[est] pas enclos dans iceux, ains que Jesus Christ est au ciel, d'où, par la vertu de son saint Esprit, il se communique en nourriture spirituelle à ceux qui reçoivent les signes en foy. » (pp. 175-176) Le débat théologique est donc en réalité indexé sur une théorie de la relation entre signifiant et signifié : les réformés concluent de la présence du signe à l'absence de la chose signifiée : le corps du Christ ne peut être présent réellement et matériellement dans le pain et le vin de la communion, puisque ces derniers, pour assumer leur fonction de signes, doivent rester pain et vin et ne pas se transsubstantier en chair et sang du Christ, faute de quoi le sacrement deviendrait alors rituel anthropophage. Cette ligne de critique permet donc non seulement de rabattre l'anthropophagie symbolique des catholiques sur le cannibalisme réel des indiens et de les condamner ensemble, mais plus encore, en utilisant le cannibalisme rituel comme point de comparaison, d'attribuer aux catholiques une perversion d'une magnitude encore supérieure : les indiens en effet mangent la chair cuite de leurs ennemis pour assimiler leur esprit et leur force (le signifié est visé à travers le signifiant), tandis que les catholiques eux prennent un symbole (le pain et le vin) pour de la chair et du sang réels (le signifiant est visé à travers le signifié). En mastiquant de la chair humaine les uns assimilent des esprits, tandis que les autres, mastiquant le symbole, pensent se repaître de chair. Toutefois l'inquiétude suscitée par l'anthropophagie réelle n'est pas occultée pour autant puisqu'elle s'offre comme le miroir d'un possible devenir cannibale de l'européen et du narrateur (cannibalisme réel rapporté lors des guerres de religion en Europe, et tentation du cannibalisme lors de l'épreuve de la famine en mer au retour).

substantiellement lors de la manducation et de l'ingestion réelle du pain, sans être pour autant actuellement ingéré, digéré et assimilé²⁸⁴. Si Descartes convoque l'analogie nutritive – et donc la modélisation mécaniste des fonctions biologiques – sur fond d'un débat théologique dans lequel une partie du monde chrétien est pensée comme dévoratrice de son dieu, c'est pour mieux ruiner les implications que la Réforme croyait pouvoir en tirer (le cannibalisme), en rappelant l'horizon dualiste sous lequel l'Eucharistie doit nécessairement être pensée. Une telle analogie demande donc d'être muni d'une théorie de l'identité du corps (humain) et d'une théorie de la nutrition. Dans ce qui suit nous laissons de côté le plan de la controverse religieuse pour nous intéresser à la manière dont l'analogie est physiologiquement instruite par Descartes.

2.3.2 *La nutrition comme accrétion*

Chez Descartes la nutrition apparaît, paradoxalement, comme l'inverse d'une Transsubstantiation puisqu'elle n'implique aucune transformation de substance en une autre substance, mais renvoie à un travail de division, de broiement, de filtre et de circulation d'une matière qui demeure essentiellement inchangée, sinon par sa configuration externe. De même que la cire demeure substantiellement « la même cire » qu'elle soit solide, ramollie ou liquéfiée par l'action de la flamme²⁸⁵ – puisque les accidents que les corps revêtent n'appartiennent pas à la chose sentie mais à la manière dont cette chose nous apparaît dans le sentir – de même l'aliment mastiqué, ingéré, digéré demeure substantiellement le même, si bien que l'analogie nutritive destinée à naturaliser l'Eucharistie doit être comprise sous l'horizon de la théorie cartésienne de la sensation. C'est par une illusion perceptive, en raison de la grossièreté de nos sens et de la petitesse de ce qu'il s'agit d'appréhender que nous identifions l'ingéré avec la substance du corps digérant :

²⁸⁴ Descartes a d'autant plus intérêt à construire une théorie sur la question de la transsubstantiation que, semble-t-il, sa doctrine de l'étendue paraît la rendre impossible : si la substance corporelle se définit uniquement par l'étendue, alors comment est-il possible que l'on change de substance alors que l'étendue demeure identique, sans même un mouvement local ?

²⁸⁵ AT IX, *Méditations métaphysiques*, II, §11-13.

« De plus, je considère que, lorsque nous mangeons du pain et buvons du vin, les petites parties de ce vin, se dissolvant en notre estomac, coulent incontinent de là dans nos veines, et par cela seul qu'elles se mêlent avec le sang, elles se transsubstantient naturellement, et deviennent parties de notre corps ; bien que, si nous avions la vue assez subtile pour les distinguer d'avec les autres particules du sang, nous verrions qu'elles sont encore les mêmes *numero*, qui composaient auparavant le pain et le vin ; en sorte que, si nous n'avions point d'égard à l'union qu'elles ont avec l'âme, nous les pourrions nommer pain et vin, comme devant. »²⁸⁶

Dans la nutrition, une matière étrangère nouvelle vient donc s'agrèger à la substance corporelle et remplacer les parties qui en sont quotidiennement expulsées, cette matière ingérée conservant son identité numérique : c'est seulement l'union avec l'âme qui réalise l'identité du corps digérant. Mais cette union ne concernant que les corps vivants humains, la théorie corpusculaire de la nutrition esquissée dans ce passage a donc des implications différenciées pour les hommes et les animaux au regard du problème de l'identité corporelle²⁸⁷. Si donc il y a transsubstantiation naturelle dans la digestion c'est aussi au prix d'une redéfinition et d'une sécularisation de celle-là, puisqu'elle n'indique alors pas une réelle transformation de substance mais plutôt le remplacement d'une substance par une autre. Dans le traité de *L'homme*²⁸⁸, ainsi que dans la *Description du corps humain*²⁸⁹, Descartes fournissait une explication mécaniste des processus digestifs suivant un ordre analytique qui ne faisait intervenir que la matière et le mouvement, conformant l'étude des fonctions et de l'organisation vitale à celle de la physique générale²⁹⁰ : 1) division de la matière alimentaire en parties dans l'estomac, et

²⁸⁶ AT IV., pp. 167-168.

²⁸⁷ Nous détaillons ce point plus en détail dans les pages qui suivent.

²⁸⁸ Pour une étude récente de la réception du *Traité de l'homme* de Descartes, nous renvoyons en particulier à Antoine-Mahut et Gaukroger (eds.) (2016).

²⁸⁹ AT XI, pp. 245-252.

²⁹⁰ Contentons-nous pour le moment de rappeler que l'enjeu de la mécanisation de la physiologie chez Descartes, sur fond de séparation de la substance pensante et de la substance étendue, consiste prioritairement à faire l'économie de l'âme dans l'explication du mouvement (auto-mouvement), des productions et de la formation des corps vivants afin que ceux-ci puissent constituer l'objet d'une science : les corps vivants, en tant qu'ils ne sont que des modifications de l'étendue, ne diffèrent pas des corps inertes, et doivent donc répondre, comme ces derniers, aux mêmes lois naturelles qui expliquent la structure mécanique du monde. En bref les organismes vivants ne peuvent en droit échapper à la physique générale, comme le résume remarquablement le dernier paragraphe de *l'Homme* : « je désire, dis-je, que

séparation de celles-ci en grossières et subtiles sous l'action du mouvement et de la chaleur apposés par des liqueurs digestives en provenance du cœur ; 2) trajet des parties ainsi divisées et séparées sous l'effet du mouvement péristaltique des intestins, et processus de sélection des plus subtiles et convenables sur le modèle du tamis ou du crible ; 3) mélange de ces parties subtiles filtrées par les pores des vaisseaux en un chyle blanchâtre encore partiellement trouble et grossier ; 4) sanguification du chyle sous l'effet du mélange de ce dernier avec le sang contenu dans la veine porte, la veine cave et le foie²⁹¹. La modélisation cartésienne de la digestion s'analyse donc en termes de matière et de mouvement local, la nutrition désignant un processus simple et direct de séparation – élection des parties affines de la matière nutritive²⁹² (selon des critères de taille et de forme, étant entendu que les rapports de contact et de surface entre la matière expulsée et la matière agrégée doivent être conservés), processus analogue au

vous considérez que ces fonctions suivent toutes naturellement, en cette Machine, de la seule disposition de ses organes, ni plus ni moins que font les mouvements d'une horloge, ou un autre automate, de celle de ses contrepoids et de ses roues ; en sorte qu'il ne faut point à leur occasion concevoir en elle aucune autre Âme végétative, ni sensitive, ni aucun autre principe de mouvement et de vie, que son sang et ses esprits, agités par la chaleur du feu qui brûle continuellement dans son cœur, et qui n'est point d'autre nature que tous les feux qui sont dans les corps inanimés », AT XI, p. 202. Deux principes purement physiques permettent alors de rendre compte de la diversité des effets et des productions vitales : la chaleur qui dilate le sang, en lieu et place de l'âme ; le principe du mouvement inertiel qui agit dans l'organisme comme dans les corps bruts. Voir AT XI, p. 43 ; AT XI, pp. 128-132 ; AT XI, p. 254. Cette position épistémique à l'égard du vivant a pour conséquence 1) d'autonomiser le corps vivant de l'action de l'âme, 2) par cette réification, d'instituer corrélativement une science pratique des corps vivants, c'est-à-dire une médecine. Voir par exemple : « Il n'y a rien à quoi l'on se puisse occuper avec plus de fruit, qu'à tâcher de se connaître soi-même. Et l'utilité qu'on doit espérer de cette connoissance, ne regarde pas seulement la Morale, ainsi qu'il semble d'abord à plusieurs, mais particulièrement aussi la Médecine; en laquelle je crois qu'on auroit pû trouver beaucoup de préceptes très assurés, tant pour guérir les maladies que pour les prévenir, & même aussi pour retarder le cours de la vieillesse, si on s'étoit assez étudié à connaître la nature de nôtre corps, & qu'on n'eût point attribué à l'âme les fonctions qui ne dépendent que de lui, & de la disposition de ses organes », *La description du corps humain*, AT XI, p. 224.

²⁹¹ *L'homme*, AT XI, pp. 121-123.

²⁹² Cette question est également traitée dans *La description du corps humain*, AT XI, pp. 250-251 : « Mais pour savoir particulièrement en quelle sorte chaque portion de l'aliment se va rendre à l'endroit du corps à la nourriture duquel il est propre, il faut considérer que le sang n'est autre chose qu'un amas de plusieurs petites parcelles des viandes qu'on a prises pour se nourrir ; de façon qu'on ne peut douter qu'il ne soit composé de parties qui sont fort différentes entre elles, tant en figure qu'en solidité et en grosseur. Et je ne sache que deux raisons, qui puissent faire que chacune de ces parties s'aille rendre en certains endroits du corps, plutôt qu'en d'autres. La première est la situation du lieu au regard du cours qu'elles suivent ; l'autre, la grandeur et la figure des pores où elles entrent, ou bien des corps auxquels elles s'attachent. »

passage de la farine dans les trous d'une passoire²⁹³. La modélisation mécaniste des opérations nutritives dans leur complexité (en particulier les opérations de sélection des parties affines des particules alimentaires aux tissus organiques) doit donc permettre d'autonomiser absolument les fonctions métaboliques et le maintien homéostatique de la machine de toute action volitive ou téléologique dirigée par une archée, une faculté ou une âme – interaction impensable puisqu'elle consiste à prendre une substance immatérielle pour une substance matérielle capable d'entretenir avec les corps des relations causales :

« Car de supposer en chaque partie du corps des facultés qui choisissent, et qui attirent les particules de l'aliment qui lui sont propres, c'est feindre des chimères incompréhensibles, et attribuer plus d'intelligence à ces chimères, que notre âme même n'en a, vu qu'elle ne connaît en aucune façon ce qu'il faudrait qu'elles connussent. »²⁹⁴

Si Descartes se réfère à des réactions chimiques pour expliquer l'action des liqueurs digestives (réaction de l'eau et de l'eau de chaux dégageant de la chaleur, dissolution des métaux par une solution d'acide nitrique), et si la chaleur joue en effet un rôle opératoire fondamental dans l'impulsion du mouvement subi par la matière alimentaire (la nourriture s'échauffe dans l'estomac comme le foin humide fermente dans l'étable), la chaleur étant d'une part produite par la fermentation de la nourriture et d'autre part communiquée à l'estomac par les fluides issus du cœur, ces modulations chimiques du discours ne minent pas pour autant l'efficace et l'hégémonie du modèle mécaniste, la chimie à laquelle se réfère Descartes étant en quelque sorte rationalisée par la mécanique. Les opérations fermentatives sont en effet centrales dans la physiologie cartésienne puisque ce sont bien elles qui sont cause de la vie dans le corps – et non l'âme²⁹⁵ –, mais la fermentation dont parle Descartes n'a rien à voir avec les processus émergentistes évoqués par Van Helmont, puisque la fermentation cartésienne n'est

²⁹³ *Ibid.*, p. 122, voir aussi AT XI, p. 251.

²⁹⁴ AT XI, p. 251.

²⁹⁵ Voir par exemple *Les passions de l'âme*, AT XI, art. V : « On s'est imaginé que c'était l'absence de l'âme qui faisait cesser ces mouvements et cette chaleur. Et ainsi on a cru, sans raison, que notre chaleur naturelle et tous les mouvements de nos corps dépendent de l'âme : au lieu qu'on devait penser, au contraire, que l'âme ne s'absente lorsqu'on meurt qu'à cause que cette chaleur cesse, et que les organes qui servent à mouvoir le corps se corrompent. »

autre chose que production et dégagement de chaleur à partir de la mise en mouvement des particules de matière. La fermentation en laquelle Descartes place le principe de la vie organique se conçoit donc sous l'antique modèle de la chaleur rendu néanmoins conforme au principe de la mécanique, puisqu'elle renvoie à un échauffement occasionné par le mouvement de la matière :

« Et il n'est pas besoin d'imaginer que cette chaleur soit d'autre nature, qu'est généralement toute celle qui est causée par le mélange de quelque liqueur, ou de quelque levain, qui fait que le corps où elle est se dilate »²⁹⁶

Au bout du compte, pour revenir à la nutrition, les agents opératoires de la digestion sont bien le mouvement des particules nutritives et la chaleur que ce mouvement dégage. Un tel modèle de la nutrition la conçoit donc davantage comme un mélange qui préserve l'identité des corps que comme une pénétration intime ou une assimilation réelle : l'altérité de l'aliment n'est pas subsumée sous l'identité de la substance organique, celle-ci semblant n'être au final qu'une agrégation de parties séparées et élues dans la digestion en fonction de leur conformité morphologique – la texture organique du corps vivant est littéralement ce qu'il mange (le sang est un « amas de plusieurs petites parcelles des viandes qu'on a prises pour se nourrir »²⁹⁷). Il devient malaisé, dès lors que la nutrition – saisie comme processus d'agrégation – consacre la distinction des corps, et donc leurs individualités respectives, d'entrevoir comment la physiologie mécaniste permettrait de naturaliser la transsubstantiation.

2.3.3 *Identité du corps et renouvellement de la matière*

C'est pourquoi le modèle mécaniste de la nutrition, insuffisant par lui-même, doit être pensé sur fond d'une théorie dualiste de l'identité du corps humain – puisque ce qu'il s'agit de penser, c'est la manière dont l'âme du Christ informe le pain et le vin, et non comment le corps du Christ est actuellement (physiquement) dans le pain et le

²⁹⁶ AT XI, p. 228.

²⁹⁷ AT XI, p. 250.

vin (thèse qui mènerait tout droit aux accusations de théophagie qu'il s'agit d'éviter). Si le processus physique de nutrition conserve l'identité numérique respective des corps qu'il agrège, le pain et le vin sont néanmoins assimilés au corps qui les mange en vertu de l'union que le corps a avec l'âme, dans la mesure où c'est l'âme avec laquelle il est uni qui confère au corps son identité. En effet, alors que l'identité des corps bruts se réduit à leur configuration matérielle (sous des conditions de composition et de dimension) et est par conséquent précaire²⁹⁸, l'identité du corps humain exigeant un caractère de permanence (caractère rendu nécessaire par la reconnaissance du renouvellement moléculaire de la matière corporelle²⁹⁹) ne saurait être de nature exclusivement matérielle :

« Mais quand nous parlons du corps d'un homme, nous n'entendons pas une partie déterminée, ni qui ait une grandeur déterminée, mais seulement nous entendons toute la matière qui est ensemble unie avec l'âme de cet homme ; en sorte que, bien que cette matière change, et que sa quantité augmente ou diminue, nous croyons toujours que c'est le même corps, *idem numero*, pendant qu'il demeure joint et uni substantiellement à la même âme ; et nous croyons que

²⁹⁸ « (...) car, quand nous parlons d'un corps en général, nous entendons une partie déterminée de la matière, et ensemble de la quantité dont l'univers est composé, en sorte qu'on ne saurait ôter tant soit peu de cette quantité, que nous ne jugions incontinent que le corps est moindre, et qu'il n'est plus entier ; ni changer aucune particule de cette matière, que nous ne pensions, par après, que le corps n'est plus totalement le même, ou *idem numero* », *Correspondance*, AT IV, p. 166

²⁹⁹ « Car il n'y a personne qui ne croie que nous avons les mêmes corps que nous avons eus dès notre enfance, bien que leur quantité soit beaucoup augmentée, et que, selon l'opinion commune des médecins, et sans doute selon la vérité, il n'y ait plus en eux aucune partie de matière qui y était alors, et même qu'ils n'aient plus la même figure ; en sorte qu'ils ne sont *eadem numero*, qu'à cause qu'ils sont informés de la même âme. Pour moi, qui ai examiné la circulation du sang, et qui crois que la nutrition ne se fait que par une continuelle expulsion des parties de notre corps, qui sont chassées de leur place par d'autres qui y entrent, je ne pense pas qu'il y ait aucune particule de nos membres, qui demeure la même *numero* un seul moment, encore que notre corps, en tant que corps humain, demeure toujours le même *numero*, pendant qu'il est uni avec la même âme. », *Ibid.*, p. 167. Voir également : « Mais pour entendre ceci distinctement, il faut considérer que toutes les parties de tous les corps qui ont vie, et qui s'entretiennent par la nourriture, c'est-à-dire des animaux et des plantes, sont en continuel changement ; en sorte qu'il n'y a autre différence entre celles qu'on nomme fluides, comme le sang, les humeurs, les esprits, et celles qu'on nomme solides, comme les os, la chair, les nerfs et les peaux ; sinon que chaque particule de celles-ci se meut beaucoup plus lentement que celles des autres », AT XI, p. 247.

ce corps est tout entier, pendant qu'il a en soi toutes les dispositions requises pour conserver cette union. »³⁰⁰

Si donc la nutrition peut servir de modèle analogique pour l'Eucharistie – et donc permettre de penser une transformation des corps conservatrice de leur identité – c'est parce que la nutrition ne s'accomplit pas seulement sur le plan physique de la machine (c'est-à-dire sur le plan d'une physiologie mécaniste de la digestion préservant la séparation des parties), mais concerne d'abord un corps uni à une âme – âme à laquelle revient la responsabilité de réaliser l'identité numérique du corps au moyen des phénomènes nutritifs. C'est donc l'âme qui informe la nourriture que digère le corps humain, et la fait son corps, bien que cette matière étrangère en demeure matériellement distincte. De la même manière, on doit penser que c'est l'âme du Christ qui informe le pain et le vin et en fait son corps et donc que l'hostie est le corps du Christ, sans qu'il soit pour autant nécessaire de concevoir que le corps matériel du Christ soit actuellement présent dans le pain et le vin que nous mangeons dans l'Eucharistie³⁰¹.

Le dualisme cartésien sur lequel repose en définitive l'identité du corps humain et sa réalisation matérielle par la nutrition, doit donc empêcher de considérer le modèle de l'automate comme une anticipation approximative des théories de l'autorégulation. Qu'il y ait autorégulation dans la machine ne signifie pas que l'autorégulation soit adéquatement pensée. Cette grande fonction de régulation de la machine vivante qu'est la nutrition ne peut en effet être pleinement saisie comme telle puisque, selon le modèle mécanique, la nutrition se borne en réalité à agréger des particules de matière finement broyées et à les intégrer telles quelles dans une structure organique préalablement donnée. En tant que fonction vitale commune à tous les corps vivants (« toutes les parties de tous les corps qui ont vie, et qui s'entretiennent par la nourriture, c'est-à-dire des animaux et des plantes »³⁰²), il ne revient pas à la nutrition d'assurer la persistance d'une identité spécifiquement organique, mais plutôt de fournir les conditions

³⁰⁰ *Ibid.*, p. 166.

³⁰¹ Puisque ce n'est pas le Christ comme homme tout entier qui est présent dans l'hostie, mais seulement une partie, son âme.

³⁰² AT XI, p. 247. Notons au passage qu'avec l'entretien de la matière corporelle par la nutrition, Descartes donne un critère de la vie commun à la fois aux plantes et aux animaux, contrairement à la chaleur cardiaque réservée aux animaux et aux hommes.

physiques du maintien homéostatique de la machine (renouvellement des parties usées par accréation de particules nouvelles), machine dont les parties (sang et organes) ne sont au final qu'un « amas de plusieurs petites parcelles des viandes qu'[elle] a prises pour [se] nourrir »³⁰³, comme nous l'avons vu. De l'auto-régulation il n'y a donc pas d'*auto*, c'est-à-dire ni principe interne et spontané de régulation, ni possibilité pour le système considéré de constituer son indépendance au regard de ce qu'il ingère : la machine ne construit pas elle-même, et pour elle-même, ses caractéristiques. La condition nécessaire et suffisante de la nutrition mécaniquement définie étant une accréation de particules fines à la surface des organes (si une telle accréation se rencontre, alors il y a nutrition), la nutrition physiologique n'assume pas la réalisation de l'identité corporelle – identité dont sont dès lors dépourvus tous les corps vivants qui ne sont pas humains, c'est-à-dire auxquels une âme ne peut s'unir – mais contribue plutôt à faire de tout corps vivant le théâtre d'un renouvellement moléculaire constant. L'identité corporelle, réservée au corps humain, n'est donc pas conférée par des processus organisateurs se déployant au sein d'une matière active, mais par l'action assimilatrice de l'âme sur les nutriments ingérés. Ainsi définie, la nutrition ne peut servir d'outil pour promouvoir une conception unifiée des corps vivants qui soit à la fois strictement physique et consciente de leur spécificité au regard des corps inertes. Indépendamment du modèle de l'automate ou de l'animal-machine, la théorie cartésienne de la nutrition conçoit donc le corps vivant comme un *agrégat* (de particules d'étendue de matière) obéissant aux lois générales de la physique, plutôt que comme un *organisme*, c'est-à-dire comme une individualité biologique responsable de sa propre organisation : l'objectif d'autonomisation des corps vivants de l'action de l'âme l'emporte sur la reconnaissance de leur spécificité au sein du monde matériel, la sujétion du vivant à la mécanique sur la promotion de concepts propres à la réalité physique considérée. Selon F. Chareix la réduction de la physiologie à la physique, par laquelle Descartes fait dépendre l'animation du corps vivant du mouvement et de la structure de l'univers, a pour conséquence que « le corps gagne en autonomie ce qu'il perd en animation spontanée »³⁰⁴. Cependant, cette mécanisation des organismes par laquelle les corps

³⁰³ AT XI, p. 250.

³⁰⁴ Chareix (2003), p. 7.

rompent leur dépendance vis-à-vis de l'âme ne s'accompagne-t-elle pas symétriquement d'une autre perte d'autonomie des corps vivants machines, vis-à-vis de leur créateur ?

2.3.4 *Echec ou puissance du mécanisme ?*

Si la régulation peut en effet se réaliser mécaniquement sans l'intervention d'une âme, comme l'a fort justement montré Duchesneau³⁰⁵, c'est au prix d'une conception de la nutrition (et des autres fonctions vitales) qui repose en définitive sur la préexistence de la structure de la machine, machine dont on sait qu'elle reste sous la juridiction de son artisan créateur³⁰⁶. La régulation qui semble efficace sur le plan de la machine, reste non seulement réglée et ordonnée par le geste créateur initial, mais est encore suspendue à la création continuée. C'est pourquoi, Duchesneau qui décrit cependant l'automate de Descartes comme étant « capable d'autorégulation, programmé pour accomplir toutes les fonctions vitales »³⁰⁷, rappelle les limites d'une telle analogie, la machine restant, au fond, tributaire de la

« constance des effets de l'acte créateur qui se prolongent, après la création de la machine, dans les processus internes de l'automate animé : si le système est autosuffisant sur le plan de l'activité motrice différenciée, c'est que l'ingénieur transcendant continue à faire fonctionner la machine, en utilisant le même pouvoir causal qui a produit l'agencement même de celle-ci. »³⁰⁸

³⁰⁵ Duchesneau (1998) montre que le modèle de l'automate dans ses multiples déclinaisons analogiques (horloge, modèles hydrauliques et pneumatiques, machines à feu) permet de représenter l'autonomie et la régularité des processus vitaux (circulation, force motrice, système neuro-moteur) et de faire l'économie de l'intervention causale de l'âme ou de la raison, pp. 70-71.

³⁰⁶ Voir Canguilhem « Machine et organisme » (2003) [1965], pp. 144-147.

³⁰⁷ Duchesneau *op. cit.*, p. 71.

³⁰⁸ *Ibid.*, p. 72. Duchesneau ne reprend donc pas l'analyse de Grmek (1972) : « (...) an animal-machine is either an automaton with cybernetic regulations and something like a program-tape inserted in it by the First Engineer; or it is a kind of car, or better a very complex factory, which cannot operate without permanent intelligent conduction and supervision. Descartes chose the first logical possibility (...) We can now easily understand why he was not able to express clearly all the meaning of this beast-machine analogy: he was in search for a still non-existing mechanical model. », p. 187.

Pour que la machine s'autorégule, il faut donc que le plan d'organisation et les consignes de régulation soient déjà donnés, il faut que la machine soit déjà construite et fonctionnelle. Mais à tout prendre, c'est la nécessité même pour la machine de se réguler qui disparaît quand est supposée l'action incessante du créateur pour maintenir sa création. Penser l'organisme comme machine, c'est certes évacuer les âmes, les facultés et autres principes chargés d'en expliquer le fonctionnement, mais cela ne revient pas pour autant à débarrasser le corps vivant de toute téléologie – interne ou externe : c'est même poser comme nécessaire le passage de l'une à l'autre, puisque fondamentalement l'organe reste *organon*, outil pour un dessein préalablement réfléchi. C'est davantage encore s'interdire d'en concevoir la génération, puisque le principe de la construction de la machine lui est, par définition, étranger³⁰⁹. Canguilhem a ainsi malicieusement noté qu'avec Descartes non seulement on ne fait « pas un pas hors de la finalité »³¹⁰ (la physiologie mécaniste étant, par principe, pétrie de langage téléologique et fonctionnel), mais qu'en outre les attributs traditionnels de l'organisme (auto-construction, auto-conservation, auto-régulation, autoréparation) deviennent impensables puisque leur possibilité est tout entière rassemblée dans un principe extérieur transcendant³¹¹ : c'est donc l'autonomie du vivant, dans sa formation comme son fonctionnement, qui est définitivement perdue et la reconnaissance de sa productivité propre qui devient impensable.

³⁰⁹ *L'homme* de Descartes ne respecte pas en effet l'ordre méthodologique qui prévaut pour *Le Monde* dans lequel l'explication des phénomènes naturels était fondée par le récit fictif d'une genèse idéale (où on pouvait observer la mise en ordre des éléments matériels par le jeu des lois de la nature) : à rebours, *L'homme* se donne son objet tout formé, sans élucider les mécanismes de la genèse des organismes. Dans le *Discours de la méthode*, Descartes attribue cette méthode *a posteriori* à un manque de connaissance : « De la description des corps inanimés et des plantes, je passai à celle des animaux et particulièrement à celle des hommes. Mais, pour ce que n'en avais pas encore assez de connaissance pour en parler du même style que du reste, c'est-à-dire en démontrant les effets par les causes, et faisant voir de quelles semences, et en quelle façon, la Nature les doit produire, je me contentai de supposer que Dieu formât les corps d'un homme entièrement semblable à l'un des nôtres, tant en la figure extérieure de ses membres qu'en la conformation intérieure de ses organes », AT VI, 45-46.

³¹⁰ Canguilhem, (2003) [1965], p. 147 [115].

³¹¹ *Ibid.*, p. 149 [116]. Canguilhem énonce ainsi les deux postulats sur lesquels repose la théorie de l'animal-machine : « Le premier c'est qu'il existe un Dieu fabricant, et le second c'est que le vivant soit donné comme tel, préalablement à la construction de la machine. Autrement dit, il faut, pour comprendre la machine-animal, l'apercevoir comme précédée, au sens logique et chronologique, à la fois par Dieu, comme cause efficiente, et par un vivant préexistant à imiter, comme cause formelle et finale. », Canguilhem (2003) [1965], p. 144 [113].

On pourrait opposer aux deux principes de cette lecture critique de la physiologie mécaniste – anthropomorphisme technologique et concentration de la téléologie dans le dieu créateur – au moins deux réponses³¹². Une première consisterait à souligner l’aveuglement de cette lecture à la justification interne du modèle de l’automate et de l’animal-machine dans l’économie de la philosophie cartésienne. Descartes pose en effet les principes d’une relation bien spécifique entre nature et artifice, machine et organisme, de sorte que la machine ne doit pas être considérée comme un produit de l’art, mais comme un produit des règles mécaniques de l’art, règles qui valent uniformément pour les êtres qui sont produits par nature et pour ceux qui le sont artificiellement. C’est un principe que Descartes établit très clairement dans les *Principes de la philosophie* :

« (...) car je ne reconnais aucune différence entre les machines que font les artisans et les divers corps que la nature seule compose, sinon que les effets des machines ne dépendent que de l’agencement de certains tuyaux, ou ressorts, ou autres instruments, qui devant avoir quelque proportion avec les mains de ceux qui les font, sont toujours si grands que leurs figures et mouvement se peuvent voir, au lieu que les tuyaux ou ressorts qui causent les effets des corps naturels sont ordinairement trop petits pour être aperçus de nos sens. Et il est certain que toutes les règles des Mécaniques appartiennent à la Physique... en sorte que toutes les choses qui sont artificielles, sont avec cela naturelles. Car, par exemple, lors qu’une montre marque les heures par le moyen des roues dont elle est faite, cela ne lui est pas moins naturel qu’à un arbre... de produire ses fruits. C’est pourquoi, en même façon qu’un horloger..., en voyant une montre qu’il n’a point faite, peut ordinairement juger, de quelques unes de ses parties qu’il regarde, quelles sont toutes les autres qu’il ne voit pas : ainsi en considérant les effets et les parties sensibles des corps naturels, j’ai tâché de connaître quelles doivent être celles de leurs parties qui sont insensibles »³¹³

Les machines sont donc en un sens naturelles, dans la mesure où leurs mouvements – comme ceux des corps inertes et des corps vivants – revêtent un

³¹² Nous reprenons ici l’argumentaire exposé dans Chareix (2003).

³¹³ *Principes de la philosophie*, 203. AT IX, p. 321.

caractère de nécessité qui obéit aux lois de la mécanique. C'est pourquoi Chareix tient que la critique de l'anthropomorphisme inhérent au modèle de l'animal-machine pêche par anachronisme, puisqu'elle projette sur Descartes une conception typiquement kantienne de l'opposition entre machine et organisme, opposition qui repose chez Kant sur la distinction entre force motrice et force formatrice³¹⁴. Mais justement, n'est-ce pas cette adéquation de l'organisme et de la machine, adéquation justifiée par la redéfinition de ce qui est « par nature » (par la naturalisation de l'artifice et l'artificialisation de la nature donc), qui empêcherait Descartes de penser la possibilité d'une telle force formatrice dans le monde vivant et imposerait symétriquement la nécessité d'adjoindre à la machine un principe créateur externe ?

Une seconde réponse à cette lecture selon laquelle la téléologie ferait son retour par effraction dans la philosophie cartésienne, puisque la construction de la machine ne peut se concevoir que sur fond de téléologie divine, consisterait corrélativement à rappeler que chez Descartes il n'existe pas, sur ce point, d'exceptionnalité du biologique au regard de la physique, du vivant au regard de l'inerte. Si la mécanique échoue à rendre compte de la formation première des animaux et des plantes, elle échoue pareillement à expliquer la formation première du monde – toutes deux relevant, dans leurs principes, de l'art divin. En somme, il n'y aurait pas de retour clandestin de la finalité dans le monde biologique parce que « c'est la mécanique elle-même qui est comme finalisée, c'est-à-dire sous la dépendance immédiate d'une nature qui forme, dans toutes ses parties, une totalité organisée par Dieu »³¹⁵. Les corps inertes sont en réalité, tout autant que les machines vivantes, sous la juridiction et la dépendance d'un art divin responsable de la structure de l'univers et du mouvement des corps. Comme le rappelle Chareix, chez Descartes doctrine créationniste et philosophie mécaniste vont de pair si bien que le sort qui est fait aux corps est uniforme pour les inertes et les vivants, la biologie n'étant pas, sur le plan de l'explication de la formation des corps, plus défailante que la physique. Mais si, dans la cosmologie, la formation du monde s'explique en définitive par référence à l'art divin, cela n'empêche pas pour autant d'étudier le mouvement de la matière et la formation des corps indépendamment de cet art : Dieu ayant établi les lois qui doivent gouverner le monde physique, et donc

³¹⁴ Voir Kant (1793) AK V : 374.

³¹⁵ Chareix (2003), p. 13.

transmettre son action, les particules de matière « se démêlent d'elles-mêmes et se disposent » de sorte à produire un monde parfait³¹⁶. Il doit en aller de même pour les corps vivants, dont il faut pouvoir expliquer la formation en leur appliquant le même jeu de causes naturelles qui expliquent celle des corps inertes : expliquer la formation du fœtus comme on explique celle des cristaux donc³¹⁷.

« La multitude et l'ordre des nerfs, des veines, des os et autres parties d'un Animal, ne montre point que la Nature n'est pas suffisante pour les formes, pourvu qu'on suppose que cette Nature agit en tout suivant les lois exactes des Mécaniques, et que c'est Dieu qui lui a imposé ces lois. (...) C'est un exercice où je me suis souvent occupé depuis onze ans, et je crois qu'il n'y a guère de Médecin qui y ait regardé de si près que moi. Mais je n'ai trouvé aucune chose dont je ne pense pouvoir expliquer en particulier la formation par les causes Naturelles, tout de même que j'ai expliqué en mes Météores, celle d'un *grain de sel*, ou d'une *petite étoile de neige*. Et si j'étais à recommencer mon Monde, où j'ai supposé le corps d'un animal tout formé, et me suis contenté d'en montrer les fonctions, j'entreprendrais d'y mettre aussi les causes de sa formation et de sa naissance. »³¹⁸

L'extension de l'hypothèse mécaniste au domaine biologique doit donc apparaître comme uniformisation de l'intelligibilité du monde physique : le vital obéit aux mêmes lois, et est donc passible du même régime explicatif que le physique, et la complexité supposée des corps vivants ne peut constituer un argument suffisant pour refuser le déploiement d'une investigation purement mécanique de leur formation. Il est à ce titre remarquable que Descartes utilise non seulement l'exemple du grain de sel, mais également celui du flocon de neige comme terme de la comparaison dans l'évocation du problème de la formation des corps vivants, et l'on sait que Kant

³¹⁶ *Le Monde*, AT IX, p. 34.

³¹⁷ On sait, comme nous l'avons noté plus haut n. 327, que le projet d'une théorie mécaniste de la formation des animaux a d'abord été abandonné par Descartes en raison des difficultés que les phénomènes lui opposaient. Or ce projet d'une méthode génétique d'engendrement mécanique des phénomènes est repris après le *Discours de la méthode*, et ses résultats sont esquissés dans *La description du corps humain*. La lettre à Mersenne que nous citons s'inscrit dans ce contexte tardif. Sur ce point voir Roger (1993), pp. 140-152 et Duchesneau (1998), pp. 72-81.

³¹⁸ A Mersenne, le 20 février 1639, AT II, p. 525. Cité dans Chareix (2003).

renversera en quelque sorte le principe de cette mise en regard dans l'*Unique argument*³¹⁹. On pourra alors saisir l'étendue qui sépare Kant de Descartes : alors que pour Kant le brin d'herbe et le flocon marquent les limites de l'intelligence en raison de leur minutie et de l'accord apparemment contingent de leurs parties au regard des lois de la nature, chez Descartes le flocon de neige doit au contraire marquer la puissance de l'entendement à réduire l'ordre vital à l'ordre systématique de la mécanique. Sur ce point Chareix défend l'idée d'une modernité radicale du projet cartésien dont aurait hérité la biologie moléculaire contemporaine, et qui consiste à dériver la production de l'organisation vitale d'une « activité immanente de la matière », c'est-à-dire à « montrer que la nature est parfaitement capable d'opérer les subtiles modifications qui conduisent aux organismes »³²⁰. Il n'y aurait donc pas d'opposition entre d'un côté une connaissance transparente et pleinement mécanisée de corps inanimés indépendamment de toute intervention divine, et de l'autre une connaissance confuse et opaque de corps vivants dont l'adéquation structuro-fonctionnelle serait la marque indélébile du créateur dans sa création.

³¹⁹ « On me dira : 'on n'est pas capable de rendre claires les causes naturelles par lesquelles le plus vulgaire brin d'herbe est produit (*erzeugt*) selon des lois pleinement compréhensibles mécaniquement, et on ose se lancer dans l'explication du système du monde en grand ! Mais aucun philosophe a-t-il jamais réussi à formuler seulement les lois de la croissance et des mouvements intérieurs d'une herbe déjà existante, avec la même clarté et la même certitude mathématique que les lois de tous les mouvements des corps célestes. Les deux objets sont d'une tout autre nature. Le grand, l'étonnant est ici infiniment plus intelligible que le petit et l'admirable, et la formation (*Erzeugung*) d'une planète en même temps que la cause de cette force de projection qui la meut et qui détermine ses révolutions se laissent en toute apparence plus facilement comprendre que la *production d'un seul flocon de neige*, en lequel la disposition géométrique en étoile hexagonale offre une allure plus exacte que ne le fait la courbe selon laquelle se fait la révolution d'une planète. » (AK, II, 138). Notons que dans la troisième *Critique* Kant brisera cette solidarité du brin d'herbe et du flocon, pour investiguer ce que la formation et l'organisation du brin d'herbe ont de spécifique au regard de l'inorganique.

³²⁰ Chareix, *op. cit.*, p. 12. Notons qu'une interprétation analogue de la biologie cartésienne avait été défendue par Schiller – qui accordait au mécanisme cartésien la paternité du courant réductionniste dans les sciences de la vie. Voir Schiller (1978) : « L'influence de Descartes sur la marche de la physiologie ne réside pas dans le détail des mécanismes physiologiques invoqués à propos d'un système d'organes, mais dans l'unité de sa conception de la machine organique ; et il ne faut pas confondre sa physiologie déficiente avec l'influence durable qu'elle a exercée sur la méthode expérimentale en physiologie. », p. 14.

2.3.5 Les ontologies cachées de la biologie

Que conclure donc de la capacité du modèle explicatif cartésien à saisir et représenter adéquatement les processus et fonctions spécifiquement vitales ? Entre l'hypothèse de l'échec radical du modèle de l'animal-machine (Canguilhem, Roger) et celle de la modernité subversive d'un projet foncièrement matérialiste (Chareix), quelle interprétation choisir ? Disons-nous que Descartes soit passé à côté du vivant ? Ait échoué à le penser ? Ou pire, l'ait éliminé de sa philosophie ?

Comme nous le rappelions plus haut, de nombreuses thèses divergentes ont été soutenues sur ce point. S. Gaukroger a par exemple montré que le réductionnisme mécaniste de Descartes n'est pas ontologique, mais épistémique, ce qui revient à dire que, dans un tel modèle, les corps vivants ne sont pas actuellement des machines, mais que les corps, leur structure et leurs mouvements, doivent être étudiés de la même manière que la structure et le mouvement des machines le sont, c'est-à-dire en faisant l'économie des âmes, archées, formes, etc.³²¹ A cet égard, on ne pourrait que reconnaître le caractère heuristique du modèle explicatif mécaniste, puisque les « propriétés vitales [y] sont expliquées en terme d'interrelation entre une structure anatomique (la cause) et une fonction physiologique (l'effet) »³²².

Plus récemment, à rebours de ces défenses de l'épistémologie mécaniste, Hutchins a défendu l'idée que Descartes n'était pas réductionniste mais éliminativiste³²³,

³²¹ Gaukroger (2000). Sur cette distinction entre mécanisme ontologique et mécanisme méthodologique, voir également Duchesneau (1998), (2012) [1982] et Des Chene (2005).

³²² Wolfe et Terada (2008), p. 557. Nous traduisons.

³²³ Ces termes qui appartiennent d'abord aux champs de la philosophie des sciences et de la philosophie de l'esprit sont parfois utilisés dans l'interprétation des variantes du mécanisme, en particulier cartésien. Par exemple S. Gaukroger (2000) défend la thèse que Descartes ne prétend pas que les corps sont actuellement des machines – position qu'il qualifie d'éliminativiste – mais qu'ils doivent être expliqués comme des machines – position qu'il qualifie de réductionniste. Plus généralement, nous pouvons saisir la distinction entre ces deux thèses philosophiques de la sorte : si X et Y sont deux entités ou deux domaines d'entités ou de propriétés, le réductionnisme consiste à soutenir que X n'est ontologiquement que du Y, et peut au moins en principe être dérivé ou déduit des propriétés de Y (même si c'est souvent en pratique impossible pour l'instant). Ainsi, qui parle de X en réalité réfère à Y. L'éliminativisme soutient qu'il n'y a que Y, et que « X » ne réfère, strictement parler, à rien. Réductionnisme et éliminativisme ont été beaucoup débattus dans le champ de la philosophie de l'esprit, où il s'agit de statuer sur la réalité des états mentaux (pensée, affects, émotions, etc.), généralement dans un cadre dit « physicaliste » où l'on ne remet pas en cause l'idée que seule la nature physique existe. J. Kim est un authentique réductionniste – il s'oppose par exemple à Fodor ou Putnam qui,

au sens où aucun concept cohérent et unificateur de « vie » ne pouvait être élaboré à partir de sa physiologie³²⁴. Cherchant à reconstruire synthétiquement un tel concept à partir de différentes hypothèses (chaleur cardiaque³²⁵, liste de fonctions vitales, intentions divines), Hutchins montre qu'une telle entreprise est en droit impossible dans la philosophie cartésienne – puisqu'elle impliquerait la reconnaissance d'une distinction ontologique entre le vivant et le non-vivant qui n'existe pas chez Descartes³²⁶. Or selon Hutchins l'ambition cartésienne n'est pas biologique, au sens où Descartes ne chercherait pas à construire une théorie du fonctionnement et des propriétés générales des êtres vivants en tant que tels, (même si Descartes a, à plusieurs reprises, des formules qui suggèrent l'élaboration d'un tel critère distinctif du vivant – en particulier sur l'entretien de la matière organique par la nutrition, principe qui

malgré leur acception du monisme physicaliste, soutiennent que les états mentaux ont une existence autonome (autrement dit, seule la matière existe mais les états mentaux ont toutefois des lois qui leur sont propres) et sont dits « physicalistes non réductionnistes ». Les « neurophilosophes » Patricia et Paul Churchland sont pour leur part éliminativistes : ils soutiennent que les états mentaux, en particulier les croyances et les désirs, par référence auxquels nous expliquons habituellement les actions humaines, n'existent pas plus que les vertus dormitives des médecins moliéresques ou les « tendances » des corps aristotéliens. Selon ces éliminativistes, seules existent les entités et interactions neuronales que les neurosciences vont progressivement découvrir : la phrase « Paul aime le chat » n'a pas plus de signification que « les corps lourds ont tendance à tomber », même si elle fait l'objet d'un consensus pragmatique entre humains, et la vraie description des actions humaines se dira dans la langue des neurosciences. Hors philosophie de l'esprit, un exemple classique de réductionnisme est la température : la « température » d'un gaz dont parle la thermodynamique est réductible à l'énergie cinétique moyenne des molécules d'un gaz, comme le montre la mécanique statistique ; un exemple classique d'éliminativisme serait le phlogistique : cet élément dont parlaient les chimistes jusqu'au 18^{ème} siècle pour indiquer la cause de la chaleur n'a aucune existence réelle comme, l'a montré la chimie lavoisérienne, et les phrases qui parlent du phlogistique ne parlent donc de rien. Le « calorique » (supposé être la substance de la chaleur) serait dans le même cas. Voir Fodor (1974), Putnam (1975), Churchland (1986), Kim (2005).

³²⁴ Hutchins (2016).

³²⁵ Sur la chaleur cardiaque comme critère de vie commun aux hommes et aux animaux, nous renvoyons en particulier à la lettre latine à Morus du 5 février 1649. Ôter la pensée aux bêtes ne revient donc pas à leur ôter la vie si celle-ci ne consiste pas dans la possession d'une âme mais dans un critère purement matériel : ainsi Descartes avance que le corollaire de ce critère est de « n'ôter la vie à aucun animal, ne la faisant consister que dans la seule chaleur du cœur » (« vitam enim nulli animali denego, utpote quam in solo cordis calore consistere statuo ; nec denego etiam sensum, quatenus ab organo corporeo dependet. »), AT, V, p. 278, traduction de Clerselier citée par Bitbol-Hespériès (1990), p. 96.

³²⁶ Voir par exemple les *Principes de la philosophie* I, 48 (AT IX, p. 45) : « la grandeur, ou l'étendue en longueur, largeur et profondeur, la figure, le mouvement, la situation des parties et la disposition qu'elles ont à être divisées, et telles autres propriétés, se rapportent au corps. » ; ou encore la lettre à Régis de juin 1642 : « differentiam inter res vivas et vitæ expertes videris maiorem statuere, quàm inter horlogium aliudue automatum, et clavem, gladium, aliudue instrumentum, quod sponte non movetur : quod non probo » (AT III, p. 566).

n'exclut pas les plantes des choses « qui ont vie »³²⁷) mais plutôt médicale et pratique si bien qu'une telle absence ne constituerait pas en soi un obstacle au développement de sa physiologie. On pourrait même, à bon droit, penser qu'il n'est pas besoin de définir un concept de vie, ou du moins de s'essayer à un tel exercice, pour s'engager dans une biologie³²⁸, c'est-à-dire pour poser et résoudre des problèmes à l'intérieur de ce que Kuhn appellerait la « science normale »³²⁹ : c'est en tout cas ce que défend François Jacob dans la *Logique du vivant* lorsqu'il constate (sans regret) qu'on « n'interroge plus la vie dans les laboratoires », cette absence de questionnement libérant dès lors des forces que le biologiste pourrait plus efficacement investir dans la marche normale de la science – « on s'efforce seulement d'analyser des systèmes vivants, leur structure, leur fonction, leur histoire »³³⁰.

Si nous ne voulons pas suggérer que le succès d'une biologie est tout entier conditionné à la possibilité de définir un concept de « vie », nous voudrions cependant défendre une position adverse, possiblement surannée, dans la mesure où aucun projet biologique ne nous semble ontologiquement neutre au regard de l'objet qu'il instruit. Que la vie soit (éventuellement) impossible à définir ne signifie pas que la biologie ne soit pas sourdement travaillée par des ontologies du vivant qui instruisent en retour le discours et la pratique biologique (que ce soit en termes de programmes de recherches, de modèles, d'outils conceptuels ou de protocoles expérimentaux). A ce titre nous voudrions nuancer le caractère heuristique du modèle de l'automate, puisqu'en refusant la distinction ontologique du vivant et du non-vivant (et du même coup la possibilité de penser leur articulation sans le secours du divin) il nous semble faire écran à l'élaboration d'un certain nombre de problèmes proprement biologiques, au premier rang desquels figurent, nous l'avons vu, l'auto-production et l'autorégulation. Avec Jacques Roger, nous dirions volontiers que c'est la posture de Descartes face au vivant, cette attitude qui consiste à lui appliquer une « imagination de physicien et de géomètre,

³²⁷ Voir notre note 318.

³²⁸ Sur l'absence de consensus dans la définition de la vie, ou sur les diverses manières de la définir, voir par exemple Deamer et Fleishaker (1994), Gayon (2010), Lechermeier (à paraître). Sur le caractère dispensable ou non des définitions de la vie en biologie et les différentes manières de les concevoir dans le contexte d'une épistémologie mécaniste dans la biologie de synthèse, voir par exemple Bognon-Küss, Chen et Wolfe (2018).

³²⁹ Kuhn (1983) [1970], pp. 46-47.

³³⁰ Jacob (1970), pp. 320-321.

ou plutôt une intelligence de mécanicien »³³¹ qui pose problème et qui dès lors enferme la physiologie et la théorie de la formation des organismes dans des schèmes de pensée déficients par rapport à la réalité considérée.

L'automate modélise certes les fonctions vitales, mais il n'en donne à voir que des simulacres – à la manière du canard de Vaucanson qui, prétendant restituer artificiellement la vérité des processus digestifs (chimiques), n'en fournissait qu'un leurre incapable de reproduire l'opération par laquelle un organisme contraint ce qu'il ingère à prendre sa nature³³² : la matière digérée par dissolution dans l'estomac artificiel du canard automate ne produisait pas de la chair, et les excréments qu'il expulsait de son sphincter métallique n'étaient en réalité qu'une pâte que l'on y avait préalablement introduite³³³. Une insuffisance (pas de sanguification au terme de la digestion) et une duperie (excrément non produit par la digestion artificielle) caractériseraient donc la machine de Vaucanson, projetant en quelque sorte cet échec (y compris rétrospectivement) sur toute modélisation mécanique des corps vivants et des processus qui s'y opèrent. On peut cependant, avec Riskin – et un peu à la manière dont Platon louait l'esthétique égyptienne, véridique en ce qu'elle exhibait ses artifices³³⁴ – créditer Vaucanson d'une reconnaissance de l'insuffisance de la machine au regard des processus qu'elle imite – processus organiques et virtuosité musicale (fèces et flûte³³⁵), reconnaissance exprimée par le regret de Vaucanson de ne pouvoir parfaitement reproduire dans la machine ce que les organismes produisent spontanément³³⁶. Ce que la machine signalerait dès lors, dans cet effort pour ressembler

³³¹ Roger (1993), p. 151. Une intelligence mécanicienne du même ordre nous semble également à l'œuvre dans deux des courants contemporains de la biologie de synthèse, à savoir l'ingénierie de circuits génétiques et l'ingénierie de génomes.

³³² Voir Vaucanson (1738), p. 19 : « (...) l'aliment y est digéré comme dans les vrais animaux, par dissolution, et non par trituration, comme le prétendent plusieurs physiciens (...). La matière digérée dans l'estomac est conduite par des tuyaux, comme dans l'animal par ses boyaux, jusqu'à l'anus, où il y a un sphincter qui en permet la sortie ». Pour une analyse détaillée du canard digérateur de Vaucanson nous renvoyons à Cottom (1999), Riskin (2003), (2016).

³³³ Voir Nicolai (1783), tome 1, p. 284 et Robert-Houdin (1858) pp. 104-107, cités par Riskin (2003), p. 609.

³³⁴ Sur l'égyptomanie de Platon nous renvoyons par exemple aux *Lois* et à Joly (1980) chapitre II.

³³⁵ L'autre automate présenté par Vaucanson dans le mémoire de 1738 est en effet le « flûteur automate ».

³³⁶ « Je ne prétends pas donner cette digestion pour une digestion parfaite, capable de faire du sang et des parties nourricières pour l'entretien de l'animal ; on aurait mauvaise grâce, je crois à me faire ce reproche. Je ne prétends qu'imiter mécaniquement cette action en trois choses qui

à son modèle et l'impossibilité à s'y conformer c'est non pas la prétention du mécanisme à saisir la vérité des processus vitaux, mais plutôt le défaut de toute modélisation mécaniste au regard de la vie³³⁷.

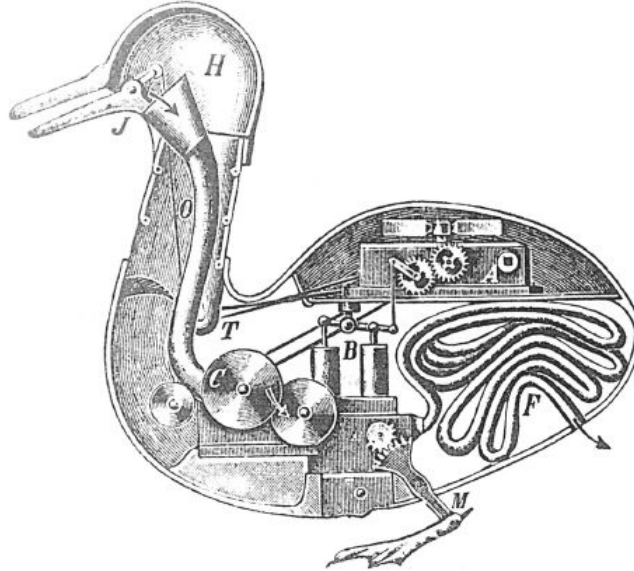


Figure 1 Illustration du 19^e siècle représentant le mécanisme intérieur du canard digérateur de Vaucanson. Tiré de Chapuis et Gélis (1924), tome 2, p. 151.

2.3.6 La complicité de la nutrition et de la génération

L'automate de Descartes ne pouvait donc permettre de penser la productivité du vivant, ou sa capacité formatrice, qui se manifeste dans la nutrition puisqu'il la modélisait comme un processus agrégatif analogue à la croissance des pierres et des cristaux. Descartes scellait en quelque sorte par là l'équation de la nutrition et de la croissance d'une part, de la croissance organique et de la croissance inorganique de l'autre : le résultat d'une telle équation devait consacrer une certaine compréhension de la nutrition comme processus à la fois direct et passif d'augmentation en volume comme de réparation des parties usées d'un organisme dont l'unité (ou l'identité) ne pouvait dès lors être matériellement déterminée (puisque du point de vue de la matière,

sont : 1) d'avalier le grain ; 2) de le macérer, cuire ou dissoudre ; 3) de le faire sortir dans un changement sensible. ».

³³⁷ Symétriquement, on pourrait étudier les travaux contemporains sur la vie artificielle (biologie de synthèse, robotique humanoïde) comme étant différemment affectés par la reconnaissance de cette distinction entre vivant et machine, ou vivant et non-vivant. Sur l'histoire et la philosophie de la vie artificielle voir par exemple Riskin (éd.) (2007).

le corps organique n'était en fait qu'un agrégat). Une telle conception allait persister encore longtemps dans l'esprit des naturalistes pétris de mécanisme jusqu'à ce que soit défaits l'équation entre croissance organique et croissance inorganique dans un premier temps, entre nutrition et croissance ensuite.

On pourrait nous objecter que cette modélisation insuffisante de la nutrition ne signifie pas pour autant que Descartes ait renoncé à penser la productivité du vivant, puisque son embryologie (telle qu'elle s'ébauche dans la *Description du corps humain*) cherchait précisément à rendre raison de l'ontogenèse des êtres vivants, là où l'on se contentait généralement d'ignorer la difficulté – soit en la résorbant dans l'activité organisatrice d'entités immatérielles³³⁸, soit en la renvoyant à la production divine originelle de germes organisés³³⁹. Certes, en faisant à la fois l'économie d'entités immatérielles et de l'hypothèse des germes préexistants, Descartes avait tenté de rendre compte mécaniquement et par des processus exclusivement matériels – consacrant en quelque sorte l'alliance du mécanisme et du matérialisme – de l'ontogenèse des êtres organisés, et donc de la production de l'organisation dans des êtres naturels d'un type spécial³⁴⁰. Mais cette théorie réputée embarrassée et insatisfaisante n'a guère suscité d'émules à la fin du 17^e siècle, sans doute en raison de son inaptitude à modéliser adéquatement, c'est-à-dire avec les seuls outils de sa mécanique et de sa définition de la matière (homogène, inerte), deux choses essentielles : la complexification graduelle de l'organisation d'une part (le passage d'un état non, ou peu organisé, de la matière à un état hautement organisé, fonctionnellement intégré etc.) ; la régularité (la conservation des caractères de l'espèce) comme la plasticité (monstres, mulets, ressemblance

³³⁸ Ainsi, l'épigenèse, dans ses versions primitives et jusqu'au 17^e siècle, avait besoin du recours à des principes immatériels directeurs de l'ontogenèse (formes, âmes, facultés) afin d'expliquer la complexification croissante à partir d'une matière initiale indifférenciée.

³³⁹ Roger (1993) [1971] et Bowler (1971) distinguent la préformation (dominante dans les deux premiers tiers du 17^e siècle) de la préexistence des germes (qui s'impose dans le dernier tiers du 17^e siècle) : tandis que la préformation désigne l'hypothèse de l'existence d'un germe avant la conception et sa formation après fécondation dans le corps d'un des parents (la fécondation déclenchant la croissance), la préexistence – hypothèse plus radicale – postule que ces entités ont été créées initialement par Dieu sous forme de germes emboîtés les uns dans les autres et amenés à se développer dans des circonstances adéquates. Bien sûr, l'hypothèse de la préexistence des germes n'est pas monolithique et il faut distinguer plusieurs courants à la fin du 17^e siècle qui opposent différents types d'emboîtement : dans les œufs (ovisme), les spermatozoïdes (animaculisme), ou panspermie (dispersion des germes dans le monde). C'est l'ovisme qui domine à la fin du 17^e siècle.

³⁴⁰ Voir par exemple Aucante (2006).

imparfaite aux parents) dans l'ontogenèse de l'autre. A ce titre, il nous faut remarquer que le défi de rendre raison simultanément de la régularité et de la plasticité dans l'ontogenèse a suscité des difficultés proportionnellement inverses chez les partisans de l'épigenèse et ceux de la préexistence des germes : là où l'épigenèse explique relativement bien la plasticité, elle peine à rendre raison de la régularité (notamment spécifique) à moins d'admettre des forces vitales immatérielles directrices de l'ontogenèse, inversement, plus une théorie s'éloigne de l'épigenèse, mieux elle explique semble-t-il la régularité, et plus elle peine à rendre raison de la plasticité du développement³⁴¹.

Qu'il fût réel, ou simplement perçu comme tel, la conséquence de cet échec au 17^e siècle fut davantage, semble-t-il, d'inciter à continuer le programme cartésien par d'autres voies que de chercher à pallier les insuffisances de cette épigenèse mécaniste : on adoptera alors assez massivement l'hypothèse de la préexistence des germes³⁴². Celle-ci avait en effet pour avantage de préserver le mécanisme cartésien de l'impasse dans laquelle il s'était engagé en cherchant à expliquer l'embryogenèse, puisqu'elle permettait précisément de faire l'économie d'une telle explication tout en conservant la validité des outils de la mécanique pour l'explication du développement des entités organiques. Or en renvoyant la production de l'organisation vitale à un geste originel divin – qui crée une fois pour toutes tous les germes de tous les organismes vivants amenés à se développer à la surface de la terre – la théorie de la préexistence ne pouvait que nier la réalité de l'ontogenèse elle-même en la réduisant à un simple développement, ou plus exactement à une simple croissance, initiée dans des circonstances adéquates, des germes involués. Mais alors c'est la nutrition elle-même, définie comme simple croissance, qui devenait complice de la préexistence en lui fournissant les principes de son mécanisme.

A la première série de difficultés que nous avons identifiées plus haut (l'équation de la croissance inorganique et de la croissance organique d'une part, de la nutrition et de la croissance de l'autre) s'en ajoutait donc une autre, directement corrélée aux obstacles rencontrés à la fois par l'adoption du mécanisme cartésien et par

³⁴¹ Ce point est traité en détails dans Schmitt (2014).

³⁴² Voir par exemple Malebranche dont la critique du programme d'explication mécaniste de l'embryogenèse le conduit à rejeter catégoriquement l'épigenèse cartésienne et à promouvoir la préexistence des germes : voir Malebranche, *De la recherche de la vérité*, VI, ii, §4 et I, vi, §1.

le constat de son insuffisance, à savoir la complicité de la nutrition et de la préexistence par le truchement de sa définition comme croissance. Afin que ce schème préformationniste³⁴³ de la nutrition, où la nutrition pensée comme croissance devenait un outil pour asseoir la préformation puis la préexistence, se renversât en un schème épigénétique dans lequel la nutrition pouvait être pensée comme un processus d'auto-organisation, il fallait donc d'abord rompre la solidarité des processus organiques et des processus inorganiques et déterminer la spécificité des lois de croissance et d'organisation vitale. Mais cela impliquait corrélativement de rompre avec une conception de la nutrition comme simple croissance opérant sur une structure organique préalablement donnée. Il fallait donc défaire la double corrélation du mécanisme et de la préexistence, des forces immatérielles et de l'épigenèse afin que le constat de « la différence entre la formation des corps vivants et organisés et celle des tourbillons »³⁴⁴ cesse d'impliquer soit la promotion de la préexistence soit l'adoption d'entités directrices immatérielles. Nous voudrions déterminer, dans la suite de ce travail, la part qu'a prise la nutrition, redéfinie comme processus d'auto-organisation, et non plus seulement de sélection – accréation, 1) dans cette séparation, matériellement instruite, du vivant et de l'inerte d'une part, et 2) dans l'émancipation du discours biologique vis-à-vis de la double corrélation mécanisme – préformation, épigenèse – principes immatériels au profit d'une association épistémologiquement féconde entre épigenèse et matérialisme vital.

2.3.7 *Excursus sur l'intussusception*

Bien sûr, comme nous l'avons remarqué plus haut³⁴⁵, l'indistinction entre processus inorganiques et processus organiques, minéraux et vivants, excède en fait largement le cadre de la modélisation cartésienne de l'ontogenèse et des fonctions vitales, en particulier de la nutrition. Si Descartes, réduit le vivant à l'inerte, ou l'élimine de sa philosophie (nous laissons le lecteur choisir l'interprétation qui lui semblera la

³⁴³ Nous n'employons pas ce terme au sens technique (Roger, Bowler) mentionné ci-dessus mais au sens générique de théorie de l'ontogenèse présupposant l'organisation biologique et concevant l'embryogenèse comme développement d'une structure initialement donnée.

³⁴⁴ Malebranche, *op. cit.*, VI, ii, §4

³⁴⁵ Voir la note n. 264.

plus juste), d'autres entament un mouvement inverse dans lequel c'est le vivant qui, pris pour terme de la comparaison, projette hors de lui, sur l'inerte (minéraux, cristaux, métaux), ses propres déterminations. La génération et la nutrition (comprises sous le terme de végétation) sont par exemple précisément invoquées au début du 18^e siècle par le botaniste Tournefort dans sa *Description du labyrinthe de Candie* comme des critères permettant d'homogénéiser les processus organiques et inorganiques, par transfert des processus vitaux opérant dans les végétaux aux minéraux : « L'on ne saurait douter que certaines pierres ne se nourrissent de même que les plantes », écrit Tournefort³⁴⁶. Les propriétés et processus caractéristiques des différents règnes distribuent ainsi la vitalité par degrés, selon une grille de critères fondamentalement changeante, et l'indistinction entre vivant et non-vivant semble se déployer dans des directions opposées où le vivant sert tour à tour d'*explanans* et d'*explanandum*. En somme si les processus de formations organiques (végétaux et animaux) peuvent être réduits à des processus inorganiques (mécaniques), le monde inorganique peut à rebours être pensé à partir de l'organique. Les végétaux (et les animaux) cristallisent, quand les cristaux végétalisent. Entre Tournefort et Kant au 18^e siècle, c'est donc la solidarité des mécanismes propres au brin d'herbe et au cristal ou au flocon de neige (idée banale et répandue, semble-t-il, au début du 18^e siècle) qui devait être rompue afin de pouvoir ressaisir la spécificité du vivant dans des processus d'auto-formation organique.

Ce qui manque au modèle cartésien de l'automate, comme à son miroir inversé, la végétalisation des minéraux, afin de saisir la spécificité des phénomènes vitaux en leur ordre propre, c'est donc la double reconnaissance 1) de l'acte par lequel un organisme confère à l'ingéré ses propres déterminations, c'est-à-dire forme ses propres composants et 2) du mécanisme organique sous-tendant une telle opération – mécanisme différentiel qui sera saisi par Bourguet sous le concept d'intussusception.

³⁴⁶ Tournefort (1702) in *Histoire de l'Académie Royale des Sciences* (1743), pp. 217-234, citation p. 223 ; ou encore : « (...) il y a des pierres qui croissent dans les carrières, qui se nourrissent par conséquent, et que le même suc qui les nourrit sert à rejoindre leurs parties lorsqu'elles sont cassées ; de même qu'il arrive aux os des animaux, ou aux branches des arbres que l'on prend soin d'arrêter avec un bandage. Cela étant, il semble que l'on ne puisse pas douter qu'il n'y ait des pierres organisées. Elles ne sauraient tirer leur suc nourricier que de la terre », p. 222. Dans ce bref traité qui cite pourtant le mémoire de Réaumur sur la formation des coquilles (1709), Tournefort ne reprend pas la distinction qu'avait exposée Réaumur dans son écrit entre croissance par juxtaposition et croissance par intussusception. Cette omission nous paraît significative du projet de Tournefort qui consiste précisément à brouiller les frontières que permettrait de tracer une telle distinction entre l'organique et l'inorganique.

Une telle différence que, par principe, Descartes ne pouvait pas penser, devait permettre, après Bourguet, de tracer une ligne de démarcation nette entre processus organiques et processus inorganiques sans pour autant impliquer de dualisme ontologique entre l'inerte et le vivant.

i. Bourguet et l'intussusception, une fausse généalogie ?

Attribuer à Bourguet et au seul 18^e siècle la primeur de la reconnaissance d'un tel critère de démarcation entre processus organiques (intussusception) et processus inorganiques (juxtaposition) serait cependant erroné. Certes, les *Lettres philosophiques sur la formation des sels et des cristaux* (1729) sont généralement invoquées pour créditer Bourguet de la paternité de cette distinction entre croissance par juxtaposition et croissance par intussusception propre au « mécanisme organique », et l'on cite généralement la page 71 de ladite édition pour attester de cette origine³⁴⁷. Or, à notre connaissance, le mot « intussusception » n'apparaît nulle part dans l'ouvrage de 1729, bien que le concept y soit clairement développé :

« Mais il faut remarquer la différence qu'il y a dans la manière de croître de ces diverses parties : les unes croissent, par l'addition d'une matière qui s'agence par couches, comme en dehors, et l'accroissement se fait dans les autres, c'est-à-dire, dans celles dont la formation est parfaite, comme par exemple dans l'épi, dans la plume, dans la feuille et dans le fruit etc. il se fait, dis-je, par l'addition de nouvelles molécules dans tout l'intérieur à la fois. »³⁴⁸

Au tournant du 18^e siècle, le *mot* est en revanche utilisé explicitement en ce sens par Réaumur dans un mémoire sur la formation des coquilles de 1709, et dans un éclaircissement sur ce mémoire (1716) :

« Un corps peut croître de deux manières différentes ; ou, pour parler selon des idées plus distinctes, les petites parties de matière qui viennent s'unir à celles dont le corps était déjà composé et qui par là

³⁴⁷ Voir par exemple Roger (1979), (1993), Duchesneau (2003), Cheung (2006b), Mensch (2015), Schmitt (2014).

³⁴⁸ Bourguet (1729), p. 71.

augmentent son étendue, peuvent lui être ajoutées par deux différentes voies : ou ces parties ne s'attachent à celles qui composent déjà le corps qu'après avoir passé au travers de ce corps même, y avoir été préparées et en quelque façon rendues propres à occuper la place où elles sont conduites, et c'est ce qu'on appelle ordinairement croître par végétation, et dans l'Ecole croître par *Intussusception*. »³⁴⁹

Si l'on compare l'usage que font respectivement Réaumur et Bourguet du *terme*, on entrevoit clairement comment ce dernier a insisté – sans reprendre le mot – sur l'intériorité du processus organique, qui fait croître les parties vivantes dans l'ensemble de leur volume, et non pas seulement en surface, du dehors. Alors que la formation et la croissance des cristaux s'expliquent, selon Bourguet, par des phénomènes d'agrégation puis d'addition de « molécules » minérales aux surfaces – et ne renvoient en définitive qu'aux propriétés figuratives de la matière (c'est-à-dire à la forme des particules) – les mécanismes qui règlent la croissance des parties organiques font par contraste intervenir des processus d'assimilation interne, permettant d'expliquer qu'un organisme puisse croître dans tout son volume, ou toutes ses parties, en même temps. Dans les êtres vivants cependant, certaines parties obéissent à la première loi d'accroissement : les « couvercles des coquillages tournés en spirale », les ongles et les poils des hommes, ou encore les défenses de certains animaux³⁵⁰. Les autres parties en revanche, celles qui sont tenues pour réellement vivantes, croissent par un processus spécifiquement organique, processus qui ne requiert cependant rien de plus « que du Mécanisme », c'est-à-dire dont on ne puisse rendre compte par « une disposition convenable des organes et [par] une matière assez liquide pour pouvoir y couler et recevoir une impulsion et une configuration proportionnée afin qu'elle se place où il faut »³⁵¹, « mécanisme organique » donc en ce sens qu'il suppose un corps organisé sans lequel l'intussusception n'existerait pas³⁵². L'intussusception n'est donc pas une accréation aléatoire de molécules, ou une simple extension de figure, mais plutôt une

³⁴⁹ Réaumur (1709) in *Histoire de l'Académie Royale des Sciences* (1733) pp. 365-366. Nous soulignons.

³⁵⁰ Bourguet (1729) pp. 71-72.

³⁵¹ « Et comme il n'y a assurément que du Mécanisme dans l'un [accroissement par juxtaposition], il ne paraît pas qu'il y doive avoir rien de plus dans l'autre [accroissement par intussusception]. », Bourguet, *op. cit.*, p. 72.

³⁵² *Ibid.*, p. 64.

transformation par les organes des sucs reçus de « la masse générale du sang », capables de se les approprier par un « mécanisme qui étant le même en tous, le particularise en chacun »³⁵³. En un sens, la nutrition va donc plus loin que la reproduction, puisque s'il est vrai que dans celle-ci l'organique produit de l'organique, dans celle-là des molécules initialement hétérogènes à la substance organique sont adéquatement transformées en matière propre à l'organisme et à son fonctionnement :

« Nous avons vu ci-dessus, qu'au moins un corps organisé peut produire un autre corps, dont l'arrangement est organique. La nutrition va plus avant encore, s'il est vrai, comme l'on n'en saurait douter, que les molécules qui se transforment en chyle, passent dans tout le corps organisé, et s'y arrangent dans des places convenables pour augmenter les dimensions de ses organes »³⁵⁴

L'intussusception désigne donc un processus dirigé d'incorporation et d'assimilation des particules nutritives dans un patron d'organisation ou une structure organique préalablement donnée. Bourguet admet en effet la préexistence du germe dans l'œuf maternel mais en développe une définition originale, puisque le germe ne renvoie pas chez lui à l'existence d'un organisme miniature dont les parties déjà parfaitement formées n'auraient plus qu'à se développer. Le germe doit en effet davantage être considéré comme un moule, une sorte de patron d'organisation, ou de consigne d'information, à l'intérieur duquel les particules de semence paternelle s'immiscent intimement, provoquant son développement et son accroissement. Partisan de la théorie de la double semence, mâle et femelle, et de leur concours respectif dans la reproduction, Bourguet suppose en effet qu'elles sont un extrait des parties du corps³⁵⁵ dont la rencontre et le mélange fourniront au germe les particules de son développement – particules qui sont donc déjà en un sens organisées, puisqu'elles représentent les parties du corps du géniteur dont la semence est issue. Ce sont ces

³⁵³ *Ibid.*, p. 96.

³⁵⁴ *Ibid.*, p. 96.

³⁵⁵ Voir Bourguet (1729), p. 149 : « *Le développement*, qui est la première opération du mécanisme organique, n'aurait jamais lieu, si d'un côté les organes déjà préformés du petit animal n'étaient capables d'un mouvement qui leur est propre, et si d'un autre côté le grand animal ne lui communiquait de sa part, un mouvement nouveau, qui s'accorde parfaitement avec le précédent. Cette *communication* se fait par le moyen d'une *liqueur fort spiritueuse*, qui n'est qu'un *extrait des parties de l'animal qui la communique*. »

particules, dont Bourguet pense qu'elles sont dotées « d'une activité vitale convenable à [leur] figure »³⁵⁶, qui seront finalement assimilées par le germe dans un processus d'intussusception proprement organique. On le devine aisément, un tel réaménagement de la théorie de la préexistence a pour avantage de permettre de rendre compte des phénomènes de double ressemblance des enfants aux géniteurs (double hérédité qu'un ovisme rigide peine à expliquer), mais également de laisser de la place pour les modifications épigénétiques qui peuvent affecter le développement du germe – et donc, en un sens, de penser la plasticité du développement.:

« Le développement se fait donc, par le mouvement réciproque des organes et des liqueurs qui y circulent. Cette addition de nouvelle matière pousse peu à peu les organes qui étaient enveloppés ou plutôt concentrés en eux-mêmes : mais l'arrangement primitif reste toujours, s'il ne survient quelques accidents qui causent les défauts, et produisent les monstres dont les diverses espèces peuvent être facilement expliquées par le mécanisme organique. »³⁵⁷

Nous voudrions ici brièvement anticiper une possible objection sur la question du mécanisme de Bourguet. Si Bourguet, en effet, continue manifestement un programme de réduction mécaniste dans l'étude des corps organisés, il s'agit cependant d'un mécanisme affranchi du cartésianisme, fondé sur la doctrine leibnizienne de l'organisme, ou plutôt sur la doctrine leibnizienne de la « machine organique ». Si en effet Leibniz refuse la thèse d'un mécanisme ontologique en ce qu'il se révèle inapte à penser un concept adéquat de substance (par exemple dans le *Discours de métaphysique* §13 où Leibniz critique la définition du corps comme étendue), il déploie cependant une épistémologie de type mécaniste dans le cadre de la fondation d'une science des phénomènes du vivant qui n'enfreigne pas l'uniformité des lois de la nature. Si l'organique se distingue de l'inorganique, ou le vivant de l'inerte, ce n'est donc pas comme deux sphères de réalité irréductibles, ou deux matières ontologiquement séparées – comme chez Stahl par exemple – mais par une différence de degré entre une organisation finie (inerte) et une organisation infinie (vivant) : les « corps organisés » ou « machines organiques » sont des organisations spécifiques, c'est-à-dire des machines

³⁵⁶ *Ibid.*, p. 66.

³⁵⁷ Bourguet (1729), p. 153.

jusque dans leurs moindres parties, elles sont organisées – leurs parties sont fonctionnellement et hiérarchiquement intégrées – à l’infini. La vitalité chez Leibniz ne se déduit donc pas d’une nature spécifique du vivant qui soit irréductible à l’inerte, mais plutôt d’un certain type d’organisation – infiniment complexe – sans laquelle elle ne pourrait se manifester³⁵⁸.

C’est certainement un mécanisme ainsi renouvelé, nourri d’inspirations chimiques et soucieux de déployer une intelligibilité spécifique au vivant dans le cadre d’un modèle non dualiste, c’est-à-dire compatible avec les lois de la nature, que Bourguet a emprunté à Leibniz, comme en témoigne la définition terminale qu’il donne du mécanisme organique dans les *Lettres philosophiques* :

« Le Mécanisme organique n’est autre chose que la combinaison du mouvement d’une infinité de molécules éthériennes, aériennes, aqueuses, oléagineuses, salines, terrestres, etc. accommodées à des systèmes particuliers, déterminés dès le commencement, et unis à chacun à une activité ou monade singulière et dominante, à laquelle celles qui entrent dans son système sont subordonnées »³⁵⁹.

Pour revenir au concept d’intussusception, notons que l’on retrouvera cependant bel et bien le *mot* sous la plume de Bourguet dans un ouvrage de 1742, le *Traité des pétrifications*. Le terme y apparaît en réalité³⁶⁰ dans une longue citation du *Voyage d’Italie* de Maximilien Misson (1691)³⁶¹. L’occurrence du mot dans un récit de voyage semblerait indiquer qu’il n’est alors pas rare à la fin du 17^e siècle, ni réservé aux seuls traités d’histoire et de philosophie naturelle³⁶².

Il faudrait donc faire remonter l’origine de cette distinction entre croissance par juxtaposition et croissance par intussusception en amont du 18^e siècle, et voir dans quelle mesure elle coïncide, ou non, avec ce qu’elle viendra à désigner par la suite. En

³⁵⁸ Sur la conception leibnizienne de l’organisme, nous renvoyons en particulier à Duchesneau (1995), (2010a), Carvallo (2004), Huneman et Rey (2007), Duchesneau et Smith (2016).

³⁵⁹ Bourguet (1729), pp. 164-165 .

³⁶⁰ Bourguet (1742), p. 73 : « Que ce soit par végétation et par intus-susception, comme quelques uns parlent, à peu près comme croissent les plantes. Que ce soit par juxtaposition et par incrustation, comme se forment les bézoards, tant fossiles qu’autres, et les pierres des reins ; cela n’est présentement pas le sujet ».

³⁶¹ Misson (1722) lettre XXX, p. 314.

³⁶² Nous remercions Stéphane Schmitt d’avoir attiré notre attention sur cette occurrence d’intussusception dans le *Traité des Pétrifications*.

somme, faut-il voir dans l'usage de cette distinction au 18^e siècle, à défaut d'une innovation terminologique, l'indice d'une rupture épistémique, par laquelle le vivant serait saisi comme portion spécifique du monde naturel ? Le terme d'intussusception n'est pas nouveau au 18^e siècle, ni même propre à Bourguet ou à Réaumur, comme nous l'avons vu : on le retrouve à plusieurs reprises au 17^e siècle et Réaumur, en 1709, l'attribue déjà aux scolastiques. « Intussusception » apparaît en effet sous la forme latine *intus-sumptio* dans un texte d'Arriaga (1632), où il est convoqué comme un critère de démarcation entre les processus vitaux (plantes et animaux) et processus inorganiques (feu, minéraux), et donc entre le vivant et le non-vivant :

« (...) les plantes et les autres êtres animés ne croissent pas par juxtaposition : ils croissent par *intus-sumptio*, c'est-à-dire en attirant à travers leurs pores la nourriture divisée en particules ténues, et en les convertissant en eux-mêmes »

ou encore,

« Aucune autre caractéristique ne peut permettre de distinguer les plantes des êtres non-vivants que cette croissance intrinsèque par *intus-sumptio* »³⁶³.

Le terme se retrouve également dans *L'anatomie du corps humain* (1695) de Isbrand van Diemerbroeck³⁶⁴ qui distingue, à propos du développement du fœtus, entre nutrition par juxtaposition (qui désigne une augmentation par adjonction de molécules aux surfaces) et nutrition par assimilation et intussusception, c'est-à-dire nutrition « par

³⁶³ Arriaga (1632), *Disputationes in tres libros Aristotelis De anima* (in : *Cursus philosophicus*, p. 636) : « plantas autem & alia animantia non augeri per iuxta-positionem, sed per intus-sumptionem, id est attrahendo per poros alimentum in minutissimas partes divisum, & in se illud convertendo » ; « Haec est clarissima et notissima differentia plantæ et animalis ab aliis rebus, quam solam puto considerabam ab his, qui nomen commune viventis et plantis et animantibus dedere, quamque dabunt omnes etiam rustici, si rogentur, cur planta vivit, quia scilicet augetur et se nutrit, interiùs succum, cibum, etc. trahendo », *Ibid.*, p. 636. Cité par Des Chene (2000), p. 62. Nous traduisons.

³⁶⁴ Diemerbroeck (1695), traduction française de la 3^e édition parue dans les *Opera omnia anatomica et medica* (1685). La première édition de *L'Anatome corporis humani conscripta* est parue en 1672.

le sang »³⁶⁵. Entre deux occurrences du terme, Diemerbroeck cite également le paragraphe 9 des *Exercitationes* de Harvey, d'où il tire cette distinction :

« Car dit-il, en toute nutrition, et accroissement, la *juxtaposition* des parties et la coction et distribution de l'aliment appliqué, sont également, nécessaires, et celle-ci ne doit pas moins être estimée véritable nutrition que celle-là, puisqu'elle se fait par l'approche, l'apposition, l'agglutination et la transmutation du nouvel aliment. En effet, les pois et les fèves qui attirent par leur tunique le suc de la terre, et qui s'en imbibent comme une éponge, sont dits se nourrir véritablement, et aussi bien que s'ils l'avaient reçu par des orifices des veines. Et les arbres qui reçoivent par leur écorce, la rosée et les pluies, en sont aussi véritablement nourris que par leurs racines. »³⁶⁶

Cependant il nous faut remarquer que la distinction entre nutrition ou croissance par juxtaposition et nutrition ou croissance par intussusception telle que l'exposent Diemerbroeck et Harvey ne sert pas de principe à une partition entre l'organique et l'inorganique, entre un processus spécifiquement vital et un mécanisme minéral, puisque les deux phénomènes décrits sont authentiquement organiques.

A partir de l'inflexion que feront subir Réaumur et Bourguet à ce couple de notions, la distinction entre « apposition » et « intussusception » revêtant alors une dimension partitive certaine entre l'inorganique et l'organique, cette opposition entre un processus spécifiquement vital et un processus mécanique pourra être appropriée, assimilée et reprise (ou déplacée dans le contexte du système de la raison chez Kant³⁶⁷), tout au long du 18^e siècle. Nous la retrouverons sous les plumes de Buffon³⁶⁸,

³⁶⁵ Diemerbroeck (1695), pp. 394-395.

³⁶⁶ *Ibid.*, p. 394.

³⁶⁷ Kant, *Critique de la raison pure* (1781), (B860/1) : « Der szientifische Vernunftbegriff enthält also den Zweck und die Form des Ganzen, das mit demselben kongruiert. Die Einheit des Zwecks, worauf sich alle Theile und in der Idee desselben auch unter einander beziehen, macht, daß ein jeder Teil bei der Kenntnis der übrigen vermißt werden kann, und keine zufällige Hinzusetzung, oder unbestimmte Größe der Vollkommenheit, die nicht ihre a priori bestimmte Grenzen habe, stattfindet. Das Ganze ist also gegliedert (*articulatio*) und nicht gehäuft (*coacervatio*); es kann zwar innerlich (*per intus susceptionem*), aber nicht äußerlich (*per appositionem*) wachsen, wie ein tierischer Körper, dessen Wachstum kein Glied hinzusetzt, sondern ohne Veränderung der Proportion ein jedes zu seinen Zwecken stärker und tüchtiger macht. »

³⁶⁸ Une recherche rapide dans *l'Histoire naturelle* effectuée sur <http://www.buffon.cnrs.fr> donne treize occurrences de « intussusception » et au moins onze occurrences de « susception ».

Maupertuis³⁶⁹, Bonnet³⁷⁰, Blumenbach³⁷¹, Bichat³⁷², Lamarck³⁷³, etc. Pour Bonnet par exemple, l'opposition entre un processus d'accroissement (inorganique) et un processus de croissance (vital) ne fait que rendre manifeste l'inanité des forces mécaniques pour l'explication des êtres vivants : « La nutrition, le développement, et la formation d'un nouvel être organisé sont le produit d'une force inconnue, qui comme celle de la pesanteur, pénètre toute la masse, mais qui n'a rien de commun avec les forces mécaniques »³⁷⁴. Le problème avec Bonnet, comme nous le verrons au chapitre 4, consistera précisément, à partir de cette double reconnaissance d'un écart entre l'organique et l'inorganique et de l'insuffisance corrélative des forces mécaniques à rendre compte de l'organisation vitale, à reconduire, sous la forme du germe préexistant, la nécessité de l'intervention d'une rationalité divine responsable de « la constitution primordiale des parties » sur laquelle pourront seulement travailler les processus physiologiques. En ce sens, la reconnaissance d'un hiatus entre des processus mécaniques d'agrégation et des processus organiques de croissance par intussusception – la rupture donc de la solidarité entre des mécanismes propres au brin d'herbe et au cristal (Bonnet écrit ainsi contre Tournefort qu'« aujourd'hui, les pierres ne végètent plus »³⁷⁵) – ne pouvait constituer une condition suffisante pour que se développe une théorie de la vie comme processus d'auto-formation organique.

Si l'on contraste cet usage de l'intussusception avec celui qu'en fera par exemple Lamarck quelques décennies plus tard dans la *Philosophie zoologique* ou dans le manuscrit « Biologie » de 1800, la rupture semble consommée. L'opposition entre deux types de processus ne vaut plus reconduction d'une législation divine ou instrumentale dans le

³⁶⁹ Maupertuis (1745), vol. 2, p. 43.

³⁷⁰ Bonnet (1762), §170 : « Le développement et l'intussusception suivent ainsi la loi de la constitution primordiale des parties » ; §210 : « Concluons que nous ignorons encore par quels degrés la nature s'élève du minéral au végétal, et quel est le lien qui unit l'accroissement par apposition à celui par intussusception. Le minéral ne travaille pas les sucs dont il est formé : le végétal s'assimile ceux dont il est nourri ».

³⁷¹ Blumenbach (1779), §4 en allemand (« innige Aneignung ») ; et dans la 2^e édition du *Handbuch* (1782), §2 distinction en allemand et en latin (*intus susceptio*).

³⁷² Voir par exemple Bichat (1801), vol. 1, p. 5 : « les corps inorganiques croissent par addition de molécules ».

³⁷³ Lamarck, « Biologie ou Considérations sur la nature, les facultés, les développements et l'origine des corps vivants », Manuscrit inédit, transcrit et édité par Pierre-P. Grassé en 1944, publié dans la *Revue Scientifique*, 82^e année, 1944, pp. 267-276.

³⁷⁴ Bonnet (1762), Ch. 7, §117, p. 79.

³⁷⁵ *Ibid.*, §210.

vivant, ou réintroduction d'un principe immatériel d'organisation, mais permet à l'inverse d'envisager les corps vivants comme sources de leur propre organisation, bref comme s'auto-organisant. Ainsi, les corps vivants ne sont pas formés « par juxtaposition, comme la plupart des masses des matières minérales », c'est-à-dire qu'ils ne sont pas produits « par l'apposition externe et successive de particules agrégées en masse à l'aide des circonstances favorables et de l'attraction », mais une fois qu'ils ont été formés – « soit par un acte direct de vivification de la part de la nature, soit par un acte de reproduction d'individus de son espèce » –, les corps vivants se développent et s'accroissent « par intus-susception, c'est-à-dire par l'introduction, le transport et l'apposition interne de molécules préparées, appropriées, charriées et déposées entre ses parties »³⁷⁶. Pour Lamarck, l'identification d'un tel mécanisme proprement organique se révèle par suite fondamentale dans l'explication des capacités d'auto-formation du vivant, puisque c'est par l'intussusception que l'on rend compte « 1° [des] développements successifs des parties qui composent chacun de ces corps, 2° [de] la formation immédiate de leur substance propre, 3° [des] réparations à leurs pertes ».³⁷⁷ Il nous faudra revenir sur cette insistance commune, qui s'énoncera à partir de la fin du 18^e siècle et que Lamarck portera très haut, sur le rôle de la nutrition comme faculté de composition – décomposition centrale des vivants et dont l'originalité nous semble d'avoir été pensée comme issue possible au problème ontologique de la vie : puisque la nutrition, si elle indiquait une spécificité du vivant au regard de l'inerte, permettrait également de penser l'émergence de l'organisation vitale matériellement, sans que soit enfreint le principe d'uniformité des lois de la nature³⁷⁸. Or cette voie de résolution du

³⁷⁶Lamarck, « Biologie », pp. 273.

³⁷⁷ *Ibid.*

³⁷⁸ Voir par exemple dans la *Philosophie zoologique* (1809) II, ch. 6, p. 68 : « Mais lorsqu'à l'aide des circonstances et de ses moyens, la nature est parvenue à établir dans un corps les mouvements qui y constituent la vie, la succession de ces mouvements y développe l'organisation, donne lieu à la nutrition, la première des facultés de la vie, et de celle-ci naît bientôt la seconde des facultés vitales, c'est-à-dire, l'accroissement de ce corps » ; II, ch. 8, p. 115 : « Les facultés communes à tous les corps vivants, c'est-à-dire, celles dont ils sont exclusivement doués, et qui constituent autant de phénomènes qu' eux seuls peuvent produire, sont : 1) de se nourrir à l'aide de matières alimentaires incorporées ; de l'assimilation continue d'une partie de ces matières qui s'exécute en eux ; enfin, de la fixation des matières assimilées, laquelle répare d'abord avec surabondance, ensuite plus ou moins complètement, les pertes de substance que font ces corps dans tous les temps de leur vie active ; 2) de composer leur corps, c'est-à-dire, de former eux-mêmes les substances propres qui le constituent, avec des matériaux qui en contiennent seulement les principes, et que les matières alimentaires leur fournissent particulièrement ; 3) de

problème de la vie faisait nécessairement intervenir une chimie des processus vitaux par laquelle l'idée d'une spécificité du vivant n'était plus formulée de manière seulement ontologique, mais également physique.

ii. Descartes et l'intussusception

Certes Descartes, dans une lettre au marquis de Newcastle, semble évoquer cette distinction entre croissance par juxtaposition et croissance par intussusception à propos de la croissance des pierres, et la distribuer différentiellement en fonction d'une distinction vivant – non vivant :

« (...) et je les distingue des os, des bois durs et autres parties des animaux et végétaux, en ce qu'elles ne croissent pas comme eux, par le moyen de quelque suc qui coule par des petits canaux et tous les endroits de leurs corps, mais seulement par l'addition de quelques parties, qui s'attachent à elles par dehors, ou bien s'engagent au dedans de leurs pores »³⁷⁹

Mais la croissance n'apparaît pas alors comme un critère permettant de distinguer les processus vitaux des processus inorganiques, puisque la distinction sert également à opposer la croissance des pierres à celle des métaux :

« Je ne sais rien de particulier touchant la génération des pierres, sinon que je les distingue des métaux, en ce que les petites parties qui composent les métaux sont notablement plus grosses que les leurs »

Surtout, la distinction se trouve réinterprétée dans un contexte mécaniste, puisque ce qui pourrait être compris comme intussusception se conçoit en réalité comme une juxtaposition agissant aux surfaces des parties organiques internes. Un

se développer et de s'accroître jusqu'à un certain terme, particulier à chacun d'eux, sans que leur accroissement résulte de l'apposition à l'extérieur des matières qui se réunissent à leur corps ; 4) enfin, de se régénérer eux-mêmes, c'est-à-dire, de produire d'autres corps qui leur soient en tout semblables. »

³⁷⁹ Descartes, Lettre au Marquis de Newcastle, 23 novembre 1646, *Œuvres*, IV, pp. 570-571. Voir Schiller (1978), p. 16.

appendice de l'édition de 1664 du *Monde*, rédigé par Cordemoy³⁸⁰ et dont l'objectif est d'identifier l'intussusception à une juxtaposition explicable en termes de mouvement local, est à cet égard éclairant :

« Pour l'augmentation qui se fait par intus-susception, elle ne diffère en rien de l'autre [par juxtaposition], sinon qu'en la première espèce, les parties qui s'accumulent sont jointes par les extrémités aux parties de la masse qui s'accroît, et que dans la seconde, les parties qui arrivent de nouveau, glissent entre les moindres espaces qui se trouvent entre celles qui composent déjà cette masse, jusqu'à ce qu'elles aient trouvé des endroits un peu plus étroits, qu'il ne faudrait pour les admettre ; de sorte que faisant effort pour y passer, elles sont souvent dans un mouvement assez puissant, pour s'y faire entrée, mais souvent aussi ce mouvement n'étant pas assez fort pour les faire passer outre, elles y demeurent engagées, et croissent ainsi la masse. »³⁸¹

³⁸⁰ *Discours prononcé dans l'assemblée de monsieur de Montmor touchant le mouvement et le repos, pour montrer qu'il n'arrive aucun changement en la matière que l'on ne puisse expliquer par le mouvement local*, pp. 5-6, dans Descartes (1664a).

³⁸¹ Nous remercions Delphine Bellis de nous avoir aidée à retrouver l'appendice de Cordemoy à l'édition de 1664 du *Monde*. Le texte sera sensiblement repris par Cordemoy dans ses *Six Discours* (1666), Discours 2, pp. 30-32 : « [QUANTITÉ.] Quant aux changemens de la *quantité*, si une masse augmente, n'est-ce pas que de nouveaux corps se joignent à ceux qui composent déjà la quantité de cette masse ? Si elle diminue, n'est-ce pas que quelques-uns de ces corps en sont séparés ? Et peuvent-ils être ajoutés ou séparés sans ce mouvement local, que nôtre définition explique si bien ? Qu'un morceau de terre, qui étoit déjà proche d'une pierre, soit tellement remué par la chaleur du soleil, ou par d'autres causes, que ce qu'il y aura de plus humide, en exhale, & que ce qu'il y aura de parties plus solides, s'embarassent de sorte par leurs figures irregulieres, & se serrent tellement les unes contre les autres, qu'enfin il paroisse dans un état tout à fait semblable au reste de cette pierre. Il est certain que cette exhalaison de quelques parties, & ce rapprochement de quelques autres, n'est qu'un mouvement local ; & qu'ainsi cette augmentation de quantité, qui s'appelle communement *Juxtaposition*, peut être expliquée par nôtre définition. Pour cette autre augmentation, qui se fait par *Intussusception*, elle ne differe en rien de l'autre, sinon qu'en la première les parties qui s'accumulent, sont jointes par les extrémités aux parties de la masse qui accroît ; & dans la seconde espèce ces parties qui arrivent de nouveau, glissent entre les moindres espaces, que font entre elles les parties de cette masse, jusqu'à ce qu'elles aient trouvé des endroits un peu plus étroits, qu'il ne faudroit pour les admettre. De sorte que, faisant effort pour y passer, elles sont souvent dans un mouvement assez puissant, pour s'y faire entrée. Mais, souvent aussi ce mouvement n'étant pas assez fort pour les faire passer outre, elles y demeurent engagées, & accroissent ainsi la masse. Comme il arriveroit à une fleche, qui seroit lancée dans un faisceau fait de plusieurs autres : on sçait que quelque étroite que fût leur union, il y auroit toujours des espaces entre elles, où cette fleche s'introduiroit ; & qu'encore qu'elle eût assez de force, pour les écarter un peu les unes des autres, elle pourroit aussi, après avoir perdu tout son mouvement par cet effort, demeurer

C'est donc au prix d'une double subversion du modèle cartésien – subversion du modèle de l'automate, subversion du mécanisme – que pourra s'élaborer une théorie de la vie organique défaisant le lien entre mécanisme et matérialisme d'une part, processus organiques et processus inorganiques de l'autre.

2.4 CONCLUSION

Les modèles de la nutrition que nous avons choisis de présenter – fermentation, mécanisme, génération – ne fournissent certes qu'un catalogue incomplet de la myriade d'options théoriques qui ont été tenues sur la nutrition au 17^e siècle. Néanmoins ils nous ont paru emblématiques des différents sillons qu'il était possible de creuser quant au rôle à attribuer aux processus nutritifs et métaboliques dans la vie organique d'une part, et de la manière de concevoir leurs actions (par des voies chimiques et/ou mécaniques) de l'autre. Plus fondamentalement, ces modèles de la nutrition se sont imposés à nous pour avoir puissamment polarisé les différentes manières de comprendre le rôle de la nutrition dans l'économie vitale dans des discours qui, s'ils n'étaient pas encore de la biologie, allaient en préparer l'apparition tout au long du 18^e siècle. Dans ce chapitre, nous avons voulu éprouver la validité de l'hypothèse d'une corrélation entre conception de la nutrition (processus agrégatif ou processus organisationnel ?), reconnaissance du problème de la vie en son caractère d'anomalie vis-à-vis du monde inorganique, et développement de moyens d'investigation spécifiques (en particulier chimiques) pour en concevoir l'organisation matérielle. A ce titre, il nous est apparu que l'investigation des moyens matériels soutenant la réalisation des processus nutritifs (et en particulier la digestion) au 17^e siècle a constitué un foyer d'élaboration de problèmes et de concepts destinés à saisir la spécificité des êtres vivants. Bien entendu, nous ne voulons pas suggérer par là que l'enquête sur la digestion, et plus généralement la nutrition, ait été l'unique source de développement d'une telle intuition du problème de la vie : la génération en est une autre, sans doute

engagée entre les autres, & accroître ainsi le faisceau, qui pourroit augmenter d'autant de fleches, qu'on en pourroit tirer entre celles qui le composent.». Nous remercions Peter McLaughlin d'avoir porté cet extrait à notre connaissance.

bien plus évidente. Pour autant, comme nous l'avons déjà vu avec Aristote, comme nous l'avons remarqué avec la complicité de la nutrition et des théories préformationnistes de la génération, et comme nous le constaterons à nouveau chez Bonnet, Buffon, C. F. Wolff ou Kant, l'association robuste entre nutrition et génération nous conduit à nuancer les effets d'une telle distinction, et de la hiérarchisation qui lui est généralement corrélée, entre nutrition et génération – reproduction dans l'élaboration d'un statut spécifique des vivants.

Dans le cadre de la modélisation des opérations vitales au 17^e siècle, nous avons montré que la nutrition permettait de poser la question de la spécificité des modes d'être et d'agir des corps vivants au regard des corps bruts d'une part et des artefacts de l'autre, puisqu'elle devait conduire la réflexion vers les conditions métaboliques de réalisation de l'identité biologique et la productivité propre des organismes – productivité qui devait être pensée soit comme capacité d'informer la matière nutritive (Van Helmont), soit comme processus organisateur analogue à la génération (Charleton)³⁸² – deux critères qui allaient engager la réflexion sur la voie d'une différenciation, matériellement instruite, du vivant et de la nature inerte.

³⁸² Voir *Natural history of nutrition, life and voluntary motion*, 1659, texte dans lequel Charleton propose que « La nutrition n'est rien d'autre qu'une génération continuée – aussi nécessaire à la conservation de l'individu que la génération l'est à la conservation de l'univers ».

Chapitre 3. TRANSITION. NUTRITION, CHIMIE, VIE

3.1 DU MECANISME MATERIALISTE AU MATERIALISME VITAL

3.1.1 *Le matérialisme est-il par essence inerte ?*

On peut à bon droit considérer que la physiologie cartésienne, et la modélisation corrélative de l'organisme comme machine, a permis l'essor d'une attitude matérialiste face au vivant au sens où ce dernier, saisi comme matière (étendue) et mouvement local, n'obéissait – sur le plan de sa formation et de ses fonctions – qu'aux lois de la mécanique, principe qui avait pour avantage de débarrasser les corps de leur dépendance vis-à-vis des entités immatérielles censées les gouverner. Néanmoins cette équation du matérialisme et du mécanisme, ou plutôt du physicalisme et du mécanisme, malgré un gain épistémique indéniable, ne pouvait que faire avorter le projet d'une science biologique qu'elle contribuait pourtant à initier (dans son versant réductionniste). Or si, comme le souligne Zammito (2017), l'on a pu interpréter (positivement) l'essor d'un mécanisme matérialiste, celui de Hobbes ou de Descartes³⁸³, comme un antidote sûr aux figures ennemies du discours scientifique – résidus d'âmes, d'archées, et de facultés cherchant à se réintroduire dans la machine – et comme un

³⁸³ Ou, pour nous exprimer plus justement, nous dirions que Descartes a promu une théorie mécaniste de la matière au sein d'un dualisme de la substance.

socle certain pour l'édification de la science moderne³⁸⁴ (sous la catégorie de « Révolution scientifique » par exemple), l'équation (fallacieuse) du mécanisme et du matérialisme a également servi de matrice pour disqualifier (ou faire écran à) d'autres expressions, plus tardives, du matérialisme. Ainsi, l'ombre de ce matérialisme mécaniste, inerte donc, a été rétrospectivement (et négativement) projetée, comme le rappelle justement Wolfe (2016), sur le matérialisme du 18^e siècle – jugement que l'on trouve déjà chez Kant (« le matérialisme au contraire tue tout si l'on y regarde bien »³⁸⁵) et dont on sait qu'il fut par exemple vigoureusement endossé par Engels³⁸⁶ :

« Le matérialisme du siècle précédent était surtout mécaniste, parce que, à cette époque, de toutes les sciences de la nature, seule la mécanique, et encore seulement celle des corps solides – célestes et terrestres – bref, la mécanique de la pesanteur, était arrivée à un certain achèvement. La chimie n'existait encore que dans sa forme enfantine, phlogistique. La biologie était encore dans les langes ; l'organisme végétal et animal n'avait encore été étudié que grossièrement et n'était expliqué que par des causes purement mécaniques ; pour les matérialistes du 18^e siècle, l'homme était une machine, tout comme l'animal pour Descartes. Cette application exclusive du modèle de la mécanique à des phénomènes de nature chimique et organique dans lesquels les lois mécaniques agissent assurément aussi, mais sont rejetées à l'arrière-plan par des lois d'ordre supérieur, constitue une des étroitesse spécifiques, mais inévitables à cette époque, du matérialisme français classique. »

³⁸⁴ Voir par exemple Gillipsie (2016) [1960], Westfall (1971). Cependant, à l'inverse, on peut rappeler avec Wolfe (2016) que le matérialisme est une catégorie historico-philosophique fondamentalement polémique, définie essentiellement par ceux qui s'y opposent et n'ayant pas initialement pour objectif de caractériser positivement un contenu de doctrine philosophique, mais plutôt de le réfuter. *L'histoire du matérialisme* de Lange (1872) est ainsi par exemple une histoire orientée par la réfutation de son objet.

³⁸⁵ Voir par exemple les *Rêves d'un visionnaire* : « L'hylozoïsme anime tout, le matérialisme au contraire tue tout si l'on y regarde bien », in Kant (1989), p. 63.

³⁸⁶ Engels (1976) [1888], *Ludwig Feuerbach et la fin de la philosophie classique allemande*. II : Idéalisme et matérialisme. Wolfe (2016) tient que ce jugement de Engels a servi en retour de creuset pour la mésinterprétation du matérialisme du 18^e siècle (et plus généralement de tout matérialisme), comme d'un matérialisme réduisant tout (vie, esprit) à la matière inerte, morte. Voir par exemple Vassails (1951) à propos de l'article « Mouvement » de l'*Encyclopédie*.

Nous voudrions, en défaisant ce lien présumé nécessaire entre matérialisme et mécanisme³⁸⁷, qui conduit à une erreur d'interprétation massive sur le matérialisme français du 18^e siècle (prétendument aveugle à la spécificité du vivant et ignorant de chimie), faire porter l'attention sur le déploiement d'un matérialisme vital, ou d'un vitalisme matérialiste³⁸⁸ impulsé ou façonné par l'étude de la nutrition et de la manière dont les corps vivants subsistent, se régulent et se produisent en assimilant des matières étrangères.

3.1.2 *Le vitalisme est-il par essence immatériel ?*

Comme l'a défendu Wolfe (2016) il s'agit donc d'interroger avec suspicion et en même temps – afin d'observer la manière dont elles interagissent l'une sur l'autre – les catégories de matérialisme et de vitalisme telles que la tradition historiographique les a construites, projetant sur le passé des significations qui leur sont partiellement étrangères. Puisqu'en effet si le matérialisme a été en quelque sorte victime de ce jugement rétrospectif, il n'en va pas autrement du vitalisme qui partage avec lui le fait d'avoir surtout été employé de manière polémique, en vue de désigner et caractériser (ou plutôt caricaturer) son adversaire. Le terme « vitalisme » n'est en effet pas le fait des médecins montpelliérains du 18^e siècle qualifiés rétrospectivement de « vitalistes »³⁸⁹.

Contentons-nous pour le moment d'indiquer que le qualificatif de « vitaliste » consiste souvent à prêter à autrui l'affirmation selon laquelle les processus vitaux ont une cause immatérielle, nommée principe vital. Une caricature assez répandue du vitalisme consiste donc à affirmer que cette doctrine enveloppe par nature la négation, éventuellement implicite, des conditions physico-chimiques des phénomènes vitaux.

³⁸⁷ Une autre stratégie consisterait à complexifier ce que l'on entend (caricaturalement et uniformément) par « mécanisme », à la fois au 17^e siècle – nous avons à peine esquissé la complexité de cette question au second chapitre – et au 18^e siècle. Sur ce point, les historiographies insisteront par exemple sur le rôle joué par Newton et Leibniz dans la révision du mécanisme au début du 18^e siècle et sur sa réception donc au cours du siècle. Voir également Gabbey (2002), Garber et Roux (2013), Bechtel (2013).

³⁸⁸ Sur ce point, nous renvoyons au livre de C. T Wolfe (2016) sur le matérialisme, en particulier à l'introduction « Materialism, opprobrium and the history of philosophy », pp. 1-20.

³⁸⁹ On considère généralement que c'est Charles-Louis Dumas qui introduit le mot en 1800 dans ses *Principes de physiologie, ou introduction à la science expérimentale, philosophique et médicale de l'homme vivant*. Voir Rey (2000), Williams (2003).

Dans ses *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux végétaux et aux animaux*, Claude Bernard affirme par exemple que « (...) la doctrine vitaliste conclut nécessairement à l'indéterminisme »³⁹⁰. L'accusation est grave, puisque pour Claude Bernard le déterminisme³⁹¹ désigne la condition de possibilité de la science expérimentale qui, appartenant à la physique et à la chimie, consiste à rattacher « les phénomènes naturels à leurs conditions d'existence ou à leurs causes prochaines »³⁹². Le principe du déterminisme revêt, chez Claude Bernard, deux aspects sensiblement différents, mais pas clairement distingués. Il désigne d'abord un principe général d'uniformité des lois de la nature dans les sciences expérimentales, qui s'appliquent uniformément aux êtres inorganiques et organiques, et désigne également le déterminisme d'un phénomène, qui est défini comme la cause prochaine ou la condition nécessaire de l'apparition d'un phénomène³⁹³. En l'accusant d'être indéterministe, Claude Bernard exclut donc le vitalisme du champ de la science expérimentale. L'argument mis en place est fort : puisque le vitalisme affirme que les manifestations vitales sont causées par « l'action spontanée et efficace et comme volontaire et libre d'un principe immatériel »³⁹⁴, le principe vital ou la force vitale, il nie les conditions physico-chimiques des phénomènes vitaux, un déterminisme ne pouvant être que de nature physico-chimique. Autrement dit, c'est parce que le vitalisme fait d'un principe vital immatériel la cause des phénomènes vitaux qu'il est indéterministe. Conséquence : avec la doctrine vitaliste, telle que la caractérise Claude Bernard, le physiologiste est réduit au statut de simple spectateur, il n'est pas un *expérimentateur* (puisque'il ne peut agir sur les causes des phénomènes, celles-ci étant immatérielles), et les sciences physiologiques sont seulement conjecturales, et non pas *certaines*. L'adoption du déterminisme physiologique, qui doit caractériser la médecine expérimentale, et selon lequel « chaque phénomène vital, comme chaque phénomène physique est invariablement déterminé par des conditions physico-chimiques qui, lui permettant ou l'empêchant d'apparaître, en

³⁹⁰ Bernard (1878), vol. I, Leçon 1, p. 57.

³⁹¹ Pour une analyse du déterminisme chez Claude Bernard, voir Gayon in Lesieur (dir.) (1998) pp. 183-197.

³⁹² Bernard (1865), Deuxième partie, ch. 1, p. 103

³⁹³ « L'ensemble des conditions déterminantes d'un phénomène entraîne nécessairement ce phénomène » Bernard (1878), p. 56.

³⁹⁴ *Ibid.*, p. 56.

deviennent les conditions ou les causes matérielles immédiates ou prochaines »³⁹⁵, commande donc le rejet catégorique de cette doctrine. Reste à savoir si ce que Claude Bernard vise sous le nom de vitalisme s'applique bien à tout vitalisme, ou s'il n'est conforme qu'à une certaine forme – radicale – de vitalisme, qui lui serait contemporaine³⁹⁶. Déterminer cela n'est pas négligeable dans la mesure où la critique de Claude Bernard, devenue matrice des critiques du vitalisme³⁹⁷, s'adresse au vitalisme pris comme terme générique.

Or il n'est pas certain que la médecine vitaliste de l'école de Montpellier au 18^e siècle puisse être décrite comme une doctrine métaphysique invoquant des causes immatérielles pour expliquer la spécificité des phénomènes vitaux. Le vitalisme des Lumières, celui de Théophile de Bordeu, de Paul-Joseph Barthez ou de François Boissier de Sauvages, s'oppose en effet principalement à une explication mécaniste du vivant, c'est-à-dire à l'idée que les vivants peuvent être adéquatement et totalement expliqués comme des systèmes complexes relevant des lois de la mécanique. Partant du principe qu'on ne saurait comprendre le vivant en expliquant le tout à partir de ses parties – comme le fait le mécanisme –, ces vitalistes développent une autre méthodologie qui considère l'organisme comme une totalité intégrée et orientée vers l'accomplissement de ses fonctions à travers le modèle de l'*économie animale*. Or ce faisant, ils ne prétendent pas que les phénomènes vitaux sont au-delà de toute causalité matérielle. Parce qu'il est d'abord une pensée polémique à l'égard de tout réductionnisme (au 18^e siècle, « iatrochimie » et « iatromécanisme », puis biochimie, biologie moléculaire, etc.), défendant la thèse de l'irréductibilité des propriétés et processus vitaux à une suite de processus inorganiques, le vitalisme revêt de multiples

³⁹⁵ *Ibid.*, p. 56.

³⁹⁶ On pourrait également se demander si les visées du texte (établir les principes de la médecine expérimentale) ne l'emportent pas sur la caractérisation précise de la doctrine, utilisée comme repoussoir, et ne sont pas ici sources de confusion.

³⁹⁷ Par exemple Nagel (1961) ; Hempel (1966), trad. fr., (1972), pp. 157-159 ; Monod (1970). Plaidant en faveur d'une réduction de la biologie à la physique et à la chimie, Hempel s'oppose à la thèse de « l'autonomie de la biologie » ou de son irréductibilité : cette opposition doit, selon lui, remplacer l'opposition traditionnelle entre vitalisme et mécanisme. Or pour Hempel, le vitalisme n'est pas seulement la thèse de l'irréductibilité de la biologie, c'est aussi la thèse selon laquelle il existe des « facteurs relevant d'un autre ordre que les facteurs physico-chimiques », thèse irresponsable puisqu'elle contrevient au physicalisme. Hempel conclut donc que seul le mécanisme peut être une maxime heuristique en ce qu'il enjoint à l'homme de science de persister dans sa recherche de théories physico-chimiques fondamentales des phénomènes biologiques. Voir également Gayon (2011).

formes, qui vont de la réflexion sur une méthode propre aux sciences du vivant (P.-J. Barthez), à l'élaboration de doctrines métaphysiques (J. Lordat) en passant par l'affirmation que l'étude de ces phénomènes exige une certaine attitude face au vivant (G. Canguilhem).

Il convient donc de réévaluer la thèse d'un refus vitaliste de l'application de la physique et de la chimie à l'étude des êtres vivants. Cette thèse, défendue par Claude Bernard en particulier, passe insensiblement de la critique vitaliste des tentatives réductionnistes de la physique et de la chimie au refus catégorique de leur intervention dans l'explication des processus vitaux. Or, quoique ce passage soit assumé par Bichat³⁹⁸, il n'est pas certain qu'il décrive adéquatement l'attitude des vitalistes montpelliérains du 18^e siècle vis-à-vis des sciences empiriques, en particulier de la chimie. Dans la lignée des travaux de Wolfe qui a montré que malgré leur refus d'une modélisation mécaniste des corps vivants les vitalistes étaient globalement matérialistes, il devient nécessaire de dresser un portrait non métaphysique du vitalisme.³⁹⁹ Le principe vital est, par exemple, pour Paul-Joseph Barthez une faculté attachée à cette combinaison de mouvement et de matière qu'est un corps vivant – principe quant à la nature duquel il n'est pas permis de spéculer: « La chose qui se trouve dans les êtres vivants et qui ne se trouve pas dans les morts, nous l'appellerons Âme, Archée, Principe vital, X, Y, Z, comme les quantités inconnues des géomètres. »⁴⁰⁰

Comme l'a montré François Pépin dans *La philosophie expérimentale de Diderot et la chimie*, le vitalisme ne s'est pas construit ni pensé comme un empire dans un empire, mais au contraire, en tant que science du vivant, comme science empirique revendiquant son autonomie épistémologique par rapport à la physique (mécanique corpusculaire et mécanique rationnelle), situation qu'il partage alors avec la chimie⁴⁰¹. L'auteur y voit la raison d'une convergence entre la médecine vitaliste et la chimie, et met en lumière le rôle actif que celle-ci a joué dans une interprétation non mécaniste,

³⁹⁸ « La physique, la chimie etc. se touchent, parce que les mêmes lois président à leurs phénomènes ; mais un immense intervalle les sépare de la science des corps organisés, parce qu'une énorme différence existe entre leurs lois et celles de la vie. Dire que la vie est la physique des animaux, c'est en donner une idée extrêmement inexacte ; j'aimerais autant dire que l'astronomie est la physiologie des astres. », Bichat, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, (1994) p. 123.

³⁹⁹ C. T. Wolfe, M. Terada (2008).

⁴⁰⁰ Barthez (1806). p. 16

⁴⁰¹ Voir Pépin (2011), (2012).

mais néanmoins matérialiste, des phénomènes vitaux : l'étude des substances organiques par la chimie (analyse élémentaire et étude des mixtes) apparaît comme une tentative pour comprendre les propriétés et processus spécifiquement vitaux sans pour autant séparer le vivant des autres règnes. C'est pourquoi les critiques vitalistes⁴⁰² suscitées par les difficultés théoriques et expérimentales rencontrées par l'analyse élémentaire (comment la voie analytique peut-elle rendre compte des synthèses organiques ?) ne doivent pas être interprétées comme un rejet de principe de la chimie, mais au contraire comme une réflexion sur la pertinence et les conditions d'élaboration d'une chimie du vivant. Si donc pour les vitalistes les synthèses organiques produisent des propriétés irréductibles à celles de leurs constituants élémentaires (révélées par l'analyse), cela n'implique pas de leur part une négation du déterminisme. En effet, bien que pour Claude Bernard le déterminisme physiologique enchaîne les phénomènes vitaux aux conditions physico-chimiques de leur manifestation ou de leur existence, il ne conclut pas à la réductibilité des propriétés du vivant à celles de ses composants physico-chimiques – et de l'aveu de Claude Bernard lui-même, une telle réduction semble alors hors de portée (la synthèse organique est autre chose que la somme des éléments isolés par l'analyse). Comme le montre l'étude des liens qu'ils tissent avec la chimie, les médecins vitalistes ne contestent pas que les phénomènes vitaux soient ordonnés à des conditions physiques et chimiques d'existence, même si les insuffisances de l'analyse élémentaire semblent les conforter dans l'idée que l'étude du vivant nécessite le recours à des principes explicatifs supplémentaires.

A la suite de Wolfe, nous sommes donc à la recherche d'une sorte de troisième voie, entre les caricatures antagonistes d'un matérialisme mort et d'un vitalisme immatériel, c'est-à-dire d'un matérialisme à la fois vital et réductionniste, autrement dit attentif aux prestations spécifiques des êtres vivants (téléologie, intégration fonctionnelle, autoproduction, autonomie, etc.) sans pour autant déborder du plan de la matière – matière qu'il faudra dès lors concevoir comme étant *a minima* hétérogène et active, à défaut de la considérer comme actuellement vivante. Dans la genèse et le déploiement de ce matérialisme vital ou incarné (que Zammito (2017) interprète comme une réaction au matérialisme mécaniste, inerte du 17^e siècle), c'est l'épigenèse

⁴⁰² Par exemple, Bordeu dans sa dissertation sur la digestion (1752) et dans l'*Analyse médicinale du sang*, ou plus tard en 1798, Isaac Gausson dans ses *Réflexions sur l'application de la chimie à la médecine*.

qui, pour Wolfe, devient comme le *leitmotiv*, le pivot de l'analyse et le concept central permettant de promouvoir une conception de la matière comme hétérogène et active, douée de propriétés auto-organisationnelles, au carrefour d'une stratégie philosophique matérialiste assumée et des débats empiriques et expérimentaux⁴⁰³. L'épigenèse aurait en effet cet avantage qu'elle permettrait de connecter des champs hétérogènes du discours dans un mouvement prolifique et stimulant : médecine, théories de la génération, matérialisme philosophique⁴⁰⁴. Ce critère d'épigénéticité permettrait en outre de rompre définitivement avec le schème instrumental dans lequel l'organisme était jusqu'alors pensé, en tant qu'articulation d'organes (*organon*) existant pour le tout, pour lui substituer un schème de l'organisme dans lequel les parties se produisent mutuellement les unes les autres en vue du tout – mouvement dont on sait qu'il sera sanctionné à la fin du 18^e siècle par la compréhension kantienne des êtres organisés comme fins naturelles dans la *Critique de la faculté de juger*⁴⁰⁵. Il faut remarquer alors que l'épigenèse, si elle concerne prioritairement la reproduction des organismes et l'embryogenèse, est également pensée dans le cadre d'une réflexion plus générale sur l'auto-production des organismes par eux-mêmes, auto-production qui déborde par conséquent le strict cadre temporel du développement embryogénétique.

3.1.3 La nutrition comme stratégie pour un matérialisme vital

Or, comme nous l'avons déjà établi au chapitre précédent, il fallait, pour qu'un tel critère s'impose, que l'épigenèse rompe d'abord avec les forces immatérielles organisatrices qui lui étaient traditionnellement associées, et pour cela que l'on détermine les mécanismes qui puissent adéquatement diriger les processus ontogénétiques. Or comme nous le montrerons dans la suite de ce travail, que ce soit chez Diderot, Kant, ou C.F Wolff (mais pas exclusivement) le développement d'un tel critère d'épigénéticité semble intimement corrélé à la possibilité de redéfinir les opérations de nutrition comme des opérations organisatrices, caractérisant le vivant

⁴⁰³ Wolfe (2014a), p. 187.

⁴⁰⁴ Voir également Duchesneau (1997), Rey (2000), Pépin (2011), Wolfe (2014a).

⁴⁰⁵ Le rôle de ce critère d'épigénéticité dans l'élaboration d'un concept d'organisme chez Kant a fait l'objet de l'étude de Huneman (2008a).

comme une certaine productivité. La possibilité de redéfinir la nutrition loin de sa modélisation mécaniste (accrétion aux surfaces) et de son rôle simplement réparateur, nous semble par conséquent avoir joué un rôle décisif dans l'élaboration de ce critère d'épigénéticité au 18^e siècle au sens où elle pouvait subvertir, en la renversant, l'alliance traditionnelle de la nutrition et de la préformation. Nous proposons donc que la désolidarisation de l'épigénèse et des forces immatérielles s'est accompagnée de, ou fut soutenue par, un travail de redéfinition de la nutrition comme fonction d'auto-production organique.

Dans cette histoire du développement d'une pensée biologique, nous voudrions donc proposer un décentrement par rapport à l'objet qui polarise habituellement les travaux historiographiques, ou l'interprétation philosophique – soit l'embryogenèse – et indiquer le rôle qu'a joué la nutrition, expérimentalement et théoriquement, dans la destitution de ce modèle mécaniste et dans l'émergence corrélative d'un matérialisme vital, en particulier dans la mise en évidence progressive de l'insuffisance de la mécanique au profit d'une chimie des opérations et de l'organisation vitales. Nous montrerons que cette stratégie a été cruciale dans le développement des théories de l'épigénèse au 18^e siècle. Autrement dit, ce qu'il nous importe de saisir, c'est la contribution des travaux sur la nutrition à l'émergence du problème ontologique de la vie et à l'élucidation des processus matériels (chimiques) qui la soutiennent, puisqu'il nous semble que c'est en partie dans le sillon des problèmes que soulève la nutrition (comme nous l'avons esquissé à propos du concept d'intussusception) que se pose la question de la distinction entre processus organiques et inorganiques, corps vivants et corps bruts.

3.2 SEPARER L'INORGANIQUE ET L'ORGANIQUE. STAHL : CHIMIE, ORGANISME, METABOLISME

3.2.1 La vie comme problème ontologique

Dans ce qui suit nous nous intéressons à la manière dont la vie a émergé comme problème ou fut constituée comme catégorie ontologique spécifique, c'est-à-dire à la manière dont le vivant a été progressivement séparé de l'inerte à partir de la conception stahlienne de l'organisme et au rôle assumé par la conceptualisation des processus métaboliques dans cette séparation, rôle dont nous verrons qu'il est intimé par la manière dont Stahl théorise la chimie du vivant comme espace de lutte contre la corruption. Si pour le médecin de Halle la vie doit être conçue comme irréductible à l'inorganique, et donc aux lois mécaniques qui règnent sur les corps inertes, c'est parce qu'elle se signale d'abord comme une composition matérielle instable, soumise à des forces chimiques de décomposition (en particulier fermentatives), et donc comme un équilibre instable et dynamique qu'un principe formel de résistance est chargé de maintenir par une série de processus physiologiques harmoniquement déterminés. Dans cette économie vitale qui est d'abord une économie de la lutte, les phénomènes de nutrition sont amenés à remplir un rôle stratégique puisque, comme Stahl le précise dans un traité introductif à la *Theoria medica vera*, le *De vera diversitate corporis mixti et vivi*, « le principe actif de la vie est aussi le principe de la nutrition » (§27)⁴⁰⁶. Nous voudrions donc saisir comment, dans le contexte précis de la philosophie médicale stahlienne, s'articulent autour d'une chimie de la matière une définition conservatrice des processus vitaux et une conception métabolique du vivant dans l'émergence du problème ontologique de la vie.

Stahl semble hériter d'une impasse, ou plutôt devoir se contenter d'une absence. Là où le mécanisme dissolvait la vie – celle-ci relevant du même genre d'être que l'inerte (pure étendue) – l'animisme classique semblait, à l'inverse, prédiquer la vie de tout être

⁴⁰⁶ Stahl, *De vera diversitate corporis mixti et vivi*, in *Theoria medica vera* (1708) ; en général, nous tirons les traductions françaises, sauf mention explicite du contraire, des *Œuvres médico-philosophiques et pratiques de G.E. Stahl*, trad. Blondin (1859-1864) vol. 2, 3, 4, 6. Le *De vera diversitate* est traduit sous le titre « Véritable distinction à établir entre le mixte et le vivant du corps humain », in *Œuvres* (1859), vol. 2, pp. 349-502.

naturel (minéral, végétal, animal), de manière potentielle ou actuelle, dans le motif d'une grande chaîne des êtres⁴⁰⁷ : mais dans les deux cas, c'est la vie elle-même qui se dissipait, soit qu'elle fût partout, soit qu'elle ne fût nulle part, sous l'effet précisément de cette indistinction entre ce qui vit et ce qui ne vit pas. Souvenons-nous de l'indignation de Stahl face à cette disparition du vivant, qu'il tenait pour corrélative de l'adoption du mécanisme :

« Ce qui me choquait par dessus tout, c'est que, dans cette théorie physique du corps humain, la vie, même dès le début, était passée sous silence, et que je n'en voyais nulle part une définition logique. J'eus beau chercher en effet, ce fut en vain ; car aucun des propagateurs de ces prétendues doctrines n'a jamais dit et démontré *ce que c'est, en quoi consiste, d'où provient*, par quels *modes*, par quels *moyens* se maintient et subsiste ce que nous appelons la *vie* ; par quoi, enfin, et sous quel point de vue le corps est dit *vivant*. »⁴⁰⁸

Impossible donc pour Stahl de prédiquer la vie correctement si on n'en possède pas d'abord une définition – définition qui implique logiquement de briser la chaîne qui relie les êtres naturels se soumettant pleinement aux lois géométrico-mécaniques et les êtres vivants qui semblent, eux, répondre à d'autres lois. Ce souci définitionnel (et son corollaire ontologique) peut sembler paradoxal de la part d'un médecin qui, ambitionnant d'abord de réformer la pratique médicale et pour cela de « fixer les bornes de son vaste domaine »⁴⁰⁹, exprime explicitement sa répugnance vis-à-vis de la spéculation théorique et de l'érudition livresque. En réalité, cette disparition (ontologique) de la vie que déplore Stahl semble corrélative de cette inflation théorique et bibliographique caractéristique du 17^e siècle à l'endroit du vivant⁴¹⁰ : il convient donc de retrouver derrière ces diverses strates textuelles, dans la pratique observationnelle et

⁴⁰⁷ Sur le motif de la chaîne des êtres, nous renvoyons au livre classique de Lovejoy (1966).

⁴⁰⁸ « De la nécessité d'éloigner de la doctrine médicale tout ce qui lui est étranger », in Stahl, *Œuvres* (1859), vol. 2, §17, p. 224.

⁴⁰⁹ « Avant-propos », *Theoria medica vera*, in *Œuvres*, vol. 3, p. 35.

⁴¹⁰ Stahl vise en particulier la théorie mécaniste cartésienne du vivant qui repose intégralement sur une métaphysique dualiste, et les tentatives postérieures d'élaborer une médecine mécaniste, par exemple chez Boerhaave ou Hoffmann : « On ne parle aujourd'hui généralement et partout que de mécanisme, de mécanique, de machine, de puissances mécaniques... », in « Recherches sur la différence qui existe entre le mécanisme et l'organisme », *Œuvres*, vol. 2, §29, p. 286.

expérimentale, la vérité des processus vitaux eux-mêmes⁴¹¹ – vérité que Stahl exposera néanmoins dans une longue théorie. Comme le remarque Zammito⁴¹², ce n'est en effet pas le moindre paradoxe de Stahl que de condamner ainsi les excès de théorisation médicale tout en se livrant à une activité théorique et philosophique de grande ampleur : en même temps et alors qu'il considère les généralisations philosophiques et les disputes conceptuelles comme néfastes pour la pratique médicale et en particulier pour la formation des médecins, Stahl théorise en quelque sorte l'autonomie d'une physiologie à l'égard des sciences de l'inerte, avec sa contrepartie conceptuelle dans le développement d'un concept d'organisme. La différence cruciale qui devait donc départager Stahl de ses prédécesseurs et adversaires c'est le point de départ de l'activité théorique – métaphysique pour Descartes, clinique pour Stahl – ancrage qui devait dans un cas annexer la médecine et la physiologie à des disciplines étrangères (physique et chimie), et donc soumettre le vivant à l'inerte, et dans l'autre permettre de déployer une science du vivant autonome. « Fixer les bornes » de la médecine en son domaine d'exercice légitime revient donc conjointement à confiner la physique (et la chimie) sur un territoire clairement circonscrit⁴¹³.

Or si pour Stahl cette différence entre vivant et non-vivant sera ultimement formulée en terme animiste (c'est parce que les êtres vivants possèdent un principe immanent au corps, une âme irréductible au mécanisme, qu'ils peuvent accomplir l'ensemble des actes et des mouvements harmoniquement intégrés qui les maintiennent en vie), le problème se pose d'abord en termes de composition matérielle différentielle des corps. La séparation entre organisme et mécanisme apparaît donc paradoxalement comme la conséquence du déploiement d'une chimie à partir de laquelle Stahl pourra développer une théorie agonistique de la vie dans la continuité de son irréductibilité à l'inorganique : la chimie renseigne moins sur la vie dans les corps vivants que sur ce qui, en eux, est soumis à une tendance immanente à la désagrégation. L'organisme stahléen est en effet toujours en lutte contre les forces chimiques de décomposition environnantes, la vie devant alors être conçue comme une force antagoniste capable d'opposer sa résistance à ce processus délétère. Cette théorisation de la vie, qui évoque non seulement la fameuse définition qu'en donnera Bichat un siècle plus tard – « la vie

⁴¹¹ Voir en particulier l'Introduction et l'Avant-propos de la *Theoria medica vera*.

⁴¹² Zammito (2017), pp. 21-23.

⁴¹³ *Theoria medica vera*, « Avant propos », *Œuvres*, vol. 3, p. 35.

c'est l'ensemble des forces qui résistent à la mort »⁴¹⁴ mais également ses reformulations en termes thermodynamiques (la vie comme résistance à l'entropie), a ceci de remarquable qu'elle s'ancre dans une considération chimique de la corruptibilité essentielle des corps vivants. Autrement dit, si pour Stahl la vie c'est ce qui lutte activement contre la mort c'est parce que la vie c'est d'abord ce qui est soumis à un processus de corruptibilité constant : le propre du vivant, du point de vue de sa composition matérielle, est une certaine disposition à la dissolution chimique.

Dans ce qui suit, nous revenons d'abord sur la manière dont Stahl instruit chimiquement cette distinction entre corps vivants et corps bruts en une distinction mixtes – agrégats dans le *De vera diversitate corporis mixti et vivi*, avant de saisir les effets qu'une telle séparation implique pour la théorisation de l'organisme vivant et le déploiement des processus vitaux de type métaboliques indispensables à son maintien.

3.2.2 Matière et structure du vivant

i. Logique de la mixtion inorganique

Comme l'a justement montré Hélène Metzger⁴¹⁵, Stahl, adversaire de la divisibilité de la matière à l'infini, est partisan d'un atomisme chimique qui le conduit à défendre une conception corpusculaire des éléments matériels. Les éléments chimiques, composants ultimes et indivisibles de la réalité matérielle, se dérobent à l'effort de connaissance analytique dans la mesure où ils ne peuvent être aperçus par les sens :

« Énonçons d'abord cette vérité incontestable, certaine, indubitable, savoir : que les individus ou éléments indivisibles qui constituent les agrégats mixtes en tant qu'ils sont tels, sont d'une exigüité si absolue que, dans leur situation numérique et propre, c'est-à-dire considérés séparément un à un, ils échappent à la perception la plus subtile de nos sens »⁴¹⁶

⁴¹⁴ Bichat (1994) [1800], p. 57.

⁴¹⁵ Metzger (1974) p. 118.

⁴¹⁶ Stahl (1859), « Véritable distinction... », *op. cit.*, vol. 2, §8, p. 364.

Nous ne percevons donc de la réalité matérielle que des corps composés, sous forme de masses, et non les atomes de matière insécables qui les composent. Doués de forces électives qui les font nécessairement s'unir entre eux et entrer dans la composition des mixtes, ces corpuscules de matière n'existent jamais à l'état isolé⁴¹⁷. Pour autant, il faut concevoir que ces éléments soient dotés de qualités spécifiques afin de pouvoir, par suite, rendre compte des diverses propriétés des corps composés ou mixtes. Le premier degré de composition rencontré dans la réalité matérielle est donc le mixte ou principe principié (ou encore principe secondaire), qui peut être défini comme un corps formé de l'union de plusieurs principes ou parties qui ne sont pas elles-mêmes composées (ces corpuscules élémentaires et indivisibles bien qu'hétérogènes du point de vue de leurs propriétés chimiques) et qui est doué de propriétés spécifiques. L'or ou l'argent appartiennent à la classe des mixtes, en tant qu'ils sont composés des trois sortes de terre (fusible, inflammable, liquéfiable) réunies en diverses proportions. A leur tour, ces mixtes (ou principes principiés) se combinent pour composer un ordre d'un niveau d'intégration supérieure : les corps composés ou mixtes secondaires issus de la composition de deux ou plusieurs de ces molécules complexes. A cette classe appartiennent par exemple l'esprit de vin (réunion d'une huile très raréfiée et d'un acide végétal subtil) ou le soufre (réunion de l'acide universel et du principe phlogistique). Enfin, on pourra identifier un troisième niveau d'intégration résultant de la réunion de deux ou plusieurs mixtes secondaires (à cette classe appartient l'antimoine, composé de soufre minéral et de régule métallique)⁴¹⁸.

Comme le souligne par ailleurs Metzger, si les éléments sont tendanciellement portés à la mixtion (au point de ne pouvoir exister séparément, ou de ne pouvoir être

⁴¹⁷ Henckel (1760), disciple de Stahl, souligne par exemple cette difficulté intrinsèque à l'analyse chimique que les principes qui entrent dans la composition des mixtes ne peuvent être isolés par l'analyse en raison de leur tendance à entrer sans cesse dans de nouvelles combinaisons : « Il est bien difficile de séparer les principes des mixtes, de façon à les avoir purs ; parce que dès qu'ils ont été séparés d'un mixte, ils entrent dans une nouvelle combinaison, d'où nous concluons qu'on ne peut pas obtenir les principes des corps séparés, du moins n'en a-t-on aucun exemple », p. 143, cité par Metzger (1974), p. 119. Le chimiste ne peut donc espérer parvenir à une connaissance des éléments qui entrent dans la composition des mixtes non pas directement, mais à partir d'opérations qui visent leur mise en comparaison, à l'issue desquelles il pourra déduire les propriétés des différents éléments qui les composent. Ce que le chimiste peut atteindre dans l'analyse donc ce ne sont pas les éléments ou les atomes, mais les mixtes ou principes principiés : ceux-ci sont « le point de départ de la synthèse et l'aboutissement de l'analyse » comme le dit Metzger (1974), p. 123.

⁴¹⁸ Ces différents exemples sont donnés par Juncker (1757), p. 172.

isolés par l'analyse), alors – et en vertu de cette tendance inhérente aux éléments à s'unir entre eux – les mixtes (en quoi consiste l'union de ces corpuscules) doivent constituer une classe d'êtres matériels stable et résistante à la décomposition, tandis que les corps surcomposés, issus de la réunion de plusieurs mixtes, auront spontanément tendance à se résoudre en leurs principes⁴¹⁹. Autrement dit, le type d'union qui fait les mixtes sera beaucoup plus robuste que celui qui lie les mixtes entre eux. La robustesse de l'union chimique est donc inversement proportionnelle au degré de composition des corps : plus un corps est composé, plus sa composition sera instable, et plus il sera prompt à se résoudre en ses parties constituantes, c'est-à-dire à se décomposer. Tandis que les mixtes peuvent être décrits comme des « architectures corpusculaires relativement stables, empiriquement attestables, et expérimentalement analysables »⁴²⁰, les combinaisons qu'ils forment seront d'autant plus instables qu'elles seront plus complexes.

ii. Mixtion et agrégation vitale

Les effets de cette logique de complexification dans l'ordre matériel restent donc toujours infiniment éloignés de la production d'un ordre vital, puisque la mixtion ne permet pas, à elle seule, de réunir des composants qui soient propices à l'émergence de la vitalité : « il existe une très grande différence entre le mixte et le vivant du corps humain, c'est-à-dire entre la constitution matérielle apte à la mixtion, et la disposition formelle de cette mixtion à produire les actes et les effets propres à la vie »⁴²¹. Autrement dit, un seuil infranchissable sépare les composés inorganiques des corps vivants. Entendons par là que pour Stahl, le principe du mouvement vital – mouvement dont nous verrons qu'il est essentiellement conservatoire – doit résider dans une cause qui ne peut être matérielle⁴²² : en ce sens, si les sciences physico-chimiques peuvent rendre compte de l'architecture matérielle des corps organiques, elles restent fondamentalement étrangères à ce qui, en eux, est principe de la vie, c'est-à-dire à

⁴¹⁹ Voir Metzger (1974), p. 122.

⁴²⁰ Duchesneau (1995), p. 188.

⁴²¹ Stahl (1859), « Véritable distinction... », *op. cit.*, vol. 2, §11, p. 372.

⁴²² Stahl (1859), « Recherches sur la différence... », *op. cit.*, vol. 2, §68, p. 317.

l'ordre intentionnel immanent qui permet à la vie de se conserver dans un corps toujours soumis à la décomposition chimique :

« (...) lorsque le mot *économie animale* est légitimement employé et convenablement compris, il ne peut en aucune façon exprimer et signifier ni sa simple constitution matérielle, – au point de vue de la crase – ni l'assemblage spécial de ses éléments constitutifs, je veux dire sa plus intime structure, ni même sa naturelle disposition purement mécanique au mouvement, ni enfin les mouvements qui ont lieu dans le corps, considérés en eux-mêmes et d'une manière absolue. »⁴²³

Cet écart infranchissable entre l'inorganique et le vivant s'exprime dans l'impossibilité subséquente de la synthèse : de même que la chimie (et *a fortiori* la mécanique) n'explique pas, à proprement parler, la vie, de même l'art de la synthèse reste infiniment éloigné de la moindre production d'un composé organique à partir de ses composants : « les hommes n'ont jamais pu imiter, par toutes les ressources de leur art, la plus simple mixtion vitale »⁴²⁴.

A ce stade, il convient d'indiquer en quoi, pour Stahl, la distinction entre corps vivants et corps bruts doit être ressaisie dans une distinction entre agrégat et mixte. Il peut sembler *prima facie* contre-intuitif que Stahl, théoricien de l'irréductibilité du vivant à l'inorganique, choisisse de définir l'organisme comme agrégat : peut-être le lecteur attendait-il que Stahl caractérisât l'organisation matérielle du vivant autrement que comme un accollement de molécules, puisque rien dans l'agrégation ne semble renvoyer à un type d'union spécifique entre les éléments ou à une organisation qui pourrait être

⁴²³ « Avant-propos », *Vraie théorie médicale*, *Œuvres*, vol. 3, pp. 37-38.

⁴²⁴ Voir Stahl (1859), « Véritable distinction... », *op. cit.*, vol. 2, §10, p. 371 : « (...) non seulement la destruction, mais même la régénération des espèces mixtes sont en général soumises et obéissent à des causes externes, quelques fois même fortuites, violentes ou désordonnées : l'art peut aussi provoquer et diriger, à son gré, de pareils phénomènes de décomposition et recombinaison. Pour ce qui regarde, au contraire, la corruption et la destruction du corps vivant, il est pareillement au pouvoir de l'art de la provoquer, mais non d'une manière immédiate ; tandis qu'on n'a jamais pu, par aucun moyen artificiel quelconque, reproduire le moindre petit corps organisé vivant. Ceci est d'autant plus vrai, que, comme on est en droit de l'inférer de ce qui vient d'être dit, les hommes n'ont jamais pu imiter, par toutes les ressources de leur art, la plus simple mixtion vitale, non pas seulement en employant les mêmes matières, mais encore en affectant à cette fin diverses espèces de matériaux qu'ils peuvent avoir sous leurs mains ; bien loin qu'il leur ait jamais été permis de constituer d'une manière convenable et régulière une agrégation vivante quelconque. »

typiquement vitale. Or justement, comme nous avons déjà pu le remarquer, la vitalité dans le vivant ne tient pas à la matière ni même à son organisation (à cette mixtion susceptible de recevoir les mouvements vitaux donc), Stahl s'affirmant de fait comme partisan d'un corpuscularisme de type mécaniste, mais dans un principe de gouvernance immatériel susceptible de provoquer l'ensemble des mouvements nécessaires à la conservation de la vie dans l'arrangement matériel du corps organique (de type agrégatif).

Si le terme d'agrégat peut sembler déroutant dans l'absolu (si le vivant existe comme agrégat, comment rendre compte alors de la différence d'union entre un troupeau de brebis, un banc de poissons, ou un organisme comme intégration d'organes ?), c'est que la différence entre le mixte et l'agrégat est d'abord une distinction de points de vue pris sur la matière, distinction qui n'implique pas que l'un ou l'autre terme soit réservé à l'inerte et au vivant : que le vivant soit décrit comme un agrégat ne signifie pas réciproquement que tout agrégat soit vivant. Comme l'expose Henckel, dans le *Traité de l'appropriation*, un corps agrégé est une réunion spécifique de corpuscules ou atomes hétérogènes, c'est-à-dire une composition de mixtes. Un corps agrégé est donc d'abord un assemblage de mixtes formant une masse : l'agrégation ne s'oppose pas au mixte, mais le suppose, et un corps composé peut être considéré comme mixte ou comme agrégat. Mais alors il faut ajouter que l'agrégation véritable suppose un certain type d'union entre les corpuscules, et que ce que l'on désigne habituellement comme agrégat ne tombe pas réellement sous le coup de cette nouvelle définition : les troupeaux de brebis et les tas de blé sont « plutôt des agrégés au sens moral » et leur « union se borne tout au plus à un attouchement léger et superficiel »⁴²⁵.

Si les corps bruts doivent être considérés comme des corps mixtes relativement aux êtres vivants, c'est-à-dire comme des assemblages de parties homogènes, c'est parce que la nature de ces parties et la configuration ou l'organisation de leur mélange leur est par essence indifférente : comme le dit Stahl, la nature du mixte réside dans son unité⁴²⁶.

⁴²⁵ Henckel (1760), p. 290.

⁴²⁶ Stahl (1859), vol. 2, §10, pp. 366-367 : « 1. Il se présente ici tout d'abord cette contradiction, aussi évidente et claire que vraiment nécessaire et même, comme on dit, essentielle, savoir : que les corps *mixtes*, en tant que tels, non seulement sont, dans toute la force du terme, étrangers et contraires (*leurs molécules étant prises individuellement et une à une*) à toute espèce d'agrégation, mais encore que, sous ce point de vue, ils opposent une résistance réelle à un état d'agrégation, attendu qu'ils ne sont mixtes que dans leur *unité*. Les corps *vivants* au contraire, sont si éloignés

A l'inverse, il faut décrire les corps vivants comme des agrégats, c'est-à-dire comme des assemblages de parties hétérogènes, de telle sorte que leur organisation leur est essentielle.

iii. La vie comme tendance à la putréfaction

C'est pourquoi, si l'on garde à l'esprit que le degré de cohésion des composés est inversement proportionnel à leur degré de complexité, les mixtes « résistent à une prompte et facile dissolution »⁴²⁷ – le mode d'existence des corps bruts étant dès lors caractérisé par leur stabilité et leur permanence chimique –, tandis que les corps vivants

« au contraire, sans en excepter un seul, possèdent et exigent même une mixtion ou composition particulière, faite avec des matières peu adhérentes et peu cohérentes entre elles, c'est-à-dire exposées à une prompte dissolution ou à une facile corruption putride »⁴²⁸

Le vivant ne représente donc pas seulement un degré de complexité supérieur dans l'ordre de la composition matérielle, il se définit avant tout comme une tendance spontanée à la décomposition. Telle propension à la dissolution et à la corruption tient donc à la nature agrégative du composé organique ainsi qu'aux propriétés des éléments chimiques qui entrent dans la composition de la mixtion organique : terre subtile, graisse et eau. Les composés qui émanent de l'interaction et de la liaison de ces éléments ne peuvent, par conséquent, qu'être instables et inconstants : la combinaison de la matière terreuse avec la matière aqueuse produit une matière mucilagineuse souple, permettant à la matière grasseuse d'adhérer à la partie terreuse et de s'unir à la matière aqueuse⁴²⁹. Il ne se produit donc pas d'union solide et constante entre ces substances, mais seulement une cohésion « assez peu intime » dont l'effet est double et

d'avoir ce caractère, qu'il est absolument et naturellement de leur essence d'exister comme *agrégats*. 2. Les corps mixtes, en tant que tels, se comportent indifféremment, tant du point de vue de l'agrégation *homogène* que vis-à-vis de l'agrégation *hétérogène*. Contrairement à ces faits, les agrégats qu'on nomme vivants et qui servent à constituer les corps doués de vie, se trouvent être, par une nécessité absolue, des agrégats composés de parties hétérogènes. »

⁴²⁷ *Ibid.*, p. 367.

⁴²⁸ *Ibid.*, p. 367.

⁴²⁹ *Ibid.*, §14, p. 374.

contradictoire : puisque cette souplesse, qui est aussi fragilité, est à la fois la condition requise pour réaliser la plasticité nécessaire au mouvement vital (cause finale de cette mixtion organique) et le principe de sa corruptibilité. La cause finale de la mixtion organique commande donc des moyens matériels qui sont au principe de son caractère putrescible :

« Le rapport final de cette espèce de mixtion se fonde sur cette vérité, savoir : que tous les corps vivants, et très spécialement les animaux (à cause de leurs opérations locomotives et même sensibles), requièrent une consistance légèrement flexible et nullement fragile dans la mesure des mouvements de flexion à exécuter, mais douée d'une consistance ayant une souplesse convenable et médiocre. Il ne pouvait point se faire en effet, qu'une mixtion destinée à une telle fin et à un pareil usage fût dans des conditions d'un mélange terreux trop raide, ou que sa constitution terreuse saline fût trop ténue, et par là toute disposée et très prompte à la fluidité. »⁴³⁰

Cependant, et précisément en raison de cette corruptibilité chimique qui le caractérise, le vivant se signale comme une anomalie physique puisque sa durée vitale excède les limites que lui prescrit sa seule composition matérielle, prompte à la dissolution. Comme agrégat complexe, composé de matières peu adhérentes entre elles mais (pour cette raison) propices à la réalisation de la vie, l'organisme est constamment sujet à la corruption : c'est pourquoi la conservation de la vie devra être pensée comme lutte active contre la corruption. De là la nécessité pour Stahl de postuler une « cause particulière et vraiment intrinsèque, s'appartenant en propre, absolument étrangère à tout le régime des corps mixtes non vitaux »⁴³¹ qui soit responsable de la conservation vitale. A l'inverse des corps bruts (mixtes) donc, dont la conservation est l'expression

⁴³⁰ *Ibid.*, §16, p. 376 : « Le rapport final de cette espèce de mixtion se fonde sur cette vérité, savoir : que tous les corps vivants, et très spécialement les animaux (à cause de leurs opérations locomotives et même sensibles), requièrent une consistance légèrement flexible et nullement fragile dans la mesure des mouvements de flexion à exécuter, mais douée d'une consistance ayant une souplesse convenable et médiocre. Il ne pouvait point se faire en effet, qu'une mixtion destinée à une telle fin et à un pareil usage fût dans des conditions d'un mélange terreux trop raide, ou que sa constitution terreuse saline fût trop ténue, et par là toute disposée et très prompte à la fluidité. »

⁴³¹ *Ibid.*, §10, p. 369.

d'une tendance inhérente à la persistance, la conservation des corps vivants est à la fois l'effet de l'instabilité de la mixtion organique et la cause d'un mouvement perpétuel :

« En outre, les corps mixtes ou composés, en tant que simplement tels, ont en eux une raison naturelle de leur propre durée, comparativement à celle des autres corps mixtes ou composés, au milieu desquels ils se trouvent.

Mais les corps vivants, par une raison tout opposée, possèdent, au point de vue de leur mixtion, une raison proportionnelle bien différente. Les corps vivants, en effet, ont une mixtion éminemment disposée à la dissolution aussi prompte qu'imminente ; et cependant, contrairement à ces faits, il arrive que, malgré cette constitution qui leur est naturellement propre, et malgré leurs rapports avec toutes les autres matières au milieu desquelles ils se trouvent, cette mixtion, dans cet état comparatif, a une *durée* incomparablement plus longue que ne le comporterait son propre caractère matériel »⁴³²

Autrement dit la conservation des corps vivants, exprimant une anomalie du point de vue de leur mixtion corporelle, ne peut être pensée que comme la mise en œuvre d'un principe de résistance ou comme l'opposition d'une force antagoniste excédant le strict plan matériel et « luttant sans cesse contre tous ces principes tant naturels qu'artificiels de dissolution »⁴³³. Le vivant ne s'oppose donc pas aux forces de corruptibilité comme le ferait une entité stable et autonome, une substance permanente dont la clôture la protégerait des assauts des mécanismes alentours, puisque la persistance du vivant ne se pense, chimiquement, que comme équilibre précaire ayant besoin d'être constamment entretenu afin de se maintenir. La durée vitale, pour Stahl, ne constitue donc pas un donné biologique, mais doit être en quelque sorte constamment conquise.

⁴³² *Ibid.*, §10, p. 368.

⁴³³ *Ibid.*, §10, p. 369.

iv. La vie comme effort de conservation : âme et organisme

Il faut donc, afin de différencier le vivant de l'inerte, et répondre à la question de la nature de la vie, afin donc d'élaborer une physiologie qui pourra servir de socle au déploiement d'une médecine (recherchant les moyens de cette conservation vitale), quitter le plan de la stricte mixtion matérielle dont Stahl pense que la connaissance est au fond inutile au médecin – physiologiste. A la complexification graduelle des corps qui correspond à des degrés d'intégration successifs dans l'ordre de la composition (éléments – mixtes – mixtes secondaires – corps surcomposés), à la caractérisation matérielle de la vie comme tendance à la corruption, s'ajoute par conséquent une seconde classification des corps composés, distingués en raison d'une combinaison de critères mécanique / organique, homogène / hétérogène, à même d'intégrer dans l'étude des corps une condition téléologique. La conjugaison de ces deux grilles donne lieu à une distinction que Duchesneau analyse comme une distinction entre agrégats homogènes mécaniques, agrégats homogènes organiques et agrégats hétérogènes organiques. Cette nouvelle typologie de l'agglomération est très clairement exposée dans la *Physiologie des Lumières* :

« Ou bien l'agrégat réunit des mixtes ou des composés d'une manière absolument quelconque et sans but (*fortuiter*), mais avec une certaine homogénéité (agrégat homogène mécanique), ou bien sous l'action d'un agent spécifique, les masses prennent certaines formes régulières qui en font des instruments subordonnés à une fin assignable (agrégat homogène organique), ou bien il s'agit d'agrégats hétérogènes, et l'on peut fait entrer dans cette catégorie l'organisme lui-même dans la mesure où l'unité de l'agrégat provient alors de l'être vivant qui l'impose à ses parties intégrantes et hétérogènes »⁴³⁴

⁴³⁴ Duchesneau (1982), pp. 15-16. Voir par exemple Stahl (1859), *op. cit.*, § 9 : « Les agrégats homogènes, ceux qui sont disposés dans un ordre particulier, sont encore appelés *mécaniques* ou simplement *organiques*, c'est-à-dire propres à des usages organiques. Dans les agrégats simplement mécaniques, une mutuelle proportion particulière des matières elles-mêmes est d'un grand prix ; tandis que, dans les agrégats organiques, cette même proportion organique n'est comptée pour rien. ». Voir également l'analyse de Metzger (1974), p. 126 : « Les agrégés ordinaires que le chimiste étudie dans son laboratoire sont formés de particules semblables (...) ; l'agrégation réunit des mixtes ou des composés d'une manière absolument quelconque et le plus souvent sans but, dans la plupart des corps qui sont du ressort de la chimie ; parfois

La distinction entre agrégat mécanique (ou inorganique) et agrégat organique ne renvoie donc pas à une vitalité inscrite dans la matière ou à une différence originaire entre matière vivante et matière inerte (« la mixtion *vitale* doit, de toute nécessité, être formée des matières *non vitales* par elles-mêmes »⁴³⁵), mais plutôt à l'agencement caractéristique des corpuscules de matière qui peut se faire avec ou sans but – le but étant typiquement visé par un agent spécifique hétérogène à l'agencement matériel lui-même. L'attribut « organique » renvoie ici à la définition instrumentale traditionnelle de l'organe comme outil (*organon*), l'agrégat organique étant par essence celui qui vise une action déterminée au sein d'un système. Est donc organique l'agrégat qui est agencé en vue de remplir un but, comme l'est par exemple un organe qui remplit une fonction déterminée au sein de l'économie vitale. Il faut remarquer que l'organe biologique n'a à ce titre pas le privilège de l'organicité, puisque tout agencement matériel peut se prévaloir d'être organique à condition d'être agencé en vue d'une fin, c'est-à-dire à condition d'être un *instrument* pour un but. L'organicité instrumentale peut de ce fait aussi bien être prédiquée de l'horloge si celle-ci remplit adéquatement son office, c'est-à-dire si elle marque l'heure, que de l'organe biologique⁴³⁶ : l'horloge ne peut être dite instrument que si elle répond à sa détermination téléologique, inscrite par une intention rationnelle dans le dispositif matériel, qui est de marquer l'heure avec précision. Si l'horloge vient à dysfonctionner, alors elle n'est plus instrument en vue d'une fin, mais simple mécanisme et son mouvement n'exprime plus l'action d'une cause efficiente mais il est seulement un « mouvement vulgairement appelé automatique » (§42). C'est en définitive sur cette distinction que se fondera chez Stahl la différence entre machine et instrument⁴³⁷ : l'instrument est toujours en vue d'une fin qu'il doit accomplir – fin exprimant l'action d'une cause efficiente dans un agencement matériel donné –, tandis qu'une machine accomplit des actions en vertu de son seul mécanisme, par pure nécessité physico-mécanique, sans que celles-ci soient nécessairement ordonnées à une

cependant, sous l'action de circonstances extérieures, ces masses prennent certaines formes qui leur permettent de devenir des instruments utilisables ; enfin, dans les corps vivants, végétaux ou animaux, ces agrégés ne sont pas homogènes mais hétérogènes, et leur unité, si l'on peut s'exprimer ainsi, provient de l'organisme qui les a créés et dont ils font partie. »

⁴³⁵ Stahl (1859), « Véritable distinction... », *op. cit.*, vol. 2, §10, p. 369.

⁴³⁶ Voir les « Recherches sur la différence qui existe entre le mécanisme et l'organisme » in Stahl (1859), vol. 2. Sur la question de la distinction entre machine et instrument et la métaphore de l'horloge, voir en particulier le §41.

⁴³⁷ *Ibid.*, §31 et suivants.

fin préétablie. Un instrument implique donc toujours aussi un mécanisme, mais le mécanisme ne peut devenir instrument que sous l'effet d'une cause intelligente externe.

Cependant, comme le remarque Duchesneau, si ce modèle saisit avec justesse la relation entre la structure et la fonction et permet d'identifier les composantes instrumentales (ou organiques) du vivant, il « ne suffit pas à rendre compte de la raison instrumentale qui fait advenir de tels rapports organiques » dans l'économie vitale. Contrairement à la machine ou à l'instrument artificiel, l'organisme n'est pas animé de l'extérieur par une causalité efficiente étrangère, il ne tire pas son unité harmonique d'une finalité extérieure, mais d'un principe hégémonique immanent, que Stahl appelle l'âme. Autrement dit, la distinction agrégat mécanique / agrégat organique ne suffit pas à isoler le vivant en son ordre, c'est-à-dire à saisir la spécificité de l'organisme par rapport à la nature inerte et aux artifices, spécificité qui doit résider dans une certaine relation des parties entre elles et à la fin que leur jeu réglé permet d'atteindre sous l'effet d'un principe de rationalité interne :

« Je dis donc que j'établis une distinction dans l'évolution de ces modes et méthodes de production, par lesquelles un grand nombre de choses corporelles reçoivent l'existence, périssent, renaissent et se remplacent dans des modes variés, sans qu'il y ait en cela dessein réel ni époque déterminée, et sans qu'il y soit question de quantité, de situation et d'ordre de proportion absolument nécessaire, ni même d'aucune espèce de but certain, soit d'utilité, soit de nécessité (...); j'établis, dis-je, une distinction entre toutes ces choses et une foule d'autres faits spéciaux qui naissent si laborieusement, se produisent, se forment, se coordonnent et déploient des rapports mutuels de convenance, bien certainement en vue d'une fin toute spécifique, sous certains points de vue noble et excellente; et ces rapports se trouvent dans un parfait accord de proportion physique avec cette même fin. »⁴³⁸

Il faut donc « atteindre une raison intégrante des micro-opérations indéfinies qui établissent l'harmonie des actions internes du vivant »⁴³⁹. Si l'organisme peut alors être décrit comme instrument, ce n'est pas comme instrument soumis à une intention

⁴³⁸ « Recherches sur la différence qui existe entre le mécanisme et l'organisme » in Stahl (1859), vol. 2., §26, p. 285.

⁴³⁹ Duchesneau (1995), p. 190.

étrangère (comme l'horloge fonctionnelle), mais plutôt comme instrument de l'âme, dont la fin est la conservation du corps (en tant qu'il est vivant). L'organisme est donc ensemble d'instruments pour l'âme, c'est-à-dire qu'il est instrument d'une fin immanente à l'organisme puisque cette fin n'est autre que sa propre conservation – conservation à laquelle l'âme a intérêt en tant qu'elle est conscience du corps⁴⁴⁰. Du point de vue médical, cela impliquera notamment que la physiologie ne pourra se concevoir comme anatomie animée, étant entendu que cette animation de l'instrument organique devrait nécessairement être donnée par une intention intelligente ou un moteur étranger à l'organisme. Le corps vivant n'est donc ni le corps « mort » de l'anatomie, ni le corps machine du mécanisme cartésien, mais doit être compris sous l'horizon d'une certaine agentivité s'exerçant dans et par une série de mouvements organiques, agentivité qui ne dépend pas de la matière (ou n'émerge pas de la matière) mais qui exprime la domination de l'âme, en tant que principe rationnel de conservation, au sein de la physiologie. L'âme doit donc permettre de prendre en charge ces prestations de finalité, d'adaptation, de coordination et d'intégration des parties, d'auto-régulation et d'auto-organisation propres aux organismes que le mécanisme ne pouvait se résoudre à penser autrement qu'en les renvoyant à un acte divin originaire. Principe immatériel téléologique des mouvements organiques, l'âme devait donc en même temps exercer son activité organisatrice de manière empirique.

Mais du coup, quel est le statut de cette âme à laquelle Stahl confie la gouvernance du territoire physiologique ? Si nous ne souhaitons pas discuter ici en détails de l'animisme stahléen⁴⁴¹, nous devons cependant remarquer que cette théorie de l'organisme-instrument adopte une acception relativement sous-déterminée de l'âme. Stahl ne disserte pas sur son statut ontologique, lequel importe moins que l'efficacité de son action au sein de l'économie vitale. Stahl emprunte ainsi explicitement à l'antique notion hippocratique de *phusis*, ou nature, définie comme

⁴⁴⁰ « Recherches sur la différence qui existe entre le mécanisme et l'organisme » in Stahl (1859), vol. 2., §39.

⁴⁴¹ Nous ne discuterons pas ici le statut exact de cet animisme stahléen. Pour une discussion précise de ce point nous renvoyons à Duchesneau (1976), (1982), (1995). Pour une discussion des critiques engendrées par une telle conception de l'âme, notamment dans le débat qui l'a opposé à Leibniz, nous renvoyons en particulier à Carvallo (2004), Huneman et Rey (2007), Duchesneau et Smith (2016).

« (...) cette activité, (...) cette puissance, (...) cette force végétative qui fait que le corps vit (*phúetai*), se fortifie (*vigoratur*), se meut (*actuatur*) convenablement et d'après certaines directions sagement administrées, exécute organiquement (*organicè exercet et subit*) certains mouvements qui ne se produisent pas seulement pour manifester leur existence, mais qui, en s'exécutant, ont surtout une tendance évidente, directe et positive, tant pour accomplir séparément des effets et servir à des usages divers et intermédiaires, que pour se diriger dans leur ensemble vers un seul et unique but final, comme aussi pour atteindre un résultat absolument nécessaire ; c'est-à-dire, non seulement pour réaliser ainsi la conservation du corps entier, mais encore pour favoriser les opérations de l'âme et le plein exercice de son activité. »⁴⁴²

Ce principe hégémonique n'agit donc pas comme principe extérieur et transcendant mais, en tant que principe actif et immatériel, il exerce au contraire son action « dans le corps, par le moyen du corps, sur et touchant les affaires corporelles et même sur son propre corps »⁴⁴³. Principe directeur des mouvements indispensables à la conservation vitale, l'âme est donc à la fois cause efficiente et cause finale des processus physiologiques, qui se produisent par et pour elle, et c'est pourquoi l'organisme peut être intégralement compris comme instrument de l'âme. Par conséquent cet agent immatériel apte à orchestrer les différents mouvements vitaux et organiques doit nécessairement être pensé comme un agent rationnel capable de respecter les justes rapports de proportion organique⁴⁴⁴, rationalité qui n'est cependant pas l'effet d'un raisonnement (*logismòs*) articulé, intentionnel ou schématisant, mais plutôt d'un savoir (*lógos*) confus, inconscient et sans représentation des mouvements nécessaires à la

⁴⁴² « Avant-propos », *Vraie théorie médicale*, in Stahl (1860), *Œuvres*, vol. 3, p. 34.

⁴⁴³ Stahl (1859), « Véritable distinction... », *op. cit.*, vol. 2, § 51, p. 405.

⁴⁴⁴ Voir « Recherches sur la différence qui existe entre le mécanisme et l'organisme » in Stahl (1859), vol. 2., §26, p. 285, *op. cit.* : les mouvements de conservation vitale doivent nécessairement obéir à des rapports de proportion pour être efficaces (équilibre général entre les sécrétions et les excréments, équilibre relatif de distribution entre les organes, etc.). Voir aussi « Véritable distinction... », *op. cit.*, vol. 2, §90, p. 338 : « Nous croyons que l'âme possède quelque connaissance particulière des organes qui lui appartiennent, et que, par ce moyen, elle n'ignore pas le rapport proportionnel qu'ils ont avec des fins différentes ; mais l'âme connaît même toute la proportion et l'aptitude de ces organes à subir le mouvement ; mouvement, certes, qui peut être singulièrement et positivement modéré selon les intentions arbitraires de l'âme elle-même ».

conservation du corps (principalement, la direction des actes de sécrétion et d'excrétion, et l'administration des actes de nutrition).

Comme l'a montré Duchesneau dans la *Physiologie des Lumières*, on aurait donc tort de voir dans l'animisme stahléen une radicale subversion du mécanisme détachée de sa doctrine de l'organisme-instrument⁴⁴⁵. Ce que Stahl rejette du mécanisme, ce n'est donc ni le corpuscularisme ni le modèle de la machine, qui se trouve nécessairement impliqué dans les rapports d'instrumentation qui définissent l'organisme, mais le congé donné aux considérations d'ordre téléologique, ou l'illusion que dans le corps tout effet pourrait n'être que le résultat accidentel d'une nécessité d'ordre purement corporel. L'animisme stahléen doit donc en définitive être compris sous l'horizon de la définition de l'instrumentation organique qui l'appelle comme son corollaire nécessaire : l'organisme stahléen est au fond un mécanisme dans lequel doit opérer un principe d'animation immatériel qui lui permet d'atteindre certaines fins. Stahl refuse alors conséquemment le recours à des entités intermédiaires entre l'âme et le corps ou principes vitaux qui échapperaient à ces relations d'instrumentation, telles que les archées de Van Helmont, les forces plastiques des néoplatoniciens, ou encore les esprits animaux des physiologistes cartésiens :

« Ne voit-on pas en effet, dans ces diverses écoles, substituer impunément quelque autre chose à la place du vrai principe de la vie, et sans se mettre en peine de faire mention le moins du monde de la raison formelle ou instrumentale surtout de cette vie ? Ne les voit-on pas aussi, les uns et les autres, mettre à la place de ce principe, tantôt (et ceci très communément) les esprits, tantôt un baume vital ? On en a vu même faire intervenir une puissance astrale, et d'autres enfin, à l'exemple de Van Helmont, invoquer une forme substantielle quelconque et, qui plus est encore, un véritable *ens medium*, un être intermédiaire ou mitoyen entre l'âme et le corps, entre l'esprit et la matière, entre le matériel et l'immatériel. »⁴⁴⁶

Si Stahl renverse donc en quelque sorte la perspective cartésienne de l'impossibilité de l'interaction des substances, ou plutôt substitue à cette perspective de la séparation une compréhension de l'interaction entre *agent* (l'âme) et *patient* (le corps),

⁴⁴⁵ C'est par exemple l'interprétation développée par Lemoine (1864).

⁴⁴⁶ « Véritable distinction... », *op. cit.*, vol. 2, § 62, p. 415.

qui sont dès lors conçus comme les deux composants nécessaires des rapports d'instrumentation au sein d'une même entité – l'être vivant, la machine fournit encore le cadre nécessaire pour concevoir la relation organique, qui est avant tout instrumentale. L'organisme peut donc être décrit comme agrégat hétérogène organique : l'organisme est un rassemblement d'instruments (ou agrégats homogènes organiques) qui remplissent chacun des offices spécifiques sous la juridiction d'un principe hégémonique immatériel et immanent appelé l'âme, et l'organisme est lui-même à son tour instrument de l'âme, non pas au sens où il serait soumis à une téléologie extérieure, mais parce que l'âme ne vise que la conservation du corps en tant qu'elle y a intérêt. L'animisme de Stahl n'est au fond que le corollaire de l'instabilité chimique qui affecte nécessairement le vivant compris comme agrégat hétérogène organique.

Mais alors il nous faut remarquer que si le concept stahléen d'organisme permet de penser la relation instrumentale dans le cadre d'un mécanisme réaménagé, l'organisme n'en reste pas moins pensé sous l'horizon de l'instrumentalité dont l'âme fournit un principe certes immanent mais toujours immatériel d'ordre et de rationalité. Comprendre les prestations d'auto-conservation, d'organisation et d'ordre finalisé au sein du vivant revient dès lors à postuler la nécessité d'une rationalité hétérogène à l'ordre corporel. Comme le résume parfaitement Duchesneau : « En fait, Stahl ébauche la formulation d'un concept d'organisme, mais il rattache ce concept à des principes spéculatifs renvoyant ultimement à l'unité architectonique de la nature et aux opérations subordonnées de l'âme »⁴⁴⁷.

3.2.3 La nutrition comme « principe actif de la vie »

La nutrition, nous l'avons entraperçu, doit se comprendre dans la philosophie médicale de Stahl comme le moyen par lequel la lutte contre la décomposition organique est efficacement dirigée par l'âme. Nous avons déjà eu l'occasion de le remarquer à plusieurs reprises, c'est en effet la précarité chimique de l'organisme (en tant que mixtion particulière apte à se dissoudre facilement) qui entraîne la mise en

⁴⁴⁷ Duchesneau (1982), p. 31.

place d'une série de mouvements complexes et harmonieusement déterminés, d'un jeu réglé de processus sécrétoires et excrétoires aptes à contrer efficacement cette tendance essentielle du vivant à la putréfaction⁴⁴⁸. Puisque la mixtion organique est perpétuellement sujette à la fermentation, l'organisme doit expulser ces matières qui pourraient contaminer l'ensemble du corps, et remplacer les parties ainsi perdues⁴⁴⁹. C'est pourquoi la nutrition, conçue comme fonction de réparation, devient la modalité privilégiée de cette faculté conservatrice en quoi consiste la vie (« VIE : la conservation même d'un corps éminemment corruptible, la faculté ou force à l'aide de laquelle ce corps est mis à l'abri de l'acte corrupteur »⁴⁵⁰) :

« Or, comme l'effet immédiat qui résulte de ces phénomènes de conservation n'est autre chose que la nutrition du corps, il doit en résulter, d'une manière évidente, la subordination de l'acte nutritif à l'acte conservateur lui-même, ou, pour parler plus exactement, à l'acte vital »⁴⁵¹

Si donc l'âme est responsable des mouvements vitaux qui imposent au corps l'ensemble des mouvements organiques aptes à conserver la mixtion corporelle, ces derniers se déploieront principalement dans deux directions : la restauration expresse

⁴⁴⁸ Voir par exemple « Recherches sur la différence... », *op. cit.*, vol. 2, §68, p. 317 : « Quant à ce qui concerne directement le corps, 1° nous avons sous les yeux toute sa *constitution matérielle* si essentiellement disposée à une *corruption* intime et prompte, que, considérée en elle-même, elle nous apparaît réellement avoir été faite à dessein et même destinée, comme on dit, à la corruption. 2° Nous voyons aussi cette constitution matérielle du corps dans une disposition toute contraire, je veux dire, par opposition à la corruption, susceptible de se *conserver* durant de longues années par quelque chose toujours opposé et étranger à la nature foncièrement corporelle et matérielle de cette constitution ; et ce quelque chose, quelle que soit l'idée que nous nous en faisons, est réellement incorporel et *immatériel*, de sorte que, si nous le considérons comme un effet d'une cause certainement pareille et elle-même *immatérielle*, nous le ferons bien raisonnablement dériver du *mouvement*. 3° Pour ce qui est de cette conservation extraordinaire du corps, et aussi contraire à sa matière qu'opposée à sa nature, nous ne voyons pas évidemment comment, *sans ce principe*, ce corps devrait avoir une durée réelle et se conserver longtemps, contrairement à sa propre essence. » ; voir également la première section de la *Vraie théorie médicale*, in Stahl (1860), *Œuvres*, vol. 3, §§ 4-5, pp. 42-43.

⁴⁴⁹ Voir par exemple « Véritable distinction... », *op. cit.*, vol. 2, § 78, pp. 427-428.

⁴⁵⁰ Stahl, *Vraie théorie médicale*, in Stahl (1860), *Œuvres*, vol. 3, §5, p. 43. Ce raisonnement est également clairement résumé dans « Véritable distinction... », *op. cit.* § 29, p. 385 : 1) extrême corruptibilité du corps vivant du point de vue de sa matière, pourtant indispensable à sa fin et à sa destination ; 2) durée anormale du corps vivant au regard de cette corruptibilité ; 3) nécessité d'un acte de conservation d'origine immatérielle apte à maintenir la mixtion corporelle malgré la corruption, sans toutefois supprimer la corruptibilité du corps vivant.

⁴⁵¹ Stahl, « Recherches sur la différence qui existe entre le mixte et le vivant », *op. cit.*, p. 383.

des parties putrides qui ne peuvent être conservées d'une part, la « modération des actes excrétoires et sécrétoires ainsi que la régulation des phases successives de nutrition d'autre part »⁴⁵². Ces différents mouvements organiques sécrétoires, excrétoires et nutritifs sont donc aptes à contrarier les effets morbides des réactions chimiques qui se produisent immanquablement au sein du corps vivant, et la promptitude avec laquelle ils se déploient rend comme imperceptible à l'observateur cette tendance naturelle à la putréfaction :

« J'ajoute que le temps et la succession des sécrétions et des excrétoires sont si rapides que la plupart des changements vraiment chimiques, en raison de ces actions de repousser et d'expulser, ne trouvent pas de lieu ni de temps pour exister. Bien mieux, ces choses qui sont rejetées nous font plutôt comprendre ce qui est connu au sujet du changement aigre du lait (...) »⁴⁵³

C'est en effet quand il est expulsé du corps vivant que le lait, cédant aux changements chimiques fermentatifs qui étaient encore contrariés dans l'organisme, se met à cailler. Les corps vivants opposent donc à ces changements, en vertu de ce jeu réglé de mouvements organiques, une durée vitale qui vient contrarier les forces chimiques de décomposition. Modalité privilégiée d'action de l'âme dans, sur et par le corps, la nutrition acquiert alors avec Stahl une dignité particulière dans l'économie des mouvements organiques au point de s'identifier au « principe actif de la vie » :

« (...) le principe actif qui préside à la vie, est aussi le même principe qui préside à la nutrition du corps, puisqu'il est réel que la vie et la nutrition ne sont en elles-mêmes autre chose que certains phénomènes d'action, et qu'elles ont toutes les deux un seul et même agent, qui non seulement ne saurait accomplir ces actes l'un sans l'autre, mais qui encore, par la raison donnée déjà, ne pourrait effectuer l'un de ces deux actes sans l'autre, attendu que, par une nécessité de dépendance réelle et d'inévitable subordination (voire même de conspiration entre eux), ces deux actes de vie et de nutrition sont tenus d'être perpétuellement en exercice, de manière

⁴⁵² Stahl, *Negotium otiosum*, Enodationes, XX, in Duchesneau et Smith (éds.) (2016), p. 151.

⁴⁵³ Stahl, *Negotium otiosum*, Enodationes, XII, trad. Huneman et Rey (2007).

que, dans leur simultanéité, l'acte nutritif soit le soutien de l'acte vital »⁴⁵⁴

Puisque le corps vivant ne pourrait subsister sans une « incessante et particulière énergie conservatrice et ses perpétuels secours » apte à annuler les effets de la corruption chimique tout en conservant la corruptibilité essentielle de la mixtion organique (qui, comme nous l'avons vu, est indispensable à la réalisation de la finalité de l'organisme), c'est à un « acte vitalo-nutritif » qu'il revient de maintenir l'économie organique dans son intégrité. Il serait au fond tentant de voir dans cette conception métabolique de la vie à la fois l'indice d'une contribution de la chimie à l'émergence du problème ontologique de la vie et le prototype d'une conception vitaliste de l'organisme, dans lequel des parties existant à la fois pour le tout et pour les autres exécuteraient les mouvements nécessaires au maintien d'une intégrité vitale conçue comme équilibre dynamique. Or, conformément à ce que nous avons établi dans les sections précédentes, il nous semble que nous aurions tort de vouloir voir dans ce tableau des processus organiques un ferment ou une racine pour le développement des conceptions vitalistes de l'économie organique, telles qu'elles se déploieront dans la seconde moitié du 18^e siècle. Entre Stahl et les vitalistes, tomberont en effet à la fois le schème instrumental que nous avons évoqué et dans lequel se pense nécessairement l'organisme stahléen, schème dont la machine fournit encore le cadre donc, et l'intervention architectonique d'un principe immatériel de direction et d'exécution des processus vitaux. Nous voudrions alors confronter notre grille de lecture au traitement que Stahl réserve finalement aux processus de nutrition : si la nutrition est bien décrite comme un « principe actif de la vie » chargé de la conservation de la mixtion corporelle, il n'est pas certain que la manière dont Stahl en caractérise les opérations physiologiques puisse en revanche soutenir une interprétation vitaliste de son rôle dans l'économie organique.

Sans surprise en effet, les processus de nutrition ne sont pas sous la dépendance du corps, mais bien sous le commandement de l'âme, seul agent dont il est rationnel de penser qu'il soit apte à coordonner la suite des opérations exactes et proportionnées impliquées dans la nutrition. Conformément à son refus des entités intermédiaires ou des principes vitaux *sui generis* (« faculté digestive », « archée de l'estomac », « puissances

⁴⁵⁴ Stahl, « Recherches sur la différence... », *op. cit.*, p. 384.

particulières exerçant les fonctions gastriques »⁴⁵⁵), Stahl refuse aux organes la possibilité de contribuer matériellement aux processus nutritifs. Si les aliments, par exemple, subissent les effets de la fermentation par lesquels ils peuvent se décomposer, il ne faut cependant pas attribuer ces phénomènes à des ferments spécifiques, ou encore chercher à localiser dans les organes la production des ferments aptes à réaliser cette opération zymotique : ainsi Van Helmont a commis l'erreur d'assurer « qu'il y a dans l'estomac un ferment particulier qui agit nécessairement sur les fonctions digestives » et de lui donner « le nom spécial de ferment stomacal, considérant l'estomac lui-même non pas tant comme le siège que comme le principe et la véritable source de ce ferment »⁴⁵⁶. Ce qui nous semble en jeu ici dans ce refus d'accorder à l'estomac la puissance de produire un ferment spécial, c'est bien la volonté de maintenir l'organe dans sa relation d'instrumentation à l'âme et donc le refus corrélatif de l'en affranchir – affranchissement qui serait consécutif de l'admission d'une certaine autonomie fonctionnelle de l'organe. De même, la complexité des opérations impliquées dans la transformation des substances alimentaires en substances susceptibles de servir non seulement à l'entretien de la mixtion organique mais également à la construction de chaque partie du corps⁴⁵⁷ – avec les contraintes de proportionnalité et de configuration que cela impose – ne saurait être prise en charge par des moyens exclusivement matériels ou mécaniques, puisqu'il s'agit d'orchestrer en plus des opérations de dissolution de la mixtion alimentaire (par laquelle elle perd sa cohésion naturelle pour acquérir une texture « diaphane et gélatineuse »⁴⁵⁸), les opérations électives et proportionnées d'assimilation des particules nutritives dans des textures organiques différenciées : « comment peut-il être raisonnable de penser que les plus petites particules d'une semblable matière tendent, les unes, à aller constituer la tête, les autres la partie *la plus ample* du canal médullaire, celles-ci la partie *la plus étroite*, celles-là enfin la partie courte des os, etc., etc. ? »⁴⁵⁹ De telles prestations téléologiques ne sauraient être attribuées ni à de simples effets mécaniques, ni à la « ridicule et gratuite

⁴⁵⁵ *Vraie théorie médicale*, in Stahl (1860), *Œuvres*, vol. 3, Section III, « De la nutrition », §22, p. 332.

⁴⁵⁶ *Vraie théorie médicale*, *op. cit.*, §20, p. 331.

⁴⁵⁷ Voir en particulier *Vraie théorie médicale*, *op. cit.*, le §41 consacré à l'assimilation des particules nutritives, p. 344.

⁴⁵⁸ *Vraie théorie médicale*, *op. cit.*, § 29, p. 337.

⁴⁵⁹ *Vraie théorie médicale*, *op. cit.*, §44, p. 346.

supposition que toutes ces particules élémentaires devraient être capables de connaître, de désirer, de rechercher même d'après telle ou telle manière d'être ou modalité les éléments nécessaires, et de diriger énergiquement tous leurs efforts, d'après telle fin et telle intention.»⁴⁶⁰ En effet, la théorie mécaniste de la nutrition qui se fonde sur le contact, le mouvement, la combinaison et la cohésion des particules ne permet pas de rendre compte de l'exacte coadaptation et coordination des parties qui a lieu lors de la formation de l'embryon, et après lors des transformations vitales qui affectent le corps⁴⁶¹. C'est pourquoi Stahl se montre particulièrement critique à l'égard de l'explication mécaniste de la nutrition comme accréation de particules indifférenciées à la surface des organes, ou aux fibres qui forment les tissus. Le refus conjoint de la mécanique aveugle et de la dispersion dans la matière d'un principe immanent d'activité conduit nécessairement à accorder à l'âme la direction et la coordination de cette suite d'opérations complexes, exactes, proportionnées et programmées en quoi consiste la nutrition :

« cette coordination, si exacte et si proportionnée, qui se manifeste et se conserve depuis la formation du fœtus jusqu'à l'entier développement et au dernier accroissement du corps animal quel qu'il soit, ne peut être autre chose qu'un acte vraiment électif (...) si bien réglé de point en point, que, à tout âge, quel que soit d'ailleurs le volume du corps, il poursuit et conserve constamment la forme propre et les proportions naturelles inhérentes à toutes les parties de ce même corps. »⁴⁶²

La nutrition, parce qu'elle joue à la fois un rôle dans la conservation du corps et dans le procès d'accroissement et de développement de l'organisme ne saurait donc être comprise que sous la dépendance d'un principe de rationalité capable d'en administrer les opérations avec sagesse. Comme l'analysent parfaitement Duchesneau et Smith :

« Il est en effet impossible de concevoir comment des collections de particules et de mixtes composant les structures organiques pourraient être produites autrement que par l'action d'un agent

⁴⁶⁰ *Ibid.*, §44, p. 346.

⁴⁶¹ Stahl, *Negotium Otiosum*, Enodationes, XXI, in Duchesneau et Smith (éds.) (2016), p. 171.

⁴⁶² *Vraie théorie médicale, op. cit.*, §45, p. 346.

incorporel à même de les collecter, de les ordonner, de les ajuster, de les harmoniser. Pour Stahl, le mouvement est la cause efficiente de l'ordre organique vital que la nutrition accomplit et préserve. Mais ce mouvement doit être ordonné à une action architectonique, et donc impliquer une dimension téléologique et fonctionnelle qui rend manifeste l'intervention de l'âme en tant qu'elle est responsable de l'organisation vitale du corps. Stahl rejette la préformation et la préexistence, et en particulier l'idée que des structures déterminées puissent se développer par des simples processus mécaniques. Selon lui, la structure vitale ne pouvait être achevée que par un agent composant le corps organique pour lui-même, c'est-à-dire, en accord avec un dessein intentionnel visant l'accomplissement des fonctions vitales »⁴⁶³.

La vie, en tant qu'elle est conservée par les opérations nutritives, ne dépend donc pas d'une chimie du vivant, dont nous avons vu à plusieurs reprises qu'elle ne prend en charge que la dimension « morte » du vivant, mais de l'âme – immatérielle. Le portrait de la vie organique que nous aurions été tenté de lire au départ s'inverse alors singulièrement, puisque la nutrition ne devient pas le lieu du développement d'une physiologie générale matériellement – chimiquement – instruite, brisant d'un côté le lien de l'organisme et de la machine et de l'autre celui de l'âme et du corps, mais d'une physiologie dépossédée de ses moyens propres, en somme « inorganique », comme le dit Stahl : la nutrition s'accomplit par une suite d'actes « inorganiques » au sens où ils ne relèvent pas des organes. La nutrition, comprise dans sa généralité, ne peut en effet pas être décrite comme un processus organique en raison des contraintes de complexité, d'ordre et de simultanéité auxquelles doivent obéir ses opérations, et échappe à la limite à la relation d'instrumentation telle que Stahl la conçoit. La temporalité du renouvellement moléculaire et de la lutte contre la corruption vitale ne saurait s'accommoder de l'intermédiaire temporel que suppose la succession d'actes organiques, bien que parfaitement réglés. La nutrition ne s'effectue donc pas au moyen des organes du corps, par l'intermédiaire des instruments organiques donc, mais en tant que processus essentiellement inorganique elle doit être réalisée par des « mouvement simples, auteurs de cette immédiate position très-spéciale, ultérieurement permanente,

⁴⁶³ Duchesneau et Smith (2016), Introduction, p. xxxi-xxxii. Nous traduisons.

[qui] exécutent la grande affaire de l'apposition et de l'assimilation »⁴⁶⁴. Stahl dépossède alors en quelque sorte l'organisme de tout horizon d'autonomie, puisque ces actes inorganiques sont l'effet de l'action non médiée (par « un mouvement simple et direct », dit encore Stahl) de l'âme sur le corps : « En effet, c'est à l'aide de ces actes inorganiques, de ces mouvements, que cet agent immatériel applique les matières les plus convenables et même les corpuscules les plus minimes, et les joint ensemble, (...) les emploie enfin tout-à-tour, même les plus petits, à la formation des organes et leur assigne une position naturelle »⁴⁶⁵. L'argument de la complexité finale est alors constamment avancé par Stahl pour appuyer sa conception inorganique, et partant immatérielle, de la nutrition : de même que la téléologie organique (macroscopique et microscopique) ne peut être résorbée dans des « mouvements de la matière errante » (puisque même les plus infimes parties – méats, interstices, pores – obéissent à des déterminations fonctionnelles), de même la parfaite et régulière distribution des atomes nourriciers ne saurait dépendre d'un ordre matériel par essence irrationnel. La vérité de la nutrition ce n'est donc pas l'autorégulation et l'autoproduction de l'organisme par ses propres moyens, mais le maintien d'un ordre vital contrariant celui de la matière par un principe de rationalité hégémonique et immatériel. Si bien que par un curieux renversement, la nutrition devient le lieu précis où l'impuissance de l'organique se manifeste dans toute son étendue, puisqu'elle permet ultimement de démontrer l'absurdité de cette hypothèse d'un « corps vivant et existant par lui-même, et non absolument en vertu d'un autre agent » :

« Il nous sera facile maintenant de découvrir la vérité du phénomène de la nutrition, d'en étudier tous les secrets à l'aide de la raison, et de démontrer ensuite que *l'acte suprême et formel* de cette importante fonction, vulgairement appelée *assimilation*, est véritablement un acte *inorganique*, c'est-à-dire s'exécutant sans l'intermédiaire d'aucun organe ou instrument, mais d'une manière *immédiate* et par un mouvement très spécial, ou en d'autres termes, avec une mesure, un ordre et une régularité admirables. De sorte que *l'assimilation nutritive* consiste d'une manière absolue : 1) dans la séparation de corpuscules nourriciers – extraits de la lymphe lors de son trajet dans les organes, et qu'elle se porte au-delà du lieu où l'apposition doit s'effectuer ; dans la séparation, disons-nous, de

⁴⁶⁴ *Vraie théorie médicale, op. cit.*, §48, p. 348.

⁴⁶⁵ *Ibid.*, p. 348.

tels corpuscules, convenables à la consistance de toutes les parties, d'avec d'autres corpuscules de nature différente ; 2) dans le rapprochement ou l'application successive par le mouvement ; 3) enfin dans la juxtaposition et la collocation de ces particules dans les parties où elles doivent être fixées pour un temps. Ce phénomène est exécuté d'une manière absolument convenable et conforme au nombre de ces corpuscules, non en vertu de la quantité de la matière, mais selon les besoins continuels des organes eux-mêmes durant toute la vie de l'individu. »⁴⁶⁶

3.2.4 Conclusion

Comme nous l'avons suggéré au chapitre précédent, la contribution de la nutrition à l'émergence du problème ontologique de la vie et à l'élucidation des processus matériels (chimiques) qui la soutiennent devait d'abord passer par la différenciation de mécanismes propres aux êtres organiques. Or, comme nous venons de le voir, la reconnaissance d'un tel hiatus ne pouvait suffire. En effet, l'élaboration d'une opposition / polarisation entre processus vitaux et processus non vitaux, comme par exemple la reconnaissance de l'irréductibilité de l'organique au mécanique et la caractérisation de la vie comme opposition aux forces chimiques de dissolution chez Stahl, ne permettait pas de dépasser la conception traditionnelle de l'organisme comme ensemble d'organes – instruments sous la juridiction d'une âme hégémonique qui en dirige la totalité des opérations et processus. Si Stahl pense la vie comme un équilibre fragile nécessitant le travail réparateur continu de la nutrition, celle-ci ne renvoie pas à une réelle capacité des organismes à s'autoproduire, à s'autoréguler ou à s'auto-organiser puisque la nutrition n'est qu'un instrument pour l'âme, instrument de surcroît *inorganique*, au sens où elle ne dépend pas des organes mais de « mouvements simples et directs » contrôlés par l'âme⁴⁶⁷. Et si Stahl fait intervenir la chimie dans la reconnaissance du caractère problématique de la vie, c'est aussi pour amplifier l'écart entre le chimique et le vital, ce dernier ne ressortant en définitive pas d'une organisation chimiquement déterminée – puisque l'organisation chimique de la matière vivante détermine davantage sa tendance à la dissolution que la persistance vitale – mais encore

⁴⁶⁶ *Ibid.*, §52, pp. 350-351.

⁴⁶⁷ Voir par exemple Stahl (1859), t. 3, *Vraie théorie médicale*, Section 3 « De la nutrition », §48.

de l'action organisatrice de l'âme. L'utilité de la chimie doit donc apparaître comme nulle au médecin, puisque dans les animaux ses effets sont immédiatement neutralisés par les effets de la vie : quoique la chimie n'explique pas ce qui, à proprement parler, vit dans le vivant, elle rend néanmoins compte de la nécessité de s'opposer à ses effets. En ce sens, la chimie est à la fois ce qui nie la vie et ce qui est, conjointement, déjoué par elle. Réciproquement, la vie, comme principe de préservation du corps, ne peut qu'être radicalement étrangère à la chimie. Il faudra que ces éléments de crise ontologique de la vie soient réappropriés, et en quelque sorte subvertis, dans un cadre matérialiste – et notamment par Diderot – pour que la dimension proprement chimique du discours stahléen permette de donner un contenu irréductiblement vitalo-chimique au concept d'organisme. C'est donc à partir de l'exploitation du potentiel chimique du discours sur le vivant, dont la philosophie médicale stahléenne est une expression singulièrement puissante mais pas unique (pensons à Van Helmont ou à Willis), mais surtout du renversement de son cadre et d'une reconfiguration des forces (forces chimiques = mort) que le schème instrumental de l'organisme pourra être mis en défaut. La vitalisation de la doctrine stahléenne de l'organisme était donc en quelque sorte en attente d'une reconceptualisation des opérations vitalo-chimiques. Notre hypothèse pour la suite de ce travail est que la solidarité du schème instrumental de l'organisme et d'une chimie putrido-fermentative, qui culmine dans une théorie agonistique de la vie chez Stahl, pourra être brisée à la faveur des travaux menés sur les processus organisateurs vitalo-chimiques du corps vivant en quoi consiste la nutrition.

Reconnaître la spécificité des processus organiques et concevoir le caractère problématique de la vie, ou encore prendre conscience de l'insuffisance du paradigme technique pour penser le vivant ne conduisent donc pas *a priori* à localiser cette spécificité dans des processus physiologiquement et matériellement déterminés. Autrement dit, la polarisation de l'opposition ontologique entre le vivant et le non-vivant, bien qu'elle nous apparaisse comme une première condition, n'accompagne pas nécessairement le travail de constitution d'une science biologique empirique et expérimentale. A cette reconnaissance nécessaire du problème ontologique de la vie devra donc s'adjoindre un travail de redéfinition profond de la nutrition, consistant principalement en une complexification du rôle qui lui était traditionnellement accordé dans l'économie vitale – il faudra pour cela substituer à une définition de la nutrition comme croissance et réparation une compréhension organisationnelle et productrice de

la nutrition. A cette condition, la nutrition devait permettre de saisir la spécificité des organismes vivants comme une certaine capacité à s'autoproduire – spécificité qui, à défaut d'être matériellement ou chimiquement déterminée, soulevait du moins la question de la relation entre la vie et la matière, ou entre le vital et le chimique. Pour le dire autrement, nous voudrions prendre au sérieux – littéralement – et donner de la consistance à cette hypothèse d'un « matérialisme viscéral »⁴⁶⁸ émergeant et se développant au 18^e siècle, c'est-à-dire d'un matérialisme affranchi à la fois des entités immatérielles et d'un réductionnisme mort par la reconnaissance du travail organisateur et chimique de la nutrition.

Or, ce qui nous paraît se jouer dans cette hypothèse c'est la possibilité de passer d'une conception de la nutrition *comme réparation* soutenant une théorie agonistique de la vie – dans laquelle des forces antagonistes spécifiques immatérielles (âme = vie) et matérielles (chimie = mort) s'opposent et où l'instabilité chimique ne signifie jamais que la mort – à une conception de la nutrition comme *processus dialectique* intégrant un double mouvement d'organisation et de désorganisation. Dans une telle conception de la nutrition, c'est à rebours la fixité chimique qui entraîne la mort, la vie se signalant à l'inverse comme la complémentarité nécessaire de la création et de la destruction, de l'assimilation et de la désassimilation. Ce qui affleure en définitive derrière ces conceptions concurrentes et évolutives de la nutrition, c'est la possibilité de penser la vie comme équilibre instable et non plus statique, dans lequel la décomposition est moins un prix à payer pour la vie qu'une condition de sa réalisation : l'instabilité chimique n'est plus alors signe d'une précarité vitale à laquelle une force doit s'opposer, mais un trait constitutif du vivant. A ce titre, il faudra faire éclater le cadre instrumental et technique dans lequel l'organisme était jusqu'alors pensé et lui substituer un modèle dans lequel l'intégration fonctionnelle, la solidarité et l'autoproduction des parties renvoient à une dynamique vitale continue – faire l'économie de l'âme, donc, afin de réorienter l'enquête vers les conditions matérielles, chimiques de la réalisation et du maintien de l'identité organique.

⁴⁶⁸ Wolfe (2016), p. 49.

3.3 NUTRITION DIRECTE OU METAMORPHOSE ?

De la vie à la digestion, et retour Avec Stahl, nous avons entrevu comment émergeait une certaine conscience du caractère problématique de la vie au regard de l'inerte, conscience certes insuffisante en ce qu'elle engageait une conception de la vie comme lutte active pour la préservation de la mixtion vitale au moyen de processus métaboliques orchestrés par l'âme. Il fallait donc avec Stahl, même si le problème de la vie était dès lors clairement posé, rajouter quelque chose dans la machine pour que celle-ci fût vivante. Si dans ce cadre Stahl pouvait développer une compréhension de la nutrition comme « principe actif de la vie », celle-ci devait donc rester en quelque sorte impuissante. Or, cette réflexion stahlienne sur le caractère ontologiquement problématique de la vie et le statut conceptuel de l'organisme, réflexion qui ne pouvait se satisfaire d'une chimie des lois d'organisation vitale, s'énonce parallèlement à une controverse sur la nature de la digestion qui opposa, au début du 18^e siècle (1709-1714), les partisans de la « trituration »⁴⁶⁹ à ceux de la « fermentation »⁴⁷⁰. Enonciation parallèle de deux types de discours qui ne se rencontrent donc pas, mais dont la mise en relation peut servir de point d'ancrage à notre enquête sur les conditions d'émergence d'une conception métabolique de la vie. Ce qui nous frappe en effet dans le déploiement de ces logiques discursives c'est, pour ainsi dire, la distribution des centres d'intérêts : tandis qu'avec Stahl on part de la question de la nature de la vie pour conclure à l'hétérogénéité de la vie et de la chimie, les hérauts de la « trituration » et de la « fermentation », loin de nourrir la même ambition définitionnelle, se concentrent sur le traitement d'une question d'abord posée en termes empiriques, puisque c'est à propos de la nature de la digestion et des aliments propres à consommer que s'affronteront deux visions systématiques et totalisantes de la nature. Comme le remarque fort

⁴⁶⁹ Hecquet, *Traité des dispenses du Carême*, Paris, Fournier, (1709) ; *De la digestion des aliments, pour montrer qu'elle ne se fait pas par le moyen d'un levain, mais par celui de la trituration ou du broiement, contre l'article XIII des « Mémoires de Trévoux », en janvier 1710*, Paris, F. Fournier, (1710) ; *De la digestion et des maladies de l'estomac suivant le système de la trituration et du broiement, sans l'aide des levains ou de la fermentation, dont on fait voir l'impossibilité en santé et en maladie*, Paris, F. Fournier, (1712).

⁴⁷⁰ Astruc, *Sur la cause de la digestion. Séance de la Société royale des Sciences de Montpellier, fin 1711. Comptes rendus de la Société royale des Sciences de Montpellier*, Montpellier, H. Pech (1711) ; *Traité de la cause de la digestion, ou l'on refute le nouveau système de trituration & du broiement. Et où l'on prouve que les alimens sont digerez & convertis en chile, par une véritable fermentation*, Toulouse, Ant. Coulomiez (1714).

justement Claire Salomon Bayet à propos de ces « théories rationalisantes » qui se superposent aux « rêveries digestives », « le vivant est l'objet pratique de l'expérience sans spéculation sur la vie : s'il y a science de la vie, c'est dans la théorie de cette pratique. »⁴⁷¹

Le débat qui oppose Philippe Hecquet (1661-1737), docteur de la faculté de Paris, à Jean Astruc (1684-1766), professeur de médecine à l'école de Montpellier, et à travers eux les écoles iatomécanistes et iatrichimiques, concerne avant tout la nature du changement que les aliments doivent subir au cours de la digestion afin de constituer une matière assimilable par l'organisme. Ce problème se situe donc en amont de la question de l'« animalisation »⁴⁷² des substances alimentaires, c'est-à-dire du passage de la matière nutritive à la matière vivante organique susceptible de sensibilité⁴⁷³. L'alternative se présente ainsi : soit les aliments subissent un changement de forme qui n'affecte pas leur nature, ils sont alors broyés et réduits en unités élémentaires par l'action des dents, de la mâchoire et de l'estomac, puis mélangés au liquide contenu dans ce dernier ; soit les aliments subissent un changement de nature qui outrepassé la simple reconfiguration matérielle, et acquièrent lors de la digestion des caractères nouveaux qu'ils ne possédaient pas avant. En somme, les aliments sont-ils simplement divisés en molécules fines capables d'être distribuées dans l'organisme, celui-ci étant dès lors conçu comme un composé de fibres alimentaires non altérées selon leur essence, mais simplement réarrangées (l'organisme est en quelque sorte littéralement ce qu'il mange) ? ou bien les aliments doivent-ils subir une réelle « transmutation » au cours de la digestion, qui les rend semblables à la matière organique à laquelle ils doivent s'assimiler (l'organisme a la capacité d'imposer ses propres déterminations à ce qu'il mange et de sécréter sa propre substance) ? Pour cette deuxième hypothèse, l'enjeu de l'introduction du discours chimique réside dans la possibilité de penser un changement

⁴⁷¹ Salomon-Bayet (2008) [1978], pp. 340-341.

⁴⁷² Terme employé par exemple par Diderot dans *l'Entretien entre d'Alembert et Diderot* (1769) : « Diderot : Oui ; car en mangeant, que faites-vous ? Vous levez les obstacles qui s'opposaient à la sensibilité active de l'aliment ; vous l'assimilez avec vous-même ; vous en faites de la chair ; vous l'animalisez ; vous le rendez sensible ; et ce que vous exécutez sur un aliment, je l'exécuterai quand il me plaira sur le marbre. »

⁴⁷³ Cette question abordée à partir du concept d'« animalisation » deviendra centrale, nous le verrons, pour les théories vitalistes de la nutrition à partir de la seconde moitié du 18^e siècle. Elle reçoit un traitement privilégié chez Diderot dans l'ensemble formé par *l'Entretien entre d'Alembert et Diderot* et *Rêve de d'Alembert* et les *Eléments de physiologie*, où elle est principalement formulée comme possibilité du passage de la sensibilité inerte à la sensibilité active.

interne aux substances nutritives et l'apparition de nouvelles qualités lors de la digestion.

Comme l'a définitivement montré Claire Salomon-Bayet dans son étude sur « l'expérience du vivant au 18^e siècle », les partisans de la trituration revendiquent explicitement d'appartenir au camp de la science expérimentale : ils invoquent les expériences réalisées par Redi et Borelli entre 1657 et 1667 sur la force broyante des gésiers de dindons, dont ils mesuraient la résistance par l'introduction de boules de verre. A l'opposé, les défenseurs de la thèse « fermentationniste » revendiquent l'autorité de Van Helmont, de Boë Sylvius et de Willis⁴⁷⁴. Au patronage expérimental mécaniste s'opposerait ainsi un patronage chimique davantage marqué par une tradition théorique et spéculative. Notons également que le débat qui oppose la théorie de la trituration à celle de la fermentation est largement spéculatif et théorique : il repose sur des arguments géométriques (calcul de la force broyante de l'estomac pour les uns, et insuffisance de la force de contraction de l'estomac pour que ses parois entrent en contact avec la totalité des aliments qui y sont contenus, pour les autres), des arguments d'autorité (chaque traité s'ouvre classiquement sur une histoire des théories de la digestion), ainsi que sur une argumentation fortement téléologique où la fonction des organes commande *a priori* leur structure : par exemple, selon les fermentationnistes, la structure membraneuse de l'estomac prouve qu'il *ne peut être* destiné au broiement des aliments.

3.3.1 Cribles, meules et nutrition directe (Hecquet)

La querelle commence lorsque Hecquet insère le mémoire *Sur la cause de la digestion* de Astruc (1710) dans son *Traité de la digestion et des maladies de l'estomac* (1712) afin de réfuter l'opinion commune qui rapporte la digestion des aliments à la

⁴⁷⁴ Salomon-Bayet (2008) [1978], pp. 344-346. Concernant Van Helmont nous renvoyons au chapitre 2 du présent travail. Le *De fermentatione* (1659) de Thomas Willis (1622-1675) est une autre source mentionnée par Astruc, puisque la fermentation, mouvement intestin de particules (ou des parties principes), y est décrite comme l'agent du changement dans la nature et comme le principe de la maladie et de la santé dans le corps. Sur la physiologie chimique de Willis, voir Debus (2001) ; sur les explications chimiques / mécaniques de la fermentation au 17^e siècle, voir Mendelsohn (1964), Chang (2002), Clericuzio (2012), (2016).

fermentation – hypothèse absurde selon lui puisque la puissance que l'on prête aux ferments y est telle que l'estomac s'auto-digérerait si elle était réelle. La théorie mécaniste de la digestion suppose à l'inverse une vision générale de la nature dans laquelle la matière est à la fois homogène et passive, puisque si les particules de matière peuvent différer selon leur forme et leur taille, elles sont fondamentalement identiques dans les corps vivants et les agrégats inertes. La digestion est alors conçue comme un processus à la fois simple et linéaire. La question de savoir comment des propriétés vitales peuvent émerger d'agrégats de matière inorganique ou morte n'est alors pas pertinente puisque la matière est définie comme une entité homogène.

Dans la théorie « triturationniste » de Hecquet, les organismes sont ce qu'ils mangent, c'est-à-dire que la digestion altère la forme et la taille des substances alimentaires sans modifier leurs parties constituantes ni leur conférer de nouvelles propriétés. Comme pour les théories du développement embryonnaire, le mécanisme échoue (ou renonce) à expliquer l'organisation vitale mais la présuppose – nous verrons ainsi au chapitre suivant, comment la théorie préformationniste du développement de Charles Bonnet prendra appui sur le modèle d'une théorie mécaniste de la digestion. Le système de la trituration, exposé par Philippe Hecquet, modélise ainsi l'action de l'estomac à partir de celle des dents et de la mâchoire. Fonctionnellement, l'estomac est conçu comme un muscle creux capable de pétrir puis de dissoudre les aliments au moyen des « fibres motrices » dont il est composé, avec le concours des muscles voisins (bas ventre et diaphragme). C'est en effet parce que l'estomac est composé de fibres qu'il a la puissance de broyer et de provoquer la coction nécessaire à la digestion : « Ainsi le ressort de ces fibres, leur vertu systaltique, leurs oscillations, en broyant les sucs, les cuisent, les digèrent, et les filtrent. »⁴⁷⁵ Hecquet se réfère ici explicitement à la force musculaire de l'estomac, qui a été calculée, dit-il, par Pitcairne :

« Elle est telle, cette puissance de la part des muscles du bas-ventre qui ont leur part dans ce broiement, qu'elle équivalle un poids de 248 235 livres. Ajoutez encore que la force de l'estomac toute seule équivalle un poids de 12 951. Il s'ensuit : 1. Que la seule force de l'estomac est 4 fois plus grande que celle du cœur ; 2. Qu'étant unie et de concert avec la puissance des muscles du bas-ventre, il en

⁴⁷⁵ Hecquet, *De la digestion et des maladies de l'estomac...* (1712), p. 112.

résulte une force équivalente à un poids énorme, savoir à un poids de 261 186 livres, puissance supérieure à celle d'une des plus puissantes meules. »⁴⁷⁶

Dans le système général de la trituration au sein duquel l'organisme est saisi sous l'image d'une gigantesque « meule philosophique et animée qui broie sans bruit, qui fond sans feu, qui dissout sans corrosion »⁴⁷⁷, la digestion est conçue comme la désunion des parties intégrantes (parties des mixtes qui en conservent la nature et les propriétés) des aliments par la force des organes. Le chyle, produit de la digestion dans l'estomac, est le résultat de ce broiement : il est une poudre très fine mélangée au liquide contenu dans l'estomac. Or l'appareil digestif (estomac, diaphragme, bas ventre et foie) n'est pas le seul organe triturant ou broyant, mais c'est le corps tout entier qui devient pressoir : « tout est trituration dans nos corps ». La bouche est évidemment un mortier, les dents des pilons. La poitrine, le poumon, le cœur, et même le cerveau sont encore faits *pour* le broiement. Plus fondamentalement c'est parce qu'il est composé de « fibres musculeuses », et « d'artères qui ont chacune leurs systoles, leurs ressorts » que tout le corps est destiné à cette fonction. Mais si c'est la fibre qui broie, et que l'organe n'est que la configuration spéciale en laquelle elle s'organise dans l'animal, alors il faut que la plante trituré également : « Tout est fibre dans les plantes, tout y est donc ressort »⁴⁷⁸. Il n'y a donc pas besoin d'identifier des appareils organiques pour reconnaître l'universalité d'un mécanisme fonctionnel : la fonction (digestion) ne suppose pas l'organe (estomac), puisque la digestion s'effectue par « le nombre infini de fibres motrices ou élastiques qui composent les plantes »⁴⁷⁹.

Une même fonction peut donc être réalisée par diverses configurations : cela suffit à Hecquet, invoquant le principe d'économie et d'uniformité de la nature, pour affirmer que les minéraux aussi doivent digérer par trituration. Puisqu'en effet les animaux forment des concrétions minérales comme les coquilles des œufs, ou les calculs rénaux, il faut imaginer une « cause commune et semblable dans tous les corps, pour faire des durillons ou des pierres », et donc que « la nutrition se fait partout de même »⁴⁸⁰. On ne

⁴⁷⁶ *Ibid.*, p. 109-110.

⁴⁷⁷ *Ibid.*, pp. 111-112.

⁴⁷⁸ *Ibid.*, p. 127.

⁴⁷⁹ *Ibid.*, p. 127.

⁴⁸⁰ *Ibid.*, p. 140.

saurait donc admettre des mécanismes différentiels, organiques et inorganiques, pour rendre compte de la croissance par nutrition :

« L'on voudrait rendre incertain l'analogisme qu'on vient d'établir entre les animaux, les plantes, et les minéraux, en disant que la nutrition ne s'y fait pas de la même manière, et ceci formerait un grand préjugé contre l'uniformité de leur production. Les sucs, dit-on, entrent dans la substance de l'animal, ils s'insinuent dans ses vaisseaux, ils en pénètrent les fibres, au lieu que dans les minéraux et dans les plantes, les sucs s'amoncellent dans leurs pores, ils s'y placent, ils les écartent et les dilatent sans les pénétrer. (...) Mais cette différence est dans les termes (...) C'est dans les uns et dans les autres une addition de parties nouvelles qui s'attachent aux anciennes, et le frottement, la pression et le broiement en sont les moyens. »⁴⁸¹

Fondamentalement, la nutrition est donc une opération de division et d'agrégation, uniforme dans la nature, en ce sens qu'elle ne se constitue pas en critère distinctif de l'organique : elle n'altère pas la qualité des substances alimentaires, ni ne leur en crée de nouvelles. Celles-ci ainsi réduites en leurs particules élémentaires s'intégreront telles quelles à l'organisme, et la digestion ne consiste finalement qu'en une simple addition de la matière nutritive à un patron déjà donné : animal, végétal ou minéral. Il apparaît donc assez nettement que la théorie triturationniste de Hecquet, même si elle admet des opérations de type chimique comme la coction, dissout la vie dans une grande vision mécaniste de la nature.

3.3.2 Principes, Ferments, Transmutations (Astruc)

La réponse d'Astruc ne se fait pas attendre. En 1714, il réplique avec un mémoire qu'il ne veut pas être « une dispute personnelle » mais qui entend « examiner à fond les principes qui servent de fondement aux deux systèmes. »⁴⁸² Pour les partisans de la fermentation, la véritable cause de la digestion réside dans l'action de levains ou de

⁴⁸¹ *Ibid.*, p. 140.

⁴⁸² Astruc (1714), « Avertissement ».

ferments organiques que sont la salive, la bile et le suc pancréatique. Les ferments sont en effet considérés comme les seuls agents capables d'opérer un changement de nature dans les corps : comme le rappellera l'*Encyclopédie*, « Les anciens chimistes désignaient par le nom de *ferment*, tout ce qui a la propriété, par son mélange avec une matière de différente nature, de convertir, de changer cette matière en sa propre nature »⁴⁸³.

Quelle conception des processus nutritifs est donc développée dans la théorie fermentationniste ? Pour Astruc la nutrition dans sa généralité doit être interprétée comme une transmutation de la nature des aliments, et pour cela la digestion doit agir comme une véritable fermentation, par le biais de ferments. Pour contraster cette théorie avec la vision mécaniste, nous dirons qu'elle théorise la digestion comme une opération de changement de substance. Comme nous l'avons souligné plus haut, l'argument de Jean Astruc est clairement inspiré par la chimie de Van Helmont pour qui, rappelons-le, toutes les transmutations sont l'effet de ferments – sans toutefois reprendre le détail de son analyse des archées. La fermentation doit alors apparaître comme le principal agent de l'économie animale, remplaçant adéquatement les facultés, âmes ou chaleur innée des anciens. Dans ce cadre, la digestion est décrite comme une transmutation de la nourriture opérée par des principes vitaux, c'est-à-dire par l'action de ferments, et non de la chaleur ou d'une coction. Conséquemment, Jean Astruc comprend la digestion comme un processus de transmutation, dans lequel des changements radicaux affectent les parties des mixtes que sont les substances alimentaires – ces changements étant opérés par des ferments, tels que la salive, le suc pancréatique ou la bile. Les partisans de la fermentation comprennent donc la digestion comme une véritable « transmutation » des aliments, en ce sens qu'elle affecte les mixtes dans leurs parties principes ou essentielles (c'est-à-dire les parties des mixtes dont sont composées les parties intégrantes – nous revenons sur cette distinction un peu plus loin). L'argument général est le suivant⁴⁸⁴ :

1) Les aliments étant d'une nature très différente de la matière qui compose les corps vivants, ceux-ci doivent « recevoir plusieurs préparations et plusieurs changements, avant que de s'unir à nos corps, pour former ensemble une même

⁴⁸³ Article « Ferment », (*Econ. anim. Med.*), vol. VI (1756), p. 516b–517b.

⁴⁸⁴ Astruc (1714), ch. 5 « Précis des raisons qui prouvent que la fermentation est la véritable cause de la digestion des aliments », pp. 72-92.

substance »⁴⁸⁵. Pour Jean Astruc il s'agit en effet de penser la possibilité d'une transformation de la matière nutritive en matière assimilable par l'organisme, puis en matière organique à partir des opérations de chylification et de sanguification, par lesquelles elle pourra acquérir « la nature, le caractère et les propriétés » du sang ou « former les humeurs qui s'en séparent pour différents usages, comme la lymphe nourricière, les esprits animaux, la bile »⁴⁸⁶ ;

2) Or les aliments ne possèdent pas en eux-mêmes la capacité d'opérer un tel changement : « la vertu que les aliments ont de nourrir nos corps, et de se changer en notre propre substance, ne dépend point uniquement de leur forme intérieure, ni de leurs qualités sensibles »⁴⁸⁷ ;

3) Il faut comprendre comment les aliments peuvent acquérir de nouvelles qualités lors des opérations de digestion ;

4) Une telle transformation doit dès lors être confiée à la puissance propre de l'organisme. Si la bouche prépare les aliments, en les broyant et en les humidifiant, c'est dans l'estomac que se produisent les modifications les plus considérables : « là ils changent entièrement de nature, et leurs parties dissoutes, fondues et liquéfiées ne forment plus ensemble qu'une pâte uniforme, d'une couleur grisâtre, et d'une consistance assez épaisse »⁴⁸⁸. Dans les intestins, cette pâte se transforme en chyle, matière qui servira ensuite à la sanguification. Le passage de l'aliment au chyle puis au sang doit être compris comme un changement de nature par lequel il acquiert des qualités nouvelles : « (...) les aliments ne sont plus reconnaissables sous la forme de chyle, ni sous celle de sang : ils ont donc changé véritablement de nature, par une transformation réelle et physique quand ils ont formé ces deux liquides »⁴⁸⁹.

En effet, lors des étapes de la digestion, il s'est produit une décomposition totale des aliments altérant entièrement leur nature et aboutissant à une désunion des principes des mixtes alimentaires : une fois que les molécules des aliments ont été successivement détachées et divisées (sous l'action de la salive notamment), c'est au tour des principes qui composent ces molécules (soufres, sels etc.) d'être « dérangés » et libérés de sorte à pouvoir entrer dans la composition d'un nouveau mixte.

⁴⁸⁵ *Ibid.*, p.2-3.

⁴⁸⁶ *Ibid.*, p. 3.

⁴⁸⁷ *Ibid.*, pp. 46-47.

⁴⁸⁸ *Ibid.*, pp. 46-47.

⁴⁸⁹ *Ibid.*, ch. 7.

La question se pose alors de savoir comment les ferments vitaux – salive, bile, suc pancréatique – peuvent opérer la transmutation des aliments en matière organique. En effet, si les ferments sont connus pour pouvoir changer le moût en vin ou la farine en pain, ces véritables changements de nature sont cependant d'une magnitude inférieure à ce qui se passe lors de la digestion, puisque celle-ci aboutit à la production d'une nouvelle mixtion vitale. Comme le souligne d'Aumont dans l'article « Ferment » de *l'Encyclopédie*, les ferments ont en effet la capacité de rendre des objets hétérogènes similaires, c'est-à-dire de les « assimiler ». Cette propriété qu'ont les ferments de transmuter la matière dépend en définitive d'une analyse des mixtes, puisque les ferments sont censés agir sur les « parties principes » des mixtes. Les mixtes sont en effet composés de parties hétérogènes : l'analyse chimique permet d'isoler les éléments dont les corps sont composés, et dont l'union constitue le mixte en tant que tel. Chaque partie du mixte est ainsi un composé de ces éléments, autrement dit, les éléments pris séparément ne constituent pas le mixte. Les parties du mixte qui conservent la nature et les propriétés du tout quand on le divise sont nommées « parties intégrantes ». Mais il existe une autre sorte de partie qui compose les parties intégrantes : il s'agit des « parties principes » ou « parties essentielles ».

Les mixtes, selon Astruc, sont donc susceptibles de deux sortes de modification : la première qui les divise en leurs parties intégrantes, sans les altérer ; la seconde qui sépare les parties principes, et leur donne une « nouvelle combinaison ». Dans le premier cas, les parties principes conservent leurs propriétés et qualités naturelles : c'est ce qui se passe dans le broiement et les triturations ordinaires qui ne sont que des opérations de division et de crible. Dans le deuxième cas en revanche, les parties principes étant divisées vont s'arranger en de nouvelles combinaisons, produisant un nouveau mixte : c'est ce qui se passe dans les changements de substance (changement du moût en vin, de la farine en pain, du lait en fromage). La digestion doit être comprise comme un changement de ce type :

« Tout concourt donc à prouver qu'il se fait, dans la digestion, une véritable dissolution des principes, lesquels par la continuation du mouvement qui les a divisés, acquièrent un ordre, un arrangement, une combinaison nouvelle et forment, par conséquent, un nouveau mixte. Tout cela ne peut être exécuté que par le mouvement intestin de la fermentation. C'est la seule cause qui agit sur les parties

essentielles des corps et qui produise des changements tout pareils, dans toutes les transmutations, dont le mystère nous est connu. »⁴⁹⁰

La spécificité de l'argument fermentationniste est très clairement exprimée dans une objection qu'Astruc tient pour décisive contre la théorie de la trituration. Si la digestion, dit-il, n'était qu'une opération purement mécanique, n'agissant que sur l'extérieur et la forme des substances, alors on devrait trouver dans le sang distillé d'un animal qui ne se nourrit que d'une espèce de nourriture (par exemple le cheval) les mêmes principes chimiques que ceux qui composent sa nourriture, également isolés par distillation (ici, les principes du foin). Selon le système de la trituration, le sang du cheval devrait en effet être un composé des « parties intégrantes » du foin, qui n'auraient été que divisées et distribuées dans l'organisme sans y avoir subi de changement de nature. Or, selon Astruc, la distillation du sang du cheval donne des principes qui ne sont pas ceux du foin⁴⁹¹. Il faut donc en conclure que le foin « souffre dans l'estomac un changement qui ne s'arrête pas à la division des parties intégrantes »⁴⁹². Ainsi, les transformations que subissent les aliments au cours de la digestion ne sont pas de simples opérations de division de leurs « parties intégrantes », mais elles sont de véritables transmutations de leurs « parties principes ». L'enjeu de l'hypothèse fermentationniste est donc de penser la possibilité d'une transmutation des aliments à partir de l'action que les ferments exercent sur les « parties principes », ou essentielles, des corps et donc la possibilité de concevoir la formation d'une nouvelle mixtion vitale lors de la nutrition.

A l'issue de cette analyse et de ce dialogue forcé entre Stahl, Hecquet et Astruc, nous commençons donc à entrevoir comment ces éléments de théorie vitalo-chimique déployés à propos de l'étude des processus de nutrition, assortis de la conscience d'une crise ontologique de la vie, pourront servir de ferment à une conception matérielle *et* vitale de l'organisation biologique.

⁴⁹⁰ *Ibid.*, chapitre 7.

⁴⁹¹ Mais si l'analyse donne les mêmes principes pour tous les corps, alors l'argument tombe. Sur les difficultés de l'analyse, notamment de celle des plantes au 17^e siècle, voir Dodart (1679).

⁴⁹² Astruc (1714), *op. cit.*, ch. 7.

Chapitre 4. NUTRITION, ORGANISATION, BIOLOGIE

4.1 GENERATION, NUTRITION ET ORGANISATION VITALE

La capacité des organismes à se reproduire, c'est-à-dire à produire de nouveaux organismes⁴⁹³, a souvent été identifiée comme la caractéristique la plus fondamentale des êtres vivants, définissant la recherche d'une explication spécifique de l'embryogenèse et de l'hérédité comme un problème central de la biologie. Cependant une voie rivale (ou complémentaire) a interprété la capacité des organismes à se produire eux-mêmes comme individus⁴⁹⁴ – c'est-à-dire leur capacité de croître et de conserver leur forme malgré le renouvellement constant de leur matière par l'intermédiaire d'un large panel de processus compris sous les concepts de nutrition et d'assimilation – comme la plus évidente et universelle des propriétés vitales. Derrière cette dichotomie entre la reproduction et la nutrition affleure l'identification de la

⁴⁹³ *La logique du vivant* de François Jacob (1970) est un bon exemple d'une telle identification.

⁴⁹⁴ Voir par exemple, comme nous l'analyserons au ch. 5, Kant (1793) AK V: 371 : « Deuxièmement, un arbre se produit aussi lui-même comme individu. Cette sorte d'effet, nous la nommons, il est vrai, seulement croissance ; mais cela est à prendre en un sens tel que la croissance se distingue totalement de tout accroissement de grandeur selon des lois mécaniques et qu'il faut la considérer comme équivalente, sous un autre nom, à une génération. La matière qu'elle assimile, la plante commence par l'élaborer en lui donnant une qualité spécifique et particulière que ne peut fournir, hors d'elle, le mécanisme de la nature, et ensuite elle se forme elle-même par l'intermédiaire d'une substance qui, dans sa composition, est son produit propre. »

capacité des êtres vivants à produire leur propre organisation, ou à s'auto-organiser, comme un trait caractéristique des organismes, trait qui les distingue en propre des machines et des artefacts, dont le principe de production réside dans une causalité extérieure⁴⁹⁵. Dans le contexte de la fin du 18^e siècle et de l'émergence d'une science de la biologie, le concept d'auto-organisation se déploie chez Kant comme moyen pour cerner le type particulier de relation qui unit les parties et le tout, et leur production réciproque⁴⁹⁶ : cette capacité de s'auto-organiser est ce qui caractérise, pour Kant, les êtres vivants comme des « fins naturelles ».

Cependant, le statut de ce que l'on désigne sous le terme d'organisation est demeuré relativement incertain au 18^e siècle, en particulier en ce qui concerne la question de son origine et de son pouvoir causal – à savoir la relation entre la vie et ses constituants matériels, ou entre les propriétés et processus spécifiquement vitaux et leur base physique. Si le concept d'organisation n'est pas monosémique, il convient alors de se demander à quelles entités l'auto-organisation peut légitimement s'appliquer, c'est-à-dire qu'est-ce qui exactement s'auto-organise afin de produire un l'organisation vitale : s'agit-il des éléments d'une matière inorganique, des constituants d'une matière déjà vivante, ou encore d'une structure minimalement organisée ? Or ces questions n'impliquent pas les mêmes présupposés qu'on les pose dans le cadre des processus développementaux ou dans le cadre des processus de nutrition.

En effet, l'embryogenèse présuppose toujours un organisme qui se reproduit, et un germe qui se divise, se différencie, et se développe (l'œuf fécondé, la graine, etc.) – ce que l'on pourrait appeler avec Kant un « principe insondable (...) d'organisation originaire »⁴⁹⁷. Même à l'intérieur du schème conceptuel de l'épigenèse, au sein duquel

⁴⁹⁵ Lewens (2004).

⁴⁹⁶ Kant (1793), AK V : 374 : « Dans un tel produit de la nature, chaque partie, de même qu'elle n'existe que par l'intermédiaire de toutes les autres, est pensée également comme existant *pour* les autres et *pour* le tout, c'est-à-dire comme instrument (organe) – ce qui, toutefois, n'est pas suffisant (car il pourrait aussi être un instrument de l'art et, en ce sens, n'être représenté comme possible qu'en tant que fin en général) : elle doit en fait être considérée comme un organe *produisant* les autres parties (chaque partie produisant par conséquent les autres, et réciproquement) – ce que ne peut être nul instrument de la nature, telle qu'elle fournit toute matière aux instruments (même à ceux de l'art) ; et ce n'est que dans ces conditions et pour cette raison qu'un tel produit, en tant qu'*être organisé* et *s'organisant lui-même*, peut être appelé une *fin naturelle*. »

⁴⁹⁷ Kant (1793) AK V: 424. Voir Zammito (2003).

l'embryon, au lieu de dériver d'une structure préexistante initiale⁴⁹⁸, se forme graduellement, la question soulevée par l'embryogenèse est moins celle de la transition de l'inorganique à l'organique ou de la source de l'organisation vitale, que celle de la complexification graduelle de l'organisation, c'est-à-dire de la construction d'une structure complexe, aux parties spécialisées et fonctionnellement intégrées. En d'autres termes, le problème de l'embryogenèse – et ce, même dans un cadre épigénétique – n'est pas celui de la possibilité (ou de l'impossibilité) de la génération spontanée, c'est-à-dire de la possibilité de l'émergence de corps organiques à partir d'éléments inorganiques ou de la matière vivante à partir de la matière inerte, bien qu'épigénèse et génération spontanée (ou « épigénèse radicale »⁴⁹⁹) aient été souvent confondues (parfois à dessein) au 18^e siècle⁵⁰⁰. En effet l'organisation vitale est toujours donnée lorsqu'elle est pensée à partir du contexte embryogénétique – que ce soit en termes de structure dans les théories de la préformation et de la préexistence⁵⁰¹, d'information ou de patron d'organisation dans des contextes plus récents⁵⁰².

Il en va autrement de la nutrition. Certes, pour que des processus nutritifs puissent avoir lieu, il faut un organisme assimilateur – *a minima* un micro-organisme, une cellule, et, dans le cas des organismes supérieurs, des structures spécialisées – un

⁴⁹⁸ Sur l'histoire des théories de la génération, nous renvoyons à : Needham (1934), Bowler (1971), Roe (1981), Wilson (1995), Pinto-Correia (1997), Smith (éd.) (2006), Nicoglou et Wolfe (éds.) (2018). Shirley Roe par exemple définit l'épigénèse comme la production nouvelle d'un embryon par développement graduel à partir d'un matériau non organisé, Roe (1981), p. 1.

⁴⁹⁹ Nous empruntons cette expression à Huneman (2008a), p. 323, qui l'oppose à une épigénèse « modérée ». On sait que Kant critiquera par exemple l'épigénèse radicale, ou l'hylozoïsme, de Herder qui rend selon lui la science impossible. À l'inverse, il embrasse l'épigénèse de Blumenbach – au sens de formation successive des parties lors de l'embryogenèse. Adopter l'épigénèse et rejeter l'hylozoïsme, c'est donc à la fois pour Kant conserver le mécanisme dans l'explication de la formation des êtres organisés, et en même temps interdire de faire dériver mécaniquement l'organisation vitale de l'inorganique, c'est-à-dire conserver à celle-ci son caractère inexplicable. Nous verrons au prochain chapitre notamment comment ces deux acceptions de l'épigénèse se rencontrent chez C.F. Wolff – ce qui semble interdire de trop rapprocher Kant de Wolff. Sur l'ambivalence de Kant vis-à-vis de l'épigénèse, voir en particulier Zammito (2007), (2018), et (à paraître) dans Bognon-Küss et Wolfe.

⁵⁰⁰ Voir Roe (1981), pp. 120-121. Cette confusion entre épigénèse et génération spontanée représente en effet une stratégie argumentative assez efficace pour qui entend réfuter l'épigénèse : c'est par exemple une ressource argumentative souvent employée par Bonnet et Haller.

⁵⁰¹ Au 18^e siècle, Charles Bonnet a par exemple développé une théorie de la préexistence du germe entendu comme unité structuro-fonctionnelle contenant un patron d'organisation devant être actualisé par des processus développementaux – ceux-ci autorisant une certaine plasticité et des modifications épigénétiques, Duchesneau (2012) [1982].

⁵⁰² Voir par exemple Jacob (1970), Oyama (1985).

tube digestif, des vaisseaux transportant les fluides, des tissus et des organes les assimilant, etc. Cependant, la nutrition renvoie plus fondamentalement à la manière dont un organisme se maintient au moyen des relations qu'il entretient avec son environnement, c'est-à-dire avec une matière étrangère, possiblement inorganique⁵⁰³. Ainsi les organismes autotrophes (bactéries photosynthétiques, algues vertes, plantes vasculaires) utilisent directement le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère afin de fabriquer les biomolécules carbonées qui les composent. De même les cyanobactéries sont capables d'utiliser l'azote atmosphérique pour synthétiser leurs propres composants azotés. Dépendants des produits fabriqués par les organismes autotrophes, les organismes hétérotrophes, à l'inverse, ne peuvent prélever directement le dioxyde de carbone de l'environnement, leur source de carbone résidant alors dans les molécules organiques complexes fournies par les autotrophes (comme le glucose). L'énergie des organismes hétérotrophes leur est donc fournie par la dégradation des nutriments organiques produits par les organismes autotrophes. Ainsi, les organismes autotrophes utilisent le dioxyde de carbone atmosphérique pour construire leurs biomolécules, tandis que les nutriments des organismes hétérotrophes sont fournis par les produits des autotrophes. Ces relations trophiques sont par conséquent caractérisées par une série de transformations que la matière extérieure doit subir afin d'être transformée en une matière semblable à celle de l'organisme assimilateur, ou du moins susceptible de soutenir l'accomplissement de ses fonctions : cette matière étrangère, l'aliment, doit donc être réorganisée, afin non seulement de réparer les pertes de l'organisme et d'en permettre le fonctionnement, mais également – et peut-être plus fondamentalement – afin que l'organisme s'autoproduise.

Si l'ère culturelle et historique qui nous intéresse ne formule pas le problème en termes de relations trophiques entre organismes autotrophes et hétérotrophes, la nutrition est cependant appréhendée à partir du problème de la nature de l'organisation vitale et des transformations que cette matière étrangère est susceptible de subir afin de s'y assimiler ou de la produire. Nous verrons dans ce qui suit comment les différentes solutions à ce problème ont été formulées : en termes d'assimilation d'une matière ou d'éléments matériels déjà identiques à ceux de la substance organique dans une

⁵⁰³ Une autre manifestation de cette relation entre organique et inorganique dans la nutrition relève bien entendu des scénarios métaboliques de l'origine de la vie, nous reviendrons sur ce point plus tard. Sur ce point voir par exemple Fry (2000).

organisation préexistante – conception de la nutrition que nous qualifierons de préformationniste –, en termes d’altération de cette matière par une série de transformations chimiques, dans un processus d’autoproduction de l’organisme par lui-même – conception de la nutrition que nous qualifierons d’épigenétique. Pour reprendre la distinction que nous avons esquissée plus haut entre épigenèse (formation successive des parties dans l’embryogenèse) et épigenèse radicale (production de l’organique à partir de l’inorganique), nous montrerons comment la théorisation de la nutrition tendra à réunir ces deux aspects du problème de l’organisation vitale – aspects que Kant choisira de soigneusement séparer – dans un schème matérialiste de l’épigenèse. En effet, et cela nous semble déjà sensible dans l’attention portée aux ferments et à l’action des fluides dans les théories chimiques que nous avons étudiées (Van Helmont, Stahl, Astruc), les conceptions de la nutrition se déploient également, à partir de la seconde moitié du 18^e siècle, dans une direction qui introduit un décentrement par rapport à la hiérarchie organique. Se centrer sur le métabolisme revient alors à se décaler par rapport à la hiérarchie traditionnelle des parties dans le vivant (organe, appareil, système), pour concevoir comment des processus d’organisation peuvent être initiés à partir de l’interaction – dont la chimie aura à rendre compte – des seuls éléments matériels. Ces conceptions décalées par rapport au modèle physiologique de la nutrition, c’est-à-dire décalées par rapport à l’organisme au sein duquel s’effectuent normalement les opérations nutritives, deviennent alors des outils pour penser l’émergence de l’organisation vitale dans le cadre d’une épigenèse radicale : autrement dit, ce qu’il s’agit de penser par la nutrition c’est la possibilité d’une réorganisation d’arrangements matériels, par contact et assimilation, susceptibles de produire (ou de libérer) des propriétés vitales (sensibilité, irritabilité) sans que soit présupposée l’organisation qui, d’ordinaire, assume un tel passage. Nous verrons, dans les chapitres suivants, comment Diderot puis C.F. Wolff – dans des contextes argumentatifs spécifiques – développent un schème métabolique de l’émergence de l’organisation vitale à partir d’un modèle que Pépin a décrit comme celui d’une « assimilation sans sujet assimilateur », puisque ce qu’il s’agit de penser c’est bien le passage à la vitalité d’une matière qui en est initialement dépourvue sans que soit nécessaire le recours à un centre organisateur, ou à une organisation préexistante capable de réorganiser la matière assimilée – comme le fait l’organisme dans la digestion.

Davantage que l'embryogenèse donc, nous pensons que la nutrition soulève la question de la nature des seuils qui séparent l'inorganique de l'organique, le non-vivant du vivant, mais également et plus fondamentalement la possibilité de les franchir. Or, comme nous venons de l'esquisser, cette réflexion se déploie dans deux directions, puisque se centrer sur la nutrition c'est : d'une part chercher à identifier les processus chimiques qui sous-tendent la capacité des organismes à s'auto-organiser et s'autoréguler par l'assimilation et la transformation de matières étrangères ; mais c'est également réduire cet écart entre l'inorganique et l'organique en développant des outils permettant de penser (à la fois synchroniquement et diachroniquement) la possibilité d'une auto-organisation sans organisation vitale préalable. Dans le contexte de l'émergence de la biologie et de la chimie organique, une question difficile et récurrente était ainsi de savoir si la nutrition et l'assimilation impliquaient des reconfigurations spécifiques de l'organisation des composés matériels, et de quelle nature. Question qui impliquait prioritairement d'explorer à nouveau, ou plutôt de redéfinir la relation entre la vie et l'organisation – qui impliquait par exemple de se demander si des éléments ou des particules de matières, diversement organisés, pouvaient ou non produire des composés vitaux.

Cette polarité entre reproduction (information) et nutrition (métabolisme) dans la distribution des lignes de force de la pensée biologique est en quelque sorte exemplairement incarnée par les développements de Blumenbach sur le concept de *Bildungstrieb*. Celui-ci étant conçu comme ce qui dirige actuellement l'embryogenèse dans un cadre épigénétique (en imprimant notamment la marque de l'espèce) partage avec l'information la nécessité de penser l'organisation comme une force guidant le développement. A partir de la réinterprétation des grands principes de la physiologie de Haller (irritabilité de la fibre, comprise comme structure organique fondamentale), Blumenbach élabore en effet une théorie dans laquelle un principe vital hégémonique, le *Bildungstrieb* ou *nisus formativus*, peut assurer le développement des organismes sous la juridiction d'une finalité d'organisation. Or le *Bildungstrieb* se distribue également en forces vitales spécifiques distinguées par les fonctions qui leur correspondent, et qui permettent d'assurer la réparation, la régulation, et l'autoconservation des organismes : une force de nutrition, *Nutritionskraft*, force par laquelle les organismes se construisent – construisent pour eux-mêmes leur substance organique –, sera donc finalement comprise sous le *Bildungstrieb*. Une telle polarité entre information et métabolisme

contraste fortement avec la conception wolffienne de l'épigenèse : tandis que chez Blumenbach (comme le défend Kant) l'épigenèse permet de donner une explication mécanique de la formation des êtres vivants tout en neutralisant la portée d'une telle explication, c'est-à-dire tout en reconnaissant le statut inexplicable de l'organisation vitale (et donc de son émergence), C.F. Wolff développe un schème de l'épigenèse dans lequel la force nutritive a précisément pour fonction de prendre en charge l'explication de l'organisation vitale.

Dans les chapitres suivants nous chercherons à déterminer comment l'étude des processus nutritifs a contribué à réexaminer le problème de l'organisation vitale et en particulier la question de son émergence, en nous appuyant, entre autres, sur les travaux que C. T. Wolfe a consacrés à la modélisation de l'organisation vitale au 18^e siècle⁵⁰⁴. Nous proposerons que le focus sur la nutrition a conduit 1) à une refondation non mécaniste de l'épigenèse et 2) à reformuler le problème de la relation entre vie et organisation en termes de processus, plutôt qu'en termes de structures préexistantes. Aborder la question de la vie en centrant notre démarche sur celle de la nutrition revient alors à reconnaître le rôle stratégique que la nutrition a joué dans le développement d'une approche matérialiste et vitale⁵⁰⁵ de la vie. Nous chercherons d'abord à démêler les multiples significations du concept d'organisation dans le contexte de la physiologie des Lumières et de la biologie naissante (ch. 4), avant d'aborder les diverses façons dont l'analogie entre nutrition et génération a été utilisée et instruite au 18^e siècle (ch. 5 et 6). A partir de la confrontation des différents usages de l'analogie nutrition – génération dans des contextes épistémologiques opposés (Buffon, Bonnet, Wolff), nous viserons dès lors à montrer comment la nutrition a pu constituer une ressource stratégique dans le renouvellement et le développement de l'épigenèse, entendue comme affirmation de la spécificité de la productivité vitale (et non plus comme indice de l'indistinction entre l'inerte et le vivant, l'inorganique et l'organique comme c'était le cas dans l'épigenèse mécaniste de Descartes). En d'autres termes nous montrerons comment le déploiement d'un modèle nutritif de la génération a activement participé à la réfutation de l'hypothèse préformationniste, et plus fondamentalement à

⁵⁰⁴ Nous nous référons en particulier à Wolfe and Terada (2008), Wolfe (2017a), (à paraître).

⁵⁰⁵ Lenoir (1989), Wolfe (2016).

la redéfinition de l'épigenèse loin du cadre mécaniste cartésien dans lequel elle était prioritairement pensée depuis le 17^e siècle (comme chez Harvey).

L'hypothèse que nous voudrions ici éprouver est que le développement d'une compréhension chimique de la nutrition et la redéfinition qui en résulte – soit, une définition qui la désolidarise de la croissance ou de l'agrégation à partir d'une structure préexistante – eurent une influence décisive 1) sur la manière dont l'épigenèse fut affranchie du mécanisme, et 2) sur la manière dont la signification de l'organisation vitale s'est chargée d'une dimension processuelle. Pour ce faire, nous contrasterons dans le chapitre 5 deux théories de la génération apparemment contradictoires, à savoir le préformationnisme de Bonnet et l'épigenèse de Buffon, et montrerons comment, malgré des désaccords métaphysiques patents, leurs considérations sur la génération partagent en réalité un cadre conceptuel mécaniste commun, dans lequel la nutrition est confondue avec la croissance par l'assimilation d'éléments homogènes. Nous montrerons que si l'épigenèse de Buffon continue de se penser dans un cadre mécaniste – certes renouvelé par rapport au mécanisme cartésien, puisque profondément newtonien – c'est en partie en raison de la manière dont il instruit l'analogie (voir l'identification) entre génération et nutrition, à partir d'une conception préformationniste de celle-ci, usage de l'analogie qui le rapproche en définitive de Bonnet. Nous opposerons, au chapitre suivant (ch. 6), cet usage de l'analogie entre nutrition et génération à l'utilisation épigénétique qu'en fait C. F. Wolff et analyserons cette compréhension rivale de la nutrition comme processus d'organisation vitale.

Autrement dit, et pour reprendre les termes du problème tels que nous les avons posés au chapitre 2 (section 2.3.6), nous montrerons 1) que redéfinir la nutrition comme processus chimique organisateur a permis de rompre la solidarité de la préformation et de la nutrition, et 2) a corrélativement participé à redéfinir l'épigenèse loin de l'épigenèse mécaniste de Descartes – par rapport à laquelle la préformation avait pu auparavant revêtir un caractère de défense de l'originalité du vivant, comme c'était le cas par exemple chez Leibniz. Épigenèse et nutrition devaient ainsi se rencontrer ainsi dans l'affirmation de la spécificité de la productivité vitale – laquelle ne résidait pas selon nous uniquement dans l'élaboration de forces vitales spécifiques, mais également dans le développement d'un matérialisme vital d'inspiration chimique. Avant d'aborder plus en détails ces différents points, nous devons tout d'abord mettre en perspective

notre analyse, en la resituant sur le fond de la querelle historiographique concernant l'originalité de l'interrogation sur le vivant au 18^e siècle.

4.2 LA BIOLOGIE AVANT LA « BIOLOGIE »

4.2.1 A propos de Foucault

Dans *La Logique du vivant*⁵⁰⁶, François Jacob défend l'idée que le développement d'une pensée vitaliste – comprise comme la posture prônant une certaine vitalité de la matière, répandue à la fois dans l'ensemble du corps et localisée dans chaque organe, chaque muscle, ou nerf, et s'opposant à l'hégémonie d'une force téléologique et immatérielle – a constitué une étape décisive dans l'émergence et le développement de la biologie. Le vitalisme aurait à ce titre participé, au tournant du 19^e siècle, à l'élaboration d'une distinction entre les êtres vivants et les corps inertes, contribuant à l'émergence de la « vie » comme domaine de recherche spécifique – émergence à propos de laquelle Foucault déclare qu'elle était la condition conceptuelle⁵⁰⁷ de cette nouvelle forme du savoir qui serait nommée « biologie »⁵⁰⁸. Développant cette idée,

⁵⁰⁶ Jacob (1970), p. 49.

⁵⁰⁷ Foucault (1966), p. 139 : « On veut faire des histoires de la biologie au 18^e siècle ; mais on ne se rend pas compte que la biologie n'existait pas et que la découpe du savoir, qui nous est familière depuis plus de cent cinquante ans, ne peut pas valoir pour une période antérieure. Et que si la biologie était inconnue, il y avait à cela une raison bien simple : c'est que la vie elle-même n'existait pas. Il existait seulement des êtres vivants, et qui apparaissaient à travers une grille du savoir constituée par *l'histoire naturelle*. » ; p. 173 : « C'est pourquoi sans doute l'histoire naturelle, à l'époque classique, ne peut pas se constituer comme biologie. Jusqu'à la fin du 18^e siècle, en effet, la vie n'existe pas. Mais seulement des êtres vivants. »

⁵⁰⁸ Il est courant de faire remonter l'origine du mot « biologie » à Treviranus et Lamarck, autour de 1800, bien qu'il soit en réalité également présent dans le contexte allemand de la *Naturphilosophie* dans les années 1790 chez Theodor Georg August Roose (1797), Karl Friedrich Burdach (1800) et Carl Christian Erhard Schmid (1798-1801). Voir notamment Barsanti (2000), Caron (1988), Kanz (2002), Toepfer (2011). Un article important de Peter McLaughlin (2002) montre également que le mot « biologie » est employé chez Michael Christoph Hanov dans sa *Philosophia naturalis sive physica dogmatica*, dont le 3^e volume traite en détail de « géologie, biologie, et botanique » (1766). Cependant, la signification exacte du mot est demeurée instable jusqu'à la fin du 18^e siècle, puisque Linné par exemple l'emploie comme un synonyme de « biographie » (usage que Kai Torsten Kanz a retrouvé dès 1660, voir Kanz 2002). Inversement, si l'on aborde la question à partir de l'émergence d'une discipline consacrée à l'étude des traits communs aux êtres vivants, alors la terminologie est variable et comprend : « zoonomie » (Schmid, Erasmus Darwin, Royer-Collard), « zoologie générale » (Kielmeyer), « biologie », « physiologie » (Bernard), « bionomie », « biogéographie » et « histoire naturelle générale » - terme qui sera employé encore au milieu du 19^e siècle par Geoffroy Saint Hilaire. L'expression « science de la vie » (*Lebenswissenschaft, Wissenschaft des Lebens*) apparaît dans le titre d'un ouvrage de Christoph Meiners (1800), mais dans un sens désuet qui renvoie à la morale – à un art de vivre en quelque sorte. Ce n'est que quinze ans plus tard que l'expression sera utilisée dans sa signification de

Foucault, et cela est bien connu, affirme par suite qu'avant la fin du 18^e siècle, « La vie ne constitue pas un seuil manifeste à partir duquel des formes entièrement nouvelles du savoir sont requises. »⁵⁰⁹.

On peut cependant douter de ce que la « vie », entendue comme un principe organisateur pour la biologie, ait abruptement émergé comme problème ontologique au tournant du 19^e siècle⁵¹⁰, et l'on pourrait à l'inverse défendre l'idée que ce qui s'élaborait patiemment au cours du 18^e siècle était précisément la possibilité d'une telle réflexion sur « la vie et le seuil qu'elle instaure »⁵¹¹ et sur les « formes entièrement nouvelles du savoir »⁵¹² que la reconnaissance d'un tel seuil requérait. On pourrait avancer par exemple que la reconnaissance du problème spécifique de la « vie » a orienté, voire contraint, un grand nombre d'innovations conceptuelles et épistémologiques tout au long du 18^e siècle. En effet, la physiologie des Lumières peut être, et a été⁵¹³, partiellement caractérisée comme le double rejet à la fois d'un mécanisme explicatif radical (une sorte d'usage radical des principes de la physiologie⁵¹⁴ cartésienne, sous l'étiquette quelque peu barbare de « iatomécanisme ») et de l'animisme stahlien. Autrement dit, alors que les lois du mouvement agissant sur une matière homogène et inerte étaient considérées comme insuffisantes pour comprendre et expliquer la spécificité des processus vitaux (l'embryogenèse, la régénération des polypes, la sécrétion glandulaire, la cicatrisation, etc.), la croyance en une âme immatérielle hégémonique agissant sur une matière toujours sujette à des forces chimiques de décomposition était également rejetée, car elle présupposait, en plus d'un seuil infranchissable, une sorte de lutte active alors discréditée entre le vivant et le non-vivant, la vie et la chimie. Si ce double rejet du mécanisme radical et de l'animisme n'était certes pas monolithique et restait sujet à discussion tout au long du 18^e siècle, il

corpus de connaissances biologiques (ou médicale, ou physiologique) dans un manuel de physiologie du chevalier de Richerand (1817). Cette note reprend et traduit un texte écrit avec C.T. Wolfe, à paraître dans Bognon-Küss et Wolfe (2019).

⁵⁰⁹ Foucault (1966), p. 174.

⁵¹⁰ Voir par exemple Jacques Roger : « la biologie n'apparut pas soudainement à la fin du 18^e siècle comme Athéna du front de Zeus », Roger « Le monde vivant » (1980), in Roger (1995b), p. 210.

⁵¹¹ Foucault, *op. cit.* p. 174.

⁵¹² Foucault, *op. cit.*, p. 174.

⁵¹³ Voir par exemple Duchesneau (2012) [1982], Rey (2000), Huneman (2008a), Wolfe (2017a).

⁵¹⁴ Pour une lecture antiréductionniste de la physiologie de Descartes, voir Hutchins (2016).

n'en a pas moins ouvert un espace épistémique au sein duquel une nouvelle conception du vivant pouvait se formuler.

À partir de là, la physiologie des Lumières devait s'efforcer d'élucider les lois sous-tendant les phénomènes vitaux, sans pour autant les isoler des sciences traitant des corps bruts, de sorte qu'au cœur de cette reconfiguration résidât une réflexion sur l'ontologie de la vie et sa relation à la matière. Une telle réflexion fut généralement formulée en termes d'organisation : la vitalité est-elle ou non une propriété émergente de l'organisation ? La séparation et la relation entre la matière morte (ou inerte) et la matière vivante, ou plus précisément entre la matière inorganique et la matière organique, la possibilité d'une transition de la première à la seconde – c'est-à-dire la question de savoir si la matière a la capacité de s'auto-organiser de sorte à produire des systèmes vivants, fonctionnellement intégrés et hautement complexes, capables de maintenir leur forme en se reproduisant, tout en restant sujets au changement – ont sans doute été conceptualisées comme des problèmes à traiter à la fois scientifiquement – avec de nouveaux protocoles observationnels et expérimentaux – et philosophiquement – impliquant des innovations et des déplacements conceptuels. Dans cette perspective, le « matérialisme viscéral »⁵¹⁵ de Diderot, l'interaction entre les molécules organiques et les moules intérieurs de Buffon, l'épigenèse mécaniste et la *vis essentialis* de C. F. Wolff, ou encore la volonté de dériver les propriétés vitales d'une organisation d'éléments inorganiques chez Lamarck⁵¹⁶ peuvent être vus comme autant de tentatives, sous-tendues par des ontologies certes irréductibles, pour résoudre le redoutable problème de l'origine de l'organisation vitale, en reconnaissant précisément la nécessité d'ajuster notre pouvoir de connaissance à la spécificité de son objet⁵¹⁷. Si la rupture épistémique entre, d'un côté, l'histoire naturelle et une physiologie cherchant

⁵¹⁵ Wolfe (2016), p. 51.

⁵¹⁶ « Je conclus des considérations exposées dans ce chapitre : 1) que la vie, dans les parties d'un corps qui la possède, est un phénomène organique qui donne lieu à beaucoup d'autres ; et que ce phénomène résulte uniquement des relations qui existent entre les parties contenant de ce corps, les fluides contenus qui y sont en mouvement, et la cause excitatrice des mouvements et des changements qui s'y opèrent. » Lamarck (1809), p. 421.

⁵¹⁷ Dans la *Critique de la Faculté de Juger*, Kant avance, c'est bien connu, que l'usage régulateur du jugement téléologique est une condition épistémique nécessaire pour la connaissance des entités vivantes, définies comme des fins naturelles, c'est à dire comme étant porteuses d'une trace d'intention, de téléologie, sans être pour autant causées et engendrées par cette intention. Voir Huneman (2007c), (2008a), Steigerwald (2006a,b), (2010).

« l'élément commun au liège, à l'éléphant et à l'homme »⁵¹⁸, et, de l'autre, le déplacement consécutif du problème de la vie de la classification vers l'organisation, n'était pas tout à fait réalisée au cours du 18^e siècle, cela ne doit pas pour autant nous inciter à conclure que sa possibilité conceptuelle n'était pas en voie d'élaboration.

On pourrait nous objecter qu'un tel argument ne rend pas justice aux thèses foucauldienne, puisqu'il ignorerait que sa célèbre formule – « la vie n'existe pas » au 18^e siècle – était la conséquence d'un argument bien plus vaste. D'après Foucault en effet, l'émergence du problème ontologique de la vie repose essentiellement sur la séparation progressive du vivant et du non-vivant, de l'organique et de l'inorganique (cette dernière recoupant partiellement la première). Radicalisant les thèses de Daudin sur la classification⁵¹⁹, *Les mots et les choses* interprète l'émergence de ce problème comme la conséquence nécessaire d'un déplacement de l'histoire naturelle, fondée sur une taxonomie organisée autour de la comparaison de structures visibles, – c'est-à-dire une classification opérée entre éléments homogènes (comme chez Linné) –, vers une anatomie comparée cherchant à dévoiler les structures internes invisibles des êtres organiques (Jussieu, Vicq d'Azyr, Cuvier)⁵²⁰. L'anatomie comparée construirait donc ses classifications en se référant non plus à la structure visible des êtres organiques mais à leur organisation interne, et indiquerait une rupture définitive dans la signification de la classification :

« Classer ne sera donc plus référer le visible à lui-même, (...) ce sera, dans un mouvement qui fait pivoter l'analyse, rapporter le visible à l'invisible, et comme à sa raison profonde »⁵²¹.

Ce qui nous semble particulièrement intéressant pour notre propos, c'est que ce déplacement de l'histoire naturelle à l'anatomie comparée, ou à une véritable biologie, devait être soutenu, selon Foucault, par une redéfinition implicite du concept d'organisation. En effet, celui-ci, dans la mesure où il ne faisait plus référence à des arrangements matériels spécifiques ou à des distributions différentielles de vitalité à

⁵¹⁸ Salomon-Bayet (2008).

⁵¹⁹ Daudin (1920), (1923).

⁵²⁰ Foucault *op. cit.*, pp. 240-242.

⁵²¹ Foucault, *op. cit.*, p. 242.

travers les trois règnes de la nature (minéral, végétal, animal), devenait le pivot d'un nouvel agencement des êtres vivants.

Le fil conducteur que Foucault a choisi de suivre dans son esquisse des conditions conceptuelles d'émergence de la biologie a depuis été abondamment critiqué et discuté. Sa caractérisation de l'organisation comme structure détachée du visible tend en effet à négliger des dynamiques et évolutions toutes aussi importantes dans la formation de la biologie. Dans sa reconstruction de la *Gestation de la biologie allemande*, Zammito avance par exemple que, bien que la position de Foucault soit porteuse d'une certaine vérité – la *biologie* en tant que discipline n'a assurément pas existé au 18^e siècle – , elle néglige cependant la façon dont les naturalistes, tout au long du 18^e siècle, « ont entrepris de reformuler certains domaines de l'*histoire naturelle* (les choses vivantes) », qui décrit et classe les entités naturelles rencontrées dans l'environnement « en une branche distincte de la *philosophie naturelle* (en définitive, la science qu'est la biologie) », qui cherche à expliquer le monde physique en termes de lois générales⁵²². Si la rupture avec une classification obéissant à l'échelle des êtres constitue indéniablement un aspect majeur de la constitution d'une science biologique, Roselyne Rey propose, concurremment, de voir dans l'essor d'une physiologie générale une condition de cette émergence : « la recherche d'un niveau élémentaire commun à tous les êtres vivants » (perspective décalée par rapport à celle de l'anatomie et qui cherche à se libérer d'une activité classificatoire), « l'unification entre animal et végétal », deux éléments qui ne dépendent donc ni d'une admission des forces vitales, ni d'une anatomie transcendante, constituent pour elle deux des principaux motifs ayant impulsé le développement d'une science du vivant⁵²³. D'autres reconstructions, centrées sur ces nouvelles formes de connaissance rendues nécessaires par l'étude des êtres vivants, ont proposé que la constitution du concept d'« organisme » au tournant du 19^e siècle, soutenue par une focalisation sur la capacité des êtres vivants à se générer eux-mêmes selon des lois non-mécaniques (épigenèse), a ouvert un espace épistémique propice à l'émergence de la biologie⁵²⁴. Avant de suivre le fil conducteur que nous avons précédemment isolé, la nutrition, d'analyser sa contribution à la définition du vivant et à la constitution d'une

⁵²² Zammito (2017), p. 2. Notre traduction.

⁵²³ Rey (1994).

⁵²⁴ Voir par exemple Huneman (2008a), Wolfe (2010a), Duchesneau (2012) [1982].

théorie matérielle de la vie, nous proposons donc un détour sur les conditions conceptuelles d'émergence de la biologie.

4.2.2 *La constitution de la biologie comme question épistémologique*⁵²⁵

Il est généralement admis par les historiens que la biologie comme science du fonctionnement et du développement des corps vivants est apparue au début du 19^e siècle, intégrant des avancées méthodologiques ou empiriques de diverses disciplines, comme la physiologie, l'embryologie, l'anatomie comparative, l'histoire naturelle et la médecine. Le fait que le mot « biologie » ait été inventé simultanément et indépendamment par plusieurs auteurs, dans des contextes nationaux et disciplinaires différents (Hanov 1766, Bichat 1800, Lamarck 1809, Treviranus 1802-1822), est généralement considéré comme preuve de cette émergence épistémique⁵²⁶. Bien que les scientifiques se soient préoccupés des phénomènes vivants avant cela, ce qui frappe donc, c'est la constitution d'un cadre unifié pour développer une recherche centrée sur les phénomènes « vitaux ».

Divers problèmes et défis se posent alors, dont les plus évidents sont les suivants : parmi tous ces programmes et esquisses de programmes que nous avons mentionnés, lequel correspond réellement à l'émergence de la « biologie » en tant que telle (une notion qui doit en fait être mise au pluriel, comme nous le soulignons ci-dessous) ? Et comment cette science est-elle articulée ou corrélée à une ontologie de la vie, c'est-à-dire à un type d'enquête qui s'intéresse au statut ontologique spécifique des êtres vivants (sans toutefois être fondée sur de telles considérations) ? Nous suggérons ici trois conditions préalables à l'émergence de la biologie – non pas des conditions préalables analytiques, mais plutôt des conditions préalables historiques :

i. Une dimension « phénoménale », correspondant à la perception d'une réalité nouvelle, peuplée de polypes, de pucerons, d'embryons, d'orang-outangs et de monstres – une réalité invisible à la physique pure, ou du moins inexplicable en termes purement physiques, comme le soulignent des auteurs comme Maupertuis ou Diderot,

⁵²⁵ Ce développement reprend et traduit un texte écrit avec C.T. Wolfe, à paraître dans Bognon-Küss et Wolfe (2019).

⁵²⁶ Duchesneau (1998) [1982], Barsanti (1995), (2000), McLaughlin (2002), Wolfe (2011).

ainsi que certains « vitalistes »⁵²⁷. Cette dimension phénoménale enveloppe à la fois une restriction de l'objet – le vivant distingué de l'inerte –, et une extension perceptive, incluant des objets qui jusque-là n'entraient pas dans le champ du visible (soit qu'ils fussent trop petits, comme les pucerons, ou trop lointains, comme les orang-outangs). Cependant pour nous exprimer plus justement⁵²⁸, nous dirions que ce n'est pas l'observation qui ordonne la perception de cette nouvelle réalité (puisque l'observation au microscope d'une réalité phénoménale imperceptible à l'œil nu n'est pas une innovation du 18^e siècle⁵²⁹) : au contraire, la possibilité de séparer le vivant de l'inerte permet à cette réalité d'être perçue comme irréductible à la mécanique. La « contemplation » de cette nouvelle réalité, sous ses deux aspects d'extension et de restriction, culmine dans en quelque sorte dans celle de l'œuf (comme figure paradigmatique du vivant par opposition à la croissance des corps inorganiques, et comme objet dont l'observation suppose un instrument), comme le soulignait Canguilhem : « Un vitaliste, proposerions-nous, c'est un homme qui est induit à méditer sur les problèmes de la vie davantage par la contemplation d'un œuf que par le maniement d'un treuil ou d'un soufflet »⁵³⁰, et comme le faisait Diderot en termes plus

⁵²⁷ Sur les polypes, voir Vartanian (1950) ; les orang-outangs, Smith (2007) ; les monstres, Wolfe (éd.) (2005).

⁵²⁸ Et cette fois-ci pour embrasser une thèse de Foucault, voir Foucault (1966), p.144.

⁵²⁹ Et l'on sait par exemple la place que prenait la considération de l'infiniment petit dans la pensée de Pascal consacrée aux deux infinis (L. 199) : « Mais pour lui présenter un autre prodige aussi étonnant, qu'il recherche dans ce qu'il connaît les choses les plus délicates, qu'un ciron lui offre dans la petitesse de son corps des parties incomparablement plus petites, des jambes avec des jointures, des veines dans ses jambes, du sang dans ses veines, des humeurs dans ce sang, des gouttes dans ses humeurs, des vapeurs dans ces gouttes ; que divisant encore ces dernières choses, il épuise ses forces en ces conceptions, et que le dernier objet où il peut arriver soit maintenant celui de notre discours. Il pensera peut-être que c'est là l'extrême petitesse de la nature. Je veux lui faire voir là-dedans un abîme nouveau. Je lui veux peindre non seulement l'univers visible, mais l'immensité qu'on peut concevoir de la nature dans l'enceinte de ce raccourci d'atome ; qu'il y voie une infinité d'univers, dont chacun a son firmament, ses planètes, sa terre, en la même proportion que le monde visible, dans cette terre des animaux, et enfin des cirons dans lesquels il retrouvera ce que les premiers ont donné, et trouvant encore dans les autres la même chose sans fin et sans repos, qu'il se perde dans ces merveilles aussi étonnantes dans leur petitesse, que les autres par leur étendue, car qui n'admira que notre corps, qui tantôt n'était pas perceptible dans l'univers imperceptible lui-même dans le sein du tout, soit à présent un colosse, un monde ou plutôt un tout à l'égard du néant où l'on ne peut arriver ? »

⁵³⁰ Canguilhem (2003) [1965], p. 112.

volontairement provocateurs : « Voyez-vous cet œuf ? C'est avec cela que l'on renverse toutes les écoles de théologie et tous les temples de la terre »⁵³¹ ;

ii. Un aspect plus « taxonomique », qui reflète la réorganisation et la recomposition de l'histoire naturelle dans la période post-Buffonienne, étant donné que l'*Histoire naturelle* est parfois considérée comme le « locus » même de cette réorganisation des connaissances. C'est ce qui ressort de l'affirmation de Diderot selon laquelle une « grande révolution scientifique » s'annonce, révolution qu'il associe notamment à « l'histoire de la nature », et de celle de Maupertuis, qui imagine ce que pourrait devenir l'histoire naturelle si celle-ci devenait une « vraie science », c'est-à-dire non plus seulement un traité sur les animaux, offrant « des tables agréables à contempler », mais une science présentant les processus généraux de la nature dans leur élaboration et leur préservation⁵³². De tels processus équivaldraient à des lois biologiques : l'histoire naturelle comprise comme une théorie générale de la vie – donc une biologie – étudierait ainsi l'unité naturelle des êtres vivants en termes d'organisation et de fonctions⁵³³. Nous trouvons une situation similaire dans l'opposition que trace Kant entre la simple « description de la nature » (*Naturbeschreibung*), associée à Linné, et l'« histoire de la nature » (*Geschichte der Natur*), qu'il présente comme nouvelle⁵³⁴. Linné lui-même soulignait que la classification en genres et espèces était le point le plus élevé que la science (probablement les sciences de la vie) pouvait atteindre⁵³⁵. De même, un demi-siècle plus tard, dans son traité de 1802 intitulé *Biologie, oder Philosophie der lebenden Natur, für Naturforscher und Aerzte* (*Biologie, ou Philosophie de la nature vivante, pour naturalistes et médecins*), Treviranus souligne que si la botanique et la zoologie sont traitées comme

⁵³¹ Diderot, *Rêve de d'Alembert* (1769), in Diderot (1975-), vol. XVII, pp. 103-104.

⁵³² Diderot, *Pensées sur l'interprétation de la nature* (1753/1754), §4, in Diderot (1975-), vol. IX, pp. 30-31 ; Maupertuis, *Lettre sur le progrès des sciences* (1752), §13, in Maupertuis (1756), vol. II, p. 386.

⁵³³ Canguilhem, « Lamarck et Darwin » (1957), in Canguilhem (2015), p. 744.

⁵³⁴ Kant utilise le terme de *Naturbeschreibung* contre celui de *Geschichte der Natur* dans ses écrits sur la race, y compris la *Von der Verschiedenheit der Racen überhaupt* de 1775, dans l'essai sur l'utilisation des principes téléologiques en philosophie (1788), et dans la *Critique de la faculté de juger*, § 80. La distinction entre l'histoire naturelle et la description de la nature était également importante dans l'*Histoire naturelle* de Buffon. Dans son essai sur les races (Ak. II, 429) et dans la troisième *Critique* (Ak. V, 418-419), Kant imagine également que l'histoire naturelle pourrait être reconfigurée en termes de lois des relations entre individus vivants, en étudiant les similitudes structurelles et fonctionnelles entre les membres d'une espèce, et leurs variations. Sur la distinction entre « description de la nature » et « histoire de la nature », voir Sloan (2006) et les chapitres 4 et 7 dans Huneman (éd.) (2007c).

⁵³⁵ Linné (1751), §290.

des parties de la biologie, elles apparaissent « sous un jour nouveau » et non plus comme de simples nomenclatures, car elles vont bien au-delà des classifications traditionnelles : « La médecine, la physiologie et la pathologie seront toutes renouvelées ». Treviranus rappelle également l'insistance de Stahl sur le fait qu'« il faut d'abord savoir ce qu'est la vie – ce que nous appelons communément la 'vie' »⁵³⁶.

Enfin,

iii. L'apparition de la biologie nous semble dépendre de la manière dont les frontières d'une nouvelle science pourront être délimitées et définies (qu'on l'appelle « biologie », « zoonomie » ou autre), en fonction de divers domaines tels que la morphologie, l'embryologie ou la physiologie. Il s'agit là d'un aspect « critériel » de la science, qui peut prendre différentes formes, selon le contexte. Non seulement ces critères peuvent varier, mais ils peuvent en outre être plus ou moins fortement « ontologisés ». C'est le cas, tout à fait différemment, de Blumenbach, Lamarck et Treviranus, où l'accent est mis sur les « forces vitales » ou les « corps vivants » par opposition à la simple matière physique, brute ou morte. Ainsi Blumenbach insiste sur le fait que son investigation « physiologique » porte sur les « forces vitales » qui « appartiennent exclusivement à la matière organique dont nous sommes faits »⁵³⁷ ; quand Lamarck définit de son côté la « biologie » (pas tant dans le manuscrit non publié portant ce nom que dans ses *Recherches sur l'organisation des corps vivants*, également de 1802), il le fait par référence aux « corps vivants » : « elle [la biologie] comprend tout ce qui a rapport aux corps vivants, et particulièrement à leur organisation, à ses développements, à sa composition croissante avec l'exercice prolongé des mouvements de la vie, à sa tendance à créer des organes spéciaux, à les isoler, à en centraliser l'action dans un foyer, &c. »⁵³⁸. Karl Friedrich Kielmeyer, qui a également cherché à renouveler la classification des animaux sur la base d'une physiologie comparative des forces vitales, décrit à son tour la biologie comme une science du « règne animal ». Cette

⁵³⁶« Ante omnia itaque scire convenit, quid sit illud quod vulgata appellatione vita dicitur » (Stahl, *Theoria medica vera*, p. 253, cité Treviranus 1802, vol. I, 11n.). Stéphane Schmitt a également noté que l'anatomiste Félix Vicq d'Azyr, qui a influencé Cuvier et joué un rôle important dans la structuration de la biologie comme discipline en France au 19^e siècle, soutient que la recherche anatomique et physiologique devait être liée à une étude comparative des fonctions animales (F. Vicq d'Azyr, *Plan d'un cours d'anatomie et de physiologie*, dans Vicq d'Azyr 1805, volume 4 ; Schmitt 2004).

⁵³⁷ Blumenbach (1787), 4^e partie, « De viribus vitalibus in universum », §42, p. 32.

⁵³⁸ Lamarck (1802), « Table raisonnée des matières », p. 202.

science est parfois appelée « physiologie », mais là encore, nous retrouvons cette hésitation conceptuelle entre l'étude des fonctions organiques basée sur une combinaison d'anatomie, de vivisection et, plus tard, d'expérimentation physico-chimique⁵³⁹ et l'étude de ces mêmes fonctions en tant qu'elles sont spécifiquement vitales (comme ce sera encore le cas chez Claude Bernard). Plus largement, Treviranus prétendait inaugurer une science indépendante de la médecine et de l'histoire naturelle, dont l'objet était d'étudier la vie dans ses diverses manifestations afin d'en découvrir les lois. L'introduction à sa *Biologie* comprend un chapitre intitulé « Objet et importance de la biologie » dans lequel il présente cette nouvelle science comme étudiant « les différentes formes et manifestations de la vie », ses conditions et ses lois, et « les causes qui régissent son action »⁵⁴⁰.

Notre question n'est pas de savoir « qui » mérite d'être au centre de l'émergence de la biologie, ni lequel de ces projets est véritablement original, marquant une « discontinuité » ou une « rupture »⁵⁴¹. Nous cherchons plutôt à situer et à repenser cette émergence à la fois en termes de conditions conceptuelles (quelles sont les relations entre les doctrines qui précèdent immédiatement la constitution de la biologie comme science ?) et de postérité (quelle relation existe-t-il entre, par exemple, le développement d'un concept d'organisme et les transformations ultérieures de la biologie ?). De plus, ces trois conditions (*i-iii*), si elles sont prises ensemble, produisent non pas une « biologie » au singulier mais plutôt des « biologies », qui mettent en évidence différentes dimensions possibles d'une science du vivant (les propriétés physico-chimiques, l'organisation, la fonction, la reproduction, etc.). La biologie se réfléchit donc volontiers comme science ou théorie générale de la vie : mais si le

⁵³⁹ Voir Coleman (1977).

⁵⁴⁰ Treviranus (1802), vol. I, p. 4.

⁵⁴¹ P. Corsi, et d'une manière moins contextualisée, P. Charbonnat, placent Lamarck dans cette position, parce qu'il considérait la vie, avant les autres, comme « un phénomène organique dont les lois de formation résultent du niveau d'organisation propre » (Charbonnat 2014, 226). Charbonnat considère cette « biologie » comme une sorte de troisième voie, évitant ce qu'il dépeint comme une division entre la physiologie vitaliste (Barthez) et l'histoire naturelle matérialiste (La Métherie, qui est ici promu à un rôle important). D'autres considèrent que Treviranus devrait occuper cette position (cf. Lenoir 1981, Steigerwald 2014, Zammito 2017, 240-244) alors que des études antérieures telles que celles de Schiller et Barsanti ont traité son projet comme non original (Barsanti 1995, 210n.). On peut aussi rejeter cette vision « grand homme » de l'histoire de la biologie au profit d'une vision « collective » ou « en réseau » de l'émergence de cette science, comme en témoignent les nombreux travaux de Corsi sur Lamarck, Cuvier, Geoffroy de Saint-Hilaire et autres (voir par ex. Corsi 2011, Nyhart 2009).

problème de la nature de la vie est promu au rang de question cruciale pour la biologie, nous sommes dès lors confrontés à la question de la relation entre une *ontologie* de la vie et une *science* de la vie⁵⁴².

Comment déterminer si la constitution de la biologie répond non seulement à des mouvements internes de restructuration, comme dans l'unification de l'histoire naturelle des êtres vivants, mais également à une sorte de défi ontologique ? Une telle hypothèse pourrait de prime abord paraître surannée ou trop « internaliste », au sens où on entend généralement ce terme en histoire des sciences, c'est-à-dire comme histoire mettant l'accent sur les idées ou la logique interne des textes clés, plutôt que sur les pratiques et les contextes matériels. Pour autant nous ne nous identifions pas à une telle démarche qui s'est souvent appuyée sur des écoles de pensée ou des polarisations telles que le « mécanisme » et le « vitalisme »⁵⁴³. Ce qui nous importe en réalité, c'est l'identification d'une dimension conceptuelle indépendante, comme McLaughlin le souligne très clairement, à propos de Kant : « Kant ne s'intéresse pas à la question de savoir si le mécanisme ou le vitalisme (qui est apparu de son vivant) est juste en biologie, mais plutôt à la question de savoir si le réductionnisme (qu'il considère comme la seule méthode scientifique) lorsqu'il est appliqué à l'organisme présente un défaut structurel qui nécessite encore et encore des additions téléologiques »⁵⁴⁴. Nous pensons que c'est également le cas des acteurs de l'histoire qui nous occupe ici : pour Maupertuis, « les corps des animaux et des plantes sont des machines trop compliquées » pour être appréhendés en termes purement mécaniques, et « nous n'expliquerons jamais la formation d'un corps organisé par les seules propriétés de la matière »⁵⁴⁵. Selon Haller,

« Chez l'animal, de nombreuses machines sont assez étrangères aux lois mécaniques ordinaires ; de minuscules causes produisent de

⁵⁴² Voir également Wolfe (2011) et (à paraître).

⁵⁴³ Sur la tension animisme-mécanisme au 18^e siècle, voir Gierer (1996) ; sur la tension vitalisme-mécanisme au 20^e siècle, voir par exemple Allen (2005). En ce qui concerne le vitalisme, l'historiographie récente l'a dépeint comme une entité complexe et a réévalué son rôle dans l'émergence de la biologie. Voir Cimino et Duchesneau (éds.) (1997), Rey (2000), Williams (2003), Wolfe (2011), (2017b), Wolfe (éd.) (2008), Wolfe et Normandin (éds.) (2013), Steigerwald (2013), Gissis (2014).

⁵⁴⁴ McLaughlin (1990), p. 3.

⁵⁴⁵ *Essai de cosmologie* (1750), in Maupertuis (1756), vol. I, p. 14 ; *Système de la nature*, §XXVIII, in *op. cit.*, vol. II, pp. 155-156.

grands mouvements ; la vitesse des humeurs est à peine affectée par des causes qui, selon les lois habituelles, doivent l'arrêter ; des mouvements violents et des raccourcissements des fibres surviennent au-delà de tout calcul, etc. »⁵⁴⁶

Des concepts tels que la téléologie ou l'auto-organisation peuvent également orienter cette analyse historique des conditions d'émergence de la biologie (précisément, avec une dimension ontologique). C'est typiquement le cas des études centrées sur le contexte kantien et post-kantien de la *Naturphilosophie*⁵⁴⁷. Certaines histoires de la biologie, tout comme certains travaux philosophiques privilégiant la figure de Kant, sont dans leur intégralité, des histoires de l'auto-organisation⁵⁴⁸, dans la mesure précisément où les propriétés caractéristiques des systèmes étudiés par les sciences de la vie semblent subsumables sous leur capacité à s'auto-organiser. Cette capacité à se (re)produire et à s'organiser est, classiquement, ce qui fait la différence entre nous (mais aussi les papillons et les vers) et les machines, comme les montres ordinaires : « L'homme est une machine fort bien faite qui remonte elle-même ses ressorts qui ne sont rien d'autre que la vie elle-même », pour reprendre l'expression de La Mettrie⁵⁴⁹. Le caractère auto-organisateur de la matière vivante implique de la même manière que les « les matériaux sont les ouvriers eux-mêmes » (Maupertuis)⁵⁵⁰. Chez Kant, la notion d'auto-organisation émerge afin de saisir l'existence « relationnelle » des parties d'un organisme qui ne peuvent exister séparément, mais doivent être interdépendantes au sein d'un tout organisé, totalité qui devient à son tour condition de l'existence et du fonctionnement des parties. C'est cette caractéristique d'auto-organisation des systèmes vivants qui conduit Kant à les traiter comme des « fins naturelles »⁵⁵¹. L'existence de telles propriétés doit alors apparaître comme cruciale à toute distinction entre êtres vivants et non-vivants, comme c'est le cas explicitement chez Lamarck⁵⁵².

⁵⁴⁶ Haller (1757), vol. I, I, Praefatio, v-vi.

⁵⁴⁷ Lenoir (1981a), (1989), Richards (2000), (2002), Zammito (2017).

⁵⁴⁸ Sur l'émergence de l'auto-organisation dans un contexte kantien, voir Huneman (2008a) et Sheehan et Wahrman (2015).

⁵⁴⁹ *L'Homme machine*, in La Mettrie (1987), vol. 1, p. 69.

⁵⁵⁰ Maupertuis, *Système*, §LXI, in Maupertuis (1756), vol. II, p. 164.

⁵⁵¹ Voir Zammito (1992), Huneman (2007c), (2008), Steigerwald (éd.) (2006), (2010).

⁵⁵² Voir Fox Keller (2010).

Du point de vue de la constitution de la biologie comme science, la découverte et la reconnaissance de l'existence de mécanismes d'auto-organisation tels que la régulation de la température et le métabolisme – et dans l'ensemble, de tout mécanisme concernant ce que l'on pourra appeler la « robustesse » des systèmes vivants⁵⁵³ – jouent un rôle majeur dans la définition d'une science biologique. Chez Blumenbach par exemple, l'étude des fonctions biologiques est explicitement liée à un concept fort de force vitale : son *Bildungstrieb* est véritablement une *Lebenskraft* qui, seule doit permettre d'expliquer comment les lois physiques et chimiques peuvent être soumises aux lois de l'organisation vitale lors de l'embryogenèse⁵⁵⁴. Pour autant, la reconnaissance des processus d'auto-organisation peut jouer dans une direction opposée, résolument réductionniste, et servir d'alternative matérielle à un usage réaliste des forces vitales puisqu'une telle reconnaissance exigeait d'orienter l'analyse sur l'élucidation des processus physico-chimiques responsables de l'organisation biologique⁵⁵⁵. Du point de vue d'une histoire des conditions d'émergence de la biologie, la considération d'un tel mouvement revient à soulever de nombreuses questions qui sont demeurées relativement négligées : concernant la nature de cette organisation et de ses types (comment caractériser l'organisation des plantes, des animaux, etc.), ses causes, ainsi que ses effets (dans quelle mesure, par exemple, est-elle responsable des phénomènes vitaux qui intéressent le biologiste ?). Prenons, par exemple, les points de contact entre la biologie naissante et une chimie à peine plus « disciplinée » – autour de ce que l'on appellera l'émergence de la chimie organique, donc. Si l'on examine ces domaines à la lumière des conditions conceptuelles de l'émergence de la biologie, il apparaît alors que

⁵⁵³ Voir Piedrafita (2010).

⁵⁵⁴ C'est ainsi que Christoph Girtanner, entre autres, résumera l'idée de Blumenbach. Pour être spécifique, Blumenbach distingue cinq types différents de force vitale, dont le *Bildungstrieb* est le plus général (ceux-ci incluent la force nerveuse ou la sensibilité, la force cellulaire, la force musculaire ou l'irritabilité, et les « vies spécifiques » qui expliquent les mouvements de certains organes spécifiques : Blumenbach 1787, § 42-48 ; cf. Duchesneau 2011). Pour des interprétations divergentes de la relation entre Kant et Blumenbach, voir Lenoir (1989), Richards (2000), Zammito (2012).

⁵⁵⁵ Comme nous le montrerons dans le chapitre 6, les travaux de Lavoisier (1789, 1790, 1792) ont ainsi contribué à initier une telle étude chimique des fonctions autorégulatrices de la « machine animale » (respiration, transpiration, nutrition). Plus tard au 19^e siècle, Claude Bernard (1878), après avoir découvert la fonction glycogénique du foie (Bernard 1848, 1853), fera valoir que la vie consiste en des processus de création organique (synthèse) et de destruction organique (analyse), et que ces processus doivent être étudiés par une « chimie physiologique » encore inexistante et qu'il appelait de ses vœux.

l'une des conditions de cette constitution – de la biologie comme science dédiée à l'étude de la spécificité du vivant – était sans doute moins liée à l'affirmation de forces vitales irréductibles qu'au développement d'une nouvelle conception, chimiquement instruite, des processus auto-organisationnels.

C'est sous cet éclairage que nous voudrions ressaisir les efforts de reconceptualisation qui ont affecté la nutrition dans la seconde moitié du 18^e siècle, comme contribution donc à l'émergence d'une conception auto-organisationnelle de la vie dans laquelle les organismes construisent pour eux-mêmes leur propre substance et se maintiennent dans le changement. Il nous semble remarquable que dans ce mouvement la nutrition ait rencontré et comme nourri la compréhension de l'ontogenèse, lui offrant un outil stratégique pour que se renverse définitivement le schème préformationniste, comme en témoigne, nous le verrons, la rénovation wolffienne de l'épigenèse à partir de la *nutritionskraft*⁵⁵⁶.

Développer une telle approche requiert toutefois d'explicitier auparavant cette notion d'organisation et ses équivoques, notion qui, parce ces équivoques mêmes, devait rendre possible à la fois de parler d'auto-organisation, et d'établir un cadre théorique susceptible d'en proposer une explication sur des bases chimiques.

4.2.3 Organique, Organisation, Organisme. Essai de mise au point

Comme nous l'avons montré au chapitre 3, le 18^e siècle s'ouvrait, avec Stahl, sur une crise ontologique forte par laquelle le vivant devait se séparer de l'inerte – crise enracinée dans la critique d'une compréhension du vivant comme réductible à des lois mécaniques simples, et qui eut pour corrélat d'instiguer le développement d'un concept d'organisme. Si un effet de cette crise ontologique fut certainement de révéler la nécessité de concevoir l'existence de propriétés vitales irréductibles, la recherche d'une science propre aux processus vitaux n'impliquait cependant pas d'embrasser la thèse stahlienne d'une séparation étanche et d'une lutte active entre le vivant et l'inerte. Cette séparation qui se traduisait chez Stahl par une opposition et, en définitive, une lutte radicales entre la vie et la matière brute ne devait donc pas prendre racine au 18^e siècle.

⁵⁵⁶ Wolff (1759), (1764), (1789).

S'inspirant du constat stahlien de l'anomalie du vivant et de l'insuffisance du mécanisme, mais rejetant cette âme immatérielle par laquelle le vivant se maintient, la physiologie des Lumières dessinait plutôt la possibilité de réunir, dans une science du vivant s'ébauchant, la légalité des phénomènes vitaux et les sciences de la matière. Substituant ainsi une propriété vitale (la sensibilité) à une opération de l'âme, Bordeu peut dire que les fonctions excrétoires et sécrétoires des glandes sont dues à une propriété vitale fondamentale (et unique), la sensibilité, qui s'exerce de manière discriminatoire dans chacune d'elles⁵⁵⁷. Si bien qu'au lieu d'être une articulation d'instruments mis en mouvement par un agent hégémonique, le vivant articule désormais des parties déjà vivantes (fibres, tissus, organes) qui s'accordent pour maintenir la vie de l'organisme⁵⁵⁸ : au lieu de se penser selon l'opposition âme-corps, la vie se pense donc comme mise en relation des parties et du tout.

« Nous comparons le corps vivant, pour bien sentir l'action particulière de chaque partie, à un essaim d'abeilles qui se ramassent en pelotons, et qui se suspendent à un arbre en manière de grappe ; on n'a pas trouvé mauvais qu'un célèbre ancien ait dit d'un des viscères du bas-ventre qu'il était *animal in animali* ; chaque partie est, pour ainsi dire, non pas sans doute un animal, mais une espèce de machine à part qui concourt à sa façon à la vie générale du corps. »⁵⁵⁹

⁵⁵⁷ Bordeu (1751) : dans ses *Recherches sur les glandes* Bordeu défend que la sécrétion glandulaire s'effectue indépendamment de toute action mécanique de compression par les os ou les muscles voisins (comme c'est le cas pour les glandes salivaires) mais en vertu d'un appétit propre aux glandes.

⁵⁵⁸ « Théorème premier : Le corps vivant est un assemblage de plusieurs organes qui vivent chacun à leur manière, qui sentent plus ou moins, et qui se meuvent, agissent ou se reposent dans des temps marqués (...) », Bordeu (1818), vol. 2, p. 829 ; « On peut dire que toutes les parties qui vivent sont dirigées par une force conservatrice qui veille sans cesse », Bordeu (1751), in Bordeu (1818), vol. 1, p. 163.

⁵⁵⁹ Bordeu (1751), §CXXV. Voir aussi *Les recherches sur les maladies chroniques*, in Bordeu (1818), vol. 2, pp. 829-830 : « La vie générale, qui est la somme de toutes les vies particulières, consiste dans un flux de mouvements réglés et mesurés, qui se fait successivement dans chaque partie, détermine l'exercice de ses fonctions, et forme la trame entière de notre vie. C'est ainsi que toutes les parties sont causes, principes et causes finales ». L'article « Observation » de l'*Encyclopédie*, rédigé par Ménuret de Chambaud, reprend cette métaphore de l'essaim d'abeilles pour concevoir l'organisme vivant : « un médecin célèbre (Bordeu) et un illustre physicien (Maupertuis) se sont accordés à considérer l'homme envisagé de ce point de vue lumineux et philosophique à un groupe d'abeilles qui font leurs efforts pour s'attacher à une branche d'arbre, on les voit se presser, se soutenir mutuellement et former une espèce de tout, dans lequel chaque partie vivante à sa manière contribue par la correspondance et la direction de ses

Dans cette nouvelle métaphore du vivant, qui articule la vie globale du corps aux vies locales de ses parties, la vie ne s'oppose plus à la matière puisque celle-ci est douée de propriétés vitales et d'un dynamisme propre, et n'est plus redevable de l'action vivificatrice de l'âme pour effectuer ses opérations. De même, l'articulation des parties entre elles et avec le tout fait en quelque sorte éclater le schème instrumental dans lequel le vivant était pensé (schème qui prévalait aussi bien dans le mécanisme de Descartes que dans l'animisme de Stahl) puisque les parties ne sont plus des instruments en vue d'une fin et que le tout n'est pas la somme d'entités discrètes, existant séparément : l'organisme tel qu'il s'ébauche au 18^e siècle, dans la physiologie vitaliste en particulier, renverse donc totalement le schème dans lequel était pensé l'organisme stahlien. De ce point de vue, et tandis que la vitalité se propage et se disperse dans la matière et les parties, la question de l'organisation acquiert une centralité et une signification nouvelles, puisque ce qui fait problème c'est désormais l'attribution des niveaux de vitalité. Au fond, qu'est-ce qui est vivant ? L'organisme ? Les parties du corps déjà sensibles ? Mais cette sensibilité des parties ne peut-elle émerger à son tour de l'arrangement matériel qui les constitue (de la même manière que la vie du corps surgit du concours des vies particulières) ? Cette dissémination de la vie, et de la sensibilité, dans les différents niveaux hiérarchiques devient polysémie de la vie elle-même, puisque celle-ci se dit à la fois de l'organisme dans sa totalité, de ses organes et parties, et des molécules qui les composent, comme le veut Diderot dans les *Éléments de physiologie*⁵⁶⁰ : « Il y a certainement deux vies très distinctes, même trois. La vie de l'animal entier. La vie de chacun de ses organes. La vie de la molécule ».

Le problème de l'organisation englobera donc deux séries de questions, l'une relative à la relation des parties entre elles et au tout (et ultimement à leur autoproduction), l'autre à la relation entre la vie et la matière (la matière vivante est-elle de la matière autrement organisée ?). Il faudra donc garder cette dualité de niveau en mémoire : soit, d'un côté l'organisation du vivant dans son ensemble et, de l'autre, celle de ses éléments constitutifs. Quoiqu'il en soit de la réponse que l'on apporte à la seconde question – que l'on pense que la vie est une propriété émergente de

mouvements à entretenir cette espèce de vie de tout le corps, si l'on peut appeler ainsi cette liaison d'actions. », Article « Observation » (*Gram. Physiq. Méd.*), vol. XI (1765), p.313b–321.

⁵⁶⁰ Diderot (1964), ch. II, « Animal », p. 27.

l'organisation, ou une propriété de la matière en tant que telle – la vie, libérée de l'âme et de l'artisan, est désormais dans la matière.

La nature fondamentalement polysémique du concept d'« organisation » doit cependant nous inciter à éviter toute simplification excessive des relations qu'ont nouées « vie » et « organisation » au 18^e siècle. Le concept d'organisation devait en effet recevoir des significations différenciées, voire contradictoires, si bien qu'au lieu d'un concept unifié, il conviendrait davantage de parler d'un carrefour de significations entremêlées. Parce que le concept d'organisation s'est surtout développé dans le contexte d'une physiologie et d'une médecine mécanistes, au sein desquelles il acquit une signification fortement structurelle et anatomique (l'organisation vitale étant identifiée à la structure, à l'arrangement spatial entre les parties, ou à l'adéquation de l'organe à sa fonction), sa réception au cours du 18^e siècle devait d'abord être critique : philosophes, naturalistes, ou médecins qui cherchaient à libérer les êtres vivants de l'hégémonie de principes externes de rationalité (typiquement l'âme, ou un créateur transcendant) ne pouvaient en effet admettre que la vitalité résidât dans une structure appliquée à une matière inerte, structure dont la cause ne pouvait résider qu'en une causalité transcendante. Cette conception anatomique ou structurelle de l'organisation fut typiquement la cible de la critique des médecins de Montpellier, critique qui s'est exemplairement instanciée dans le refus de soumettre la physiologie aux structures anatomiques (comme le faisait Haller avec sa conception de la physiologie comme « anatomie animée »), au profit d'un modèle de l'« économie animale »⁵⁶¹ qui pense la totalité organique en termes d'ordre et de sympathies entre des centres (épigastre, tête, peau) et des parties (vivantes et sensibles)⁵⁶² en situation de mutuelle dépendance. Or ces communications sympathiques entre les « petites vies » des parties peuvent s'exercer en dehors de tout support visible et identifiable – indépendamment des structures anatomiques donc – (puisque d'une part la sensibilité n'est pas l'apanage des nerfs selon Bordeu⁵⁶³, et que d'autre part l'innervation des organes est trop ténue pour que l'on

⁵⁶¹ Voir en particulier dans l'*Encyclopédie* l'article « Économie animale », (Médec.), vol. XI (1765), p. 360a–366b. Sur le modèle d'économie animale dans le vitalisme de Montpellier, voir en particulier Wolfe et Terada (2008).

⁵⁶² Nous revenons sur ce modèle au ch. 6.

⁵⁶³ Tandis que Haller définit la fibre vivante par une propriété irréductible, l'irritabilité, la sensibilité s'ajoutant chez certains animaux (renvoyant à la présence d'une âme qui puisse recevoir les impressions du système nerveux), Bordeu définit la vitalité par la sensibilité. Sur

puisse retracer le trajet de ces communications nerveuses), dessinant du vivant et de son fonctionnement une autre cartographie que celle de l'anatomie. À la fin du 18^e siècle Grimaud, dans son *Mémoire sur la nutrition* (1787), radicalisera cette critique de l'anatomie au profit d'une promotion de forces agissant dans l'intériorité du corps indépendamment de toute organisation : si les « fonctions extérieures » peuvent être dites « organiques » au sens où elles dépendent de la structure des organes et de la conformité de celle-ci aux lois de la physique (typiquement l'œil⁵⁶⁴), les « fonctions intérieures » sont en revanche corrélées à une « force motrice vitale » qui échappe à la conscience et dont « les actes n'ont aucune connexion nécessaire avec les phénomènes d'organisation »⁵⁶⁵. À partir du constat de la corruptibilité et de l'instabilité moléculaire du corps (il se détruit sans cesse), Grimaud postule la nécessité d'une force « inorganique » agissant diffusément dans l'organisme (capable donc de « recomposer » simultanément tous les organes), c'est-à-dire d'une force agissant à la fois indépendamment de la structure organique (puisqu'une multiplicité de structures réalisent les mêmes fonctions⁵⁶⁶) et antérieurement à l'organisation du corps, mais qui, en amont, conditionne leur possibilité⁵⁶⁷. Nous reviendrons au chapitre 6 sur cette théorie de la force digestive : qu'il nous suffise pour l'instant de retenir qu'elle se déploie sur fond d'une critique radicale de l'organisation comme structure.

cette opposition entre Bordeu et Haller au sujet de la sensibilité et de l'irritabilité, voir en particulier Duchesneau (2012) [1982], Boury (2004), (2008).

⁵⁶⁴ Sur les fonctions extérieures, voir Grimaud (1787), pp. 5-11 ; sur l'exemple de l'œil voir en particulier pp. 8-9 : « Les organes situés à l'extérieur du corps, et qui s'appliquent sur les objets du dehors, exécutent donc des fonctions, dont le mode répond aux lois affectées à ces objets ; en sorte que le philosophe, en étudiant ces objets extérieurs et venant à connaître le système des lois qui règlent leur mouvements, et d'une autre part, en développant, à l'aide de l'anatomie, la structure des organes qui leur sont analogues, il voit les phénomènes de cette structure constamment en rapport avec les lois physiques, et de cette manière il peut et confirmer les connaissances qu'il a acquises, et même en acquérir de nouvelles ; c'est ainsi que tout récemment, M. Euler, observant les moyens que la nature a employés dans l'œil, pour prévenir la diffusion ou la dispersion de la lumière (moyens qui consistent à assembler dans l'œil différentes forces de réfraction, et à accorder ces forces avec la réfrangibilité différente des objets sur lesquels elles doivent s'exercer) a composé des lunettes qui ont beaucoup plus d'effet que toutes celles qu'on connaissait jusqu'à ce jour (...) ».

⁵⁶⁵ *Ibid.*, p. 8.

⁵⁶⁶ « (...) tous les êtres qui ont vie, digèrent, se nourrissent, croissent, se reproduisent à peu près de la même manière, quelle que soit la prodigieuse variété de leur structure », *Ibid.*, p. 31.

⁵⁶⁷ *Ibid.*, p. 31.

Buffon⁵⁶⁸ et Diderot se firent, bien avant Grimaud, les adversaires de cette conception structurelle de l'organisation qui débouchait alors sur une définition finaliste de la vitalité et servir de principe à l'argument physico-théologique. Dans la *Lettre sur les aveugles à l'usage de ceux qui voient* Diderot mettait par exemple en scène la critique d'une conception de l'organisation pensée comme rapport structurel entre d'une part les fonctions et les organes et de l'autre entre les organes eux-mêmes, puisqu'elle était au principe du finalisme de Holmes : le « mécanisme admirable des organes » le conduisait à poser une causalité transcendante à l'origine de cette organisation⁵⁶⁹. Dans les *Pensées sur l'interprétation de la nature* Diderot déplaçait alors la question de l'organisation du côté du rapport entre les éléments de matière : l'organisation n'était plus abordée à partir de l'organisme dans son ensemble comme dans le schème instrumental, mais à partir des éléments constituants du vivant. Il posait de fait explicitement la question du rapport entre la vie et l'organisation : « 3. Y a-t-il quelque autre différence assignable entre la matière morte et la matière vivante, que l'organisation (...) ? » ; « 9. Si l'agrégat peut être vivant ou mort, quand et pourquoi sera-t-il vivant ? »⁵⁷⁰. Pour autant, dans une lettre à Sophie Volland, rêverie matérialiste amoureuse, Diderot refuse que la vitalité de la matière puisse émaner d'une organisation moléculaire spécifique et fustige une conception géométrique (ou topologique) de l'arrangement matériel vital :

⁵⁶⁸ Buffon (1749), p. 39: « En réfléchissant sur cette espèce de calcul on se familiarisera avec cette idée singulière, que l'organique est l'ouvrage le plus ordinaire de la Nature, et apparemment celui qui lui coûte le moins ; mais je vais plus loin, il me paroît que la division générale qu'on devoit faire de la matière, est *matière vivante* et *matière morte*, au lieu de dire matière organisée et matière brute ; le brut n'est que le mort ».

⁵⁶⁹ L'adéquation de l'organe à sa fonction ainsi que la complexité des structures organiques est un argument récurrent de la physico-théologie – que l'on retrouve massivement au 18^e siècle, sous les plumes de l'abbé Pluche (*Spectacle de la nature*, 1732), de Lesser (*Théologie des insectes*, 1742), de Bonnet, et plus tard de Paley dans sa *Théologie naturelle, ou preuve de l'existence et des attributs de la divinité* (1804). Trois stratégies nous semblent avoir été déployées pour invalider le raisonnement physico-théologique : 1) la théorie kantienne du jugement réfléchissant qui vise à disjoindre les énoncés téléologiques en biologie d'une attribution causale finale objective (voir en particulier Kant, *Critique de la faculté de juger*, §§82, 85) ; 2) l'historicisation darwinienne des espèces qui attribue à la pression exercée par la sélection naturelle la production des adaptations (des organes à leur fonction, des organismes entre eux et à leur environnement, etc.) ; 3) le tournant dans la définition de la notion d'organisation que nous essayons d'analyser.

⁵⁷⁰ *Pensées sur l'interprétation de la nature*, p. 242. Si Diderot raisonne alors encore en termes de matière morte vs matière vivante, ce vocabulaire disparaîtra dans le *Rêve de d'Alembert* au profit d'une réflexion sur le passage de la sensibilité latente à la sensibilité active, c'est-à-dire à l'actualisation de la vitalité de la matière dans des conditions d'activation chimiques particulières.

« Supposer qu'en mettant à côté d'une particule morte, une, deux ou trois particules mortes, on en formera un système de corps vivant, c'est avancer, ce me semble, une absurdité très-forte, ou je ne m'y connais pas. Quoi ! La particule A placée à gauche de la particule B n'avait point la conscience de son existence, ne sentait point, était inerte et morte ; et voilà que celle qui était à gauche mise à droite, et celle qui était à droite mise à gauche, le tout vit, se connaît, se sent ! Cela ne se peut. Que fait ici la droite ou la gauche ? Y a-t-il un côté et un autre dans l'espace ? Cela serait, que le sentiment et la vie n'en dépendraient pas. »⁵⁷¹

Diderot aura cependant un autre usage du terme d'organisation, qui semble s'éloigner de sa définition traditionnelle structurelle, anatomique ou d'arrangement de parties (comme c'est d'ailleurs encore le cas dans l'*Encyclopédie*⁵⁷²), puisqu'il réfère à une temporalité proprement vitale : « A mesure que l'animal *s'organise*, il y a des parties qui se durcissent et prennent de la continuité : il s'établit une sensibilité générale et commune que les organes partagent diversement ; entre ces organes les uns la conservent plus ou moins longtemps que les autres »⁵⁷³. De même, la végétation et de l'animalisation peuvent être décrites comme des processus par lesquels une matière hétérogène s'organise différemment, actualisant des potentialités : « La végétation, la vie ou la sensibilité et l'animalisation sont trois opérations successives. Le règne végétal pourrait bien être, et avoir été la source première du règne animal, et avoir pris la sienne dans le règne minéral, et celui-ci émaner de la matière universelle hétérogène. »⁵⁷⁴

Comment donc concilier ces usages apparemment discordants du concept d'organisation et comment déterminer le sens du concept quand il est question du rapport entre la vie et l'organisation ? En gros, quel concept d'organisation mobilisons-nous quand nous le rapportons à la vie ? Il nous semble qu'à l'issue de cet examen rapide il faille en réalité distinguer trois significations fondamentales du concept d'organisation : en tant que *structure* (l'anatomie, la disposition spatiale des éléments

⁵⁷¹ Diderot, lettre à Sophie Volland, du 15 octobre 1759 in Diderot, *Lettres à Sophie Volland*, éd. M. Buffat et O. Richard-Pauchet (2010) p. 78-79.

⁵⁷² Article « Organisation », vol. XI (1765), p. 629b. : « Arrangement des parties qui constituent les corps animés. Le premier principe de l'*organisation* se trouve dans les semences. L'*organisation* d'un corps une fois établie, est l'origine de l'*organisation* de tous les autres corps. L'*organisation* des parties solides s'exécute par des mouvemens mécaniques ».

⁵⁷³ Diderot (1964), p. 26.

⁵⁷⁴ *Ibid.*, p. 7.

matériels), en tant que *fonction* (étymologiquement, l'organe, *organon*, est un instrument⁵⁷⁵), et en tant que *processus* (comme dans « construction », « réalisation » ou « préparation », le suffixe « *-ion* » fait référence à la fois à un processus temporel et à ce qui en résulte). Bien sûr, chacune de ces significations n'embrasse pas à elle seule la complexité de ce qui est enveloppé dans le concept d'organisation, et elles peuvent, jusqu'à un certain point, se chevaucher : par exemple, au sein de la Faculté de médecine de Montpellier, la définition de l'organisation vitale comme « économie animale » (parfois associée à la métaphore de l'« essaim d'abeilles » dans les écrits de Bordeu et Ménuret⁵⁷⁶) peut être définie comme un concept *structuro-fonctionnel*⁵⁷⁷, qui implique un effort théorique pour comprendre la causalité circulaire (c'est-à-dire non linéaire) qui existe entre les parties et le tout, et la nature émergentiste de l'organisation vitale⁵⁷⁸. Cette ambiguïté sémantique du terme fait ressortir des hésitations conceptuelles fondamentales qui semblent avoir constitué une ressource féconde pour la formulation de problèmes philosophiques et de stratégies argumentatives, comme Figlio l'a très bien mis en lumière⁵⁷⁹. Cependant, et c'est un trait étonnant des études sur la pré-biologie du

⁵⁷⁵ Voir par exemple Aristote, *Les parties des animaux*, I, 645a10 : « Mais puisque tout instrument est destiné à une fin, que chaque organe du corps existe également en vue d'une fin, et que la fin est une action, il est évident aussi que l'ensemble du corps est constitué en vue d'une action complexe. »

⁵⁷⁶ Bordeu *Recherches anatomiques sur la position des glandes*, §CXXV; Ménuret "Observation" *Encyclopédie*, vol. XI, (1765), p. 313b–321. Voir Wolfe and Kleiman-Lafon (à paraître).

⁵⁷⁷ La primauté de l'emploi de ce terme revient à Duchesneau (2012) [1982], voir aussi Wolfe (2017a).

⁵⁷⁸ Sur la relation entre organisation et « économie animale », voir Wolfe et Terada (2008), Wolfe (2017a), (2017b), (2018). Wolfe et Terada (2008) qualifient le modèle de l'économie animale d'« émergentisme faible » au sens où un organisme est le produit nécessaire de l'interaction entre les parties qui le composent. C'est donc un émergentisme faible, plutôt que fort, car, dans ce modèle, les parties (les organes, chacun caractérisés par une « *petite vie* ») sont déjà vivantes, de sorte que la propriété émergente n'est pas séparée (causalement et/ou épistémologiquement) de ses bases physiques.

⁵⁷⁹ Sur l'ambiguïté du concept d'organisation, voir Figlio (1976), p. 26: « (...) tandis que ces propriétés étaient spécifiées en un sens technique, on les a évidemment dotées de toutes les nuances de sens attachées à l'idée de vie; L'investissement de différentes significations dans le même terme résulta en une ambiguïté productive, au sens où le travail des physiologistes pouvait désormais se dérouler dans un domaine surchargé de paradoxes. De fait, ces concepts physiologiques, et peut-être la plupart des autres concepts aussi n'ont jamais été des éléments libres-de-valeur d'une science positive alors émergente, mais de compromis entre ce qui était explicitement désigné et ce qui était implicitement incorporé ou exclu. Il n'est donc pas surprenant que l'interprétation de ces propriétés vacille entre les deux pôles du mécanisme – avec l'implication d'un matérialisme – et de l'animisme, lequel implique une conscience comme ressort de toute activité; et pas étonnant non plus que les controverses qui ont fait rage dans le domaine des sciences de la vie pourraient être vues comme le résultat de diverses significations

18^e siècle, les significations et les niveaux hiérarchiques d'application du concept d'organisation – à savoir les *niveaux sub-organismiques* (niveau moléculaire, fibres, organes, systèmes), l'*organisme* comme un système organisé d'organes fonctionnellement intégrés, et les *niveaux supra-organismiques* (organisations sociales, nations, etc.) – ne sont jamais clairement spécifiés. Ce défaut de clarification nous semble avoir davantage conduit à la formulation d'affirmations définitives – la vie tantôt définie comme propriété de l'organisation, tantôt définie comme propriété de la matière⁵⁸⁰ – qu'à de prudentes évaluations du concept d'organisation suivant une conjonction de critères pertinents, tels que la nature du contexte argumentatif, la signification structurelle, fonctionnelle ou processuelle du concept, ainsi que son niveau d'application. Un tel réseau entremêlé de significations a donc besoin d'être clarifié.

Nous voudrions toutefois montrer que, parmi les nouvelles formes de savoir que Foucault mentionnait, figure l'émergence et le développement d'un usage du concept d'organisation complémentaire de celui de *structure* et de *fonction*, à savoir la compréhension de l'organisation comme *processus* – lequel peut à son tour être convoqué dans l'explication de l'émergence de la structure et du fonctionnement des entités vivantes. Entre la critique de l'organisation structurelle (ou anatomique) que l'on rencontrait chez Buffon, Diderot, ou Grimaud, et le début du 19^e siècle où l'organisation s'impose comme la grande question (à la fois pour le projet d'une anatomie comparée, et l'essor d'une physiologie générale) le concept d'organisation nous semble s'être enrichi de potentialités sémantiques propres à réinvestir la question du rapport entre vie et matière de sorte à ce que celle-ci devienne à la fois temporelle et processuelle : comme le dit Lamarck, la vie est faite de facultés qui « résultent essentiellement d'actes de l'organisation »⁵⁸¹. En effet, comme Duchesneau⁵⁸² l'a mis en

chargées de valeur implicitement investie dans le vocabulaire physiologique explicite.» Nous traduisons.

⁵⁸⁰ Voir par exemple Foucault *op. cit.*, « L'organisation des êtres », pp. 238-245 ; Roger (1979) : « En effet, faire résider la vie dans l'organisation, c'est renvoyer à cette priorité des structures, caractéristiques de la science du 17^e siècle, et qui conduit nécessairement soit au Dieu créateur, comme dans la théorie des germes préexistantes, que Buffon refuse, soit à des forces plastiques semi-surnaturelles, qu'il ne saurait davantage accepter. Pour les mêmes raisons, Diderot se refusera à chercher dans l'organisation la cause fondamentale de la vie et de la sensibilité. », pp. 43-64 ; Rey (1997) : « Tel est bien l'enjeu de la position vitaliste, affirmer les propriétés particulières de la matière vivante, préalable à toute organisation, affirmer par conséquent que la vie n'est pas le résultat de l'organisation » ; Jacob (1970), pp. 87-145 ; Wolfe (à paraître).

⁵⁸¹ *Philosophie zoologique*, 1809, I, p. 369.

évidence, avec l'épigénèse, l'évolution pré-darwinienne (explications transformistes des formes vivantes) et l'anatomie comparée, il est possible d'isoler deux caractéristiques saillantes de la science biologique naissante au tournant du 19^e siècle : 1) la distinction entre les corps organisés et la matière inorganique, et 2) les efforts entrepris pour expliquer les structures complexes et les fonctions vitales à partir des niveaux élémentaires, dans le cadre d'une méthodologie réductionniste. Une telle situation impliquait que, tandis que l'hypothèse d'un seuil infranchissable entre la matière inerte et le vivant devenait caduque, l'analyse des propriétés et de la composition moléculaire des tissus vivants pouvait être conçue comme une étape fondamentale dans l'étude des structures et des fonctions biologiques, en même temps que sa condition méthodologique. Ainsi, Evelyn Fox Keller⁵⁸³ avance que, pour qu'elle fût considérée comme une science naturelle, la biologie devait expliquer l'émergence de propriétés spécifiques au vivant plutôt que de les considérer comme données, c'est-à-dire qu'elle devait expliquer les processus responsables de l'émergence de ces propriétés structurelles et fonctionnelles. Corrélativement, elle insiste sur le fait qu'attribuer aux organismes la capacité de produire leur propre organisation (soit le critère kantien pour concevoir les entités vivantes comme des fins naturelles⁵⁸⁴) devait en définitive conduire à chercher à expliquer l'origine de telles entités ou systèmes dotés de capacités auto-organisationnelles. Par conséquent, plutôt que de se concentrer sur l'organisation entendue comme structure donnée, visible ou invisible, ou sur la conceptualisation des organismes comme des touts orientés vers une fin, nous choisissons dans la suite de ce travail de nous tourner vers l'étude des processus qui sous-tendent la construction et le maintien des entités vivantes, et, en particulier, les processus physico-chimiques responsables de l'émergence de l'organisation biologique et de la réalisation des fonctions physiologiques. Or, dans ce contexte où la question de l'organisation vitale devient celle d'un nouvel ensemble de processus, l'étude de la nutrition nous semble avoir joué un rôle constitutif dans la manière dont les options théoriques ont été formulées pour comprendre les phénomènes vitaux.

Les chapitres suivants visent donc à étudier ces déplacements internes au concept d'organisation à partir du fil conducteur de la nutrition, entendue comme fonction

⁵⁸² Duchesneau (2010b), p. 47.

⁵⁸³ Fox Keller (2009), p. 10.

⁵⁸⁴ Voir infra, ch. 6.

vitale organisatrice – c'est-à-dire ne se réduisant pas seulement à l'absorption des nutriments, mais comprenant également le mouvement des fluides, l'assimilation, la sécrétion, la croissance, la conservation et la régénération – et à évaluer le rôle joué par la nutrition dans le développement d'une ontologie matérielle de la vie visant à comprendre les organismes comme entités s'auto-organisant. Si la nutrition a longtemps été comprise comme un processus simple et direct impliquant une structure préexistante, une croissance continue des parties et/ou le maintien de l'équilibre malgré les pertes subies par l'organisme⁵⁸⁵, et a par conséquent servi de fondement empirique aux théories de la préformation⁵⁸⁶, la nutrition s'est concurremment constituée – dans la seconde moitié du 18^e siècle – comme schème permettant de retravailler l'articulation entre la vie et la matière : la nutrition a de fait été décrite comme une force organisatrice, capacité vitale d'un être vivant à transformer une matière extérieure en sa propre matière afin de se générer et/ou de maintenir sa forme de façon dynamique, ou fut encore utilisée comme cadre conceptuel chimique pour soutenir l'idée d'une vitalité inhérente (potentielle ou actuelle) à la matière et de son activation contextuelle dans une série de processus digestifs et assimilatifs.

⁵⁸⁵ Sur la quantification des fonctions physiologiques, en particulier la première quantification des *ingesta* et *excreta* par Sanctorius, voir Bylebyl (1977) ; pour des tentatives plus tardives de quantifier la nutrition, en particulier le développement d'une « statique chimique animale » au 19^e siècle, voir par exemple la critique de C. Bernard (1865), II, ch. 2, §9.

⁵⁸⁶ Un cas emblématique étant le système de la préexistence de C. Bonnet, comme nous le montrerons dans la suite de ce chapitre.

Chapitre 5. NUTRITION, ORGANISATION, PREFORMATION

*« L'aliment n'organise rien ; mais ce
qui était auparavant organisé le reçoit,
le prépare, l'arrange, se
l'incorpore. »⁵⁸⁷*

5.1 L'ANALOGIE NUTRITION – GENERATION : L'ORGANISATION DEJA DONNEE

Nutrition et génération partagent une longue histoire. Cette analogie antique, que l'on rencontre déjà chez Hippocrate et Aristote⁵⁸⁸, devait permettre de penser l'articulation entre la croissance d'un organisme – apparemment ordonnée et programmée – et la perpétuelle rénovation de sa texture matérielle. Elle devait finalement apparaître comme solution au paradoxe suivant : une fois sa croissance parachevée et sa taille définitive atteinte, l'organisme est soumis à un constant flux de matière qui ne cesse d'en renouveler les constituants élémentaires ; cependant, et malgré la répétition incessante des cycles d'ingestions et d'excrétions, l'organisme conserve sa forme. Puisque la vie consiste, pour un organisme, dans une destruction continue de ses composants matériels, il faut concevoir, simultanément, des mécanismes permettant

⁵⁸⁷ Bonnet (1762), §237.

⁵⁸⁸ Hippocrate, *Regimen* I, iv-vii; Aristote *De l'âme* II, 4415b-25; *De la génération des animaux*, 724 a-725 b.

la régénération continuelle de cette matière perdue. Au 17^e siècle, Walter Charleton ⁵⁸⁹ avait fourni une compréhension radicale de cette relation entre nutrition et génération, excédant le domaine de la simple analogie, en identifiant finalement les deux processus : « Former et nourrir ne sont pas seulement des actes d'une unique et même âme, de telle sorte qu'il n'est pas chose aisée de distinguer entre les deux. » ⁵⁹⁰; avant de développer l'idée que « la nutrition n'est qu'une génération continuée ». Puisque pour Charleton en effet la nutrition consiste en une substitution de la matière putride de la chair, des nerfs et des artères ⁵⁹¹, elle doit symétriquement consister en la génération de chair, de nerfs et d'artères : « Les parties de l'animal sont augmentées, distinguées et organisées simultanément ».

Dans ce qui suit, nous proposons que les différentes modélisations des processus nutritifs eurent des conséquences directes sur la manière dont le problème de la génération a pu être formulé au 18^e siècle, et ce aussi bien dans une perspective préformationniste que dans une perspective épigénétique. Curieusement, les divergences qui opposèrent à la fois les explications des processus d'assimilation et les modélisations de l'analogie entre nutrition et génération, devaient recouper l'opposition entre un schème préformationniste et un schème épigénétique de la génération. Nous montrerons que l'apparente sous-détermination de l'analogie entre nutrition et génération n'impliquait pas qu'elle fût intrinsèquement biaisée ou trompeuse, mais plutôt qu'elle était la conséquence de l'adoption d'une définition spécifique de la nutrition comme simple croissance par agrégation.

Il est vrai, et cela a été remarqué à plusieurs reprises ⁵⁹², que l'analogie entre nutrition et génération a servi des desseins contradictoires. Ainsi, Bonnet, célèbre partisan de la préexistence des germes et défenseur de Haller, et Buffon, ont tous les deux conclu que l'embryogenèse devait avoir lieu par l'intermédiaire de processus nutritifs, ou que la génération et la nutrition étaient des processus similaires par nature, et que, conséquemment, l'élucidation de la nature de la génération impliquait d'élucider

⁵⁸⁹ Walter Charleton (1659).

⁵⁹⁰ *Ibid.*, p. 2.

⁵⁹¹ *Ibid.*, p. 3: « The whole fabric would be destroyed unless there were a continual renovation or reparation of these decays, by a substitution and assimilation of equivalent particles in the room of those dispersed. »

⁵⁹² Par exemple Huneman (2008a), n°56, 461.

au préalable celle de la nutrition⁵⁹³. Dans ce contexte, la nutrition était stratégiquement utilisée pour expliquer le développement embryonnaire : pour Bonnet, la cause de la croissance de l'embryon réside dans l'assimilation des particules nutritives de la semence par un germe préexistant ; à l'inverse, la théorie épigénétique de Buffon, qui supposait une assimilation par « intussusception »⁵⁹⁴, était fondée sur l'interaction entre les « molécules organiques » et les « moules intérieurs ». Cependant, malgré les efforts entrepris par Buffon pour proposer, avec le concept d'« intussusception », un modèle alternatif à celui d'une croissance mécanique par agrégation de particules homogènes aux surfaces des tissus, sa théorie épigénétique (dans laquelle des « molécules organiques » s'assemblent sous la direction d'un « moule intérieur ») ne semble *in fine* pas si radicalement étrangère à l'idée directrice de Bonnet selon laquelle des germes préexistants – dispersés dans le corps – sont activés et modifiés en raison des conditions environnementales et de la nature du sperme⁵⁹⁵.

L'argument que nous développons dans la suite de ce chapitre, après avoir posé les fondements du débat qui oppose Bonnet à Buffon et à travers eux deux théories de la génération, est que les catégories de préformation et d'épigenèse ne s'appliquent pas uniquement à la question du développement embryogénétique, mais peuvent également être employées pour caractériser des théories rivales de la nutrition, et ceci précisément parce que la nutrition renvoie au problème plus général de l'auto-organisation vitale et de la capacité des êtres vivants à effectuer des synthèses organiques (comme nous l'avons vu par exemple avec la théorie fermentationniste de la nutrition défendue par Astruc). Nous essaierons donc de déterminer dans quelle mesure des interprétations rivales de l'analogie entre nutrition et génération, ainsi que des modèles antagoniques de la nutrition, ont conditionné la manière dont des solutions au problème de l'organisation vitale ont pu être formulées : une fois investie d'une nouvelle

⁵⁹³ Buffon (1749), vol. II, ch. 3 p. 43 ; Bonnet (1762), ch. 2-3.

⁵⁹⁴ Sur l'histoire du terme « intussusception » nous renvoyons à la section 2... de ce travail. Buffon (1749) utilise la même distinction une dizaine de fois dans l'*Histoire naturelle* « (...) ce qui prouve que ce développement ne peut pas se faire, comme on se le persuade ordinairement, par la seule addition aux surfaces, et qu'au contraire il s'opère par une susception intime et qui pénètre la masse, c'est que dans la partie qui se développe, le volume et la masse augmentent proportionnellement et sans changer de forme, dès-lors il est nécessaire que la matière qui sert à ce développement pénètre, par quelque voie que ce puisse être, l'intérieur de la partie, et la pénètre dans toutes les dimensions (...) ». Voir Buffon (1749), t. II, ch. 3, p. 42.

⁵⁹⁵ Sur les similarités et les différences entre les théories de la génération de Bonnet et de Buffon, voir Bowler (1973), Castellani (1972), Cheung (2006b).

signification, à savoir celle d'un processus organisateur plutôt que d'une simple agrégation, la nutrition pouvait être utilisée comme un outil stratégique pour délivrer le dilemme de la génération du schème préformationniste, et l'épigenèse de sa signification mécaniste. C'est ce que va révéler l'étude des théories de Bonnet et de Buffon sur la génération, mais abordées cette fois-ci à partir de la question de la nutrition et de l'assimilation, dans la mesure où toute embryogenèse suppose une assimilation de matière, et que la prénotion d'assimilation supposée par une théorie contribue à définir, selon nous, sa position dans ce qu'on nommera l'espace des conceptions possibles de l'organisation biologique.

5.2 PREAMBULE. BONNET CONTRE BUFFON

Au chapitre 7 de la première partie des *Considérations sur les corps organisés*, Charles Bonnet se met en scène comme lecteur de *l'Histoire naturelle* de Buffon⁵⁹⁶, et livre à son lecteur ses premières impressions :

« Je composai le chapitre précédent⁵⁹⁷ lorsque le second volume de *l'Histoire naturelle, générale et particulière*, m'est tombé entre les mains. La conformité des matières contenues dans ce volume avec celles que je viens de traiter, la réputation de l'auteur, la singularité du système, la nouveauté des découvertes, l'air de preuves qu'elles affectent, et surtout la défiance où j'étais à l'égard de mes idées, m'avaient d'abord fait penser à renoncer à tout ce que j'avais écrit sur la génération. »⁵⁹⁸

Bonnet ménage ainsi les effets de sa réfutation à venir. En effet, derrière l'éloge que Bonnet doit à la célébrité et à la renommée de son adversaire, pointe l'ironie : ce sont des raisons en partie étrangères au texte de Buffon lui-même (textes précédents sur la question, autorité de Buffon, incertitude quant à ses propres opinions) qui provoquent une première adhésion, quasi passive à la thèse des « molécules organiques » et du « moule intérieur ». Quant aux raisons propres au texte, elles peuvent faire sourire : c'est surtout par ses apparences que le texte de Buffon séduit (nouveauté, singularité, « air de preuves »), c'est-à-dire trompe. Ce premier mouvement contient donc en germe les principes de la critique de Bonnet : observations mal menées et mal interprétées, qui font de ce texte une pure conjecture prise dans les rets de l'imagination ; contradictions et complexité d'un système rendu inefficace. Ce faisant,

⁵⁹⁶ Georges-Louis Leclerc, comte de Buffon, entré à l'Académie des Sciences en 1733, a été nommé Intendant du Jardin du Roi en 1739, poste très prestigieux. La publication de *l'Histoire naturelle* à partir de 1749 a connu un grand succès : annoncée en octobre 1748 par le *Journal des Savants*, qui en donnait le plan, *l'Histoire naturelle* est composée de 36 volumes in-4° (format qui atteste du prestige de la publication) parus entre 1749 et 1788.

⁵⁹⁷ Chapitre issu des *Méditations sur l'univers*, rédigées entre 1748 et 1753, dont les huit chapitres constituent le début des *Considérations sur les corps organisés* (1762), R. Savioz, *Mémoires autobiographiques de Charles Bonnet*, Paris, 1948. Dans ses *Mémoires autobiographiques* (Savioz, p. 100), Bonnet indique que la rédaction des *Méditations sur l'univers* suivit immédiatement la lecture de la *Théodicée* de Leibniz lors de l'hiver 1748. Le chapitre de *l'Histoire naturelle* portant sur la reproduction est daté par Buffon du 27 mai 1748.

⁵⁹⁸ Bonnet, *Considérations sur les corps organisés*, I, 7, 95.

Bonnet se prémunit d'une accusation : celle de sacrifier à l'esprit de système, c'est-à-dire de réfuter des observations parce qu'elles contredisent ce qu'on cherche à établir, la vérité de la préexistence, dont il ne dispose pas précisément de preuve observationnelle ou expérimentale au moment où il lit Buffon. En feignant l'adhésion immédiate aux propos de Buffon, ou à un système qui fait la part belle à l'épigenèse, Bonnet se met en scène comme scientifique impartial, en quête de vérité, capable, si on lui présente des preuves suffisantes, de sacrifier une hypothèse « chérie » au profit d'une autre qui la contredit⁵⁹⁹. Mais un passage des *Mémoires Autobiographiques* vient amender la première lecture du texte :

« Je m'étais proposé trois choses dans la composition de cet ouvrage⁶⁰⁰ : la première, de rassembler en abrégé tout ce que l'histoire naturelle offrait de plus intéressant et de plus certain sur l'origine, la reproduction et le développement des êtres organisés ; la deuxième, de combattre les divers systèmes fondés sur l'épigenèse, et en particulier ceux de MM. De Buffon et Needham ; la troisième, d'opposer à ces étranges opinions une hypothèse plus conforme aux faits et aux principes d'une saine philosophie. »⁶⁰¹

Les *Considérations sur les corps organisés* doivent donc remplir trois objectifs qui s'opposent rétrospectivement aux premières déclarations de Bonnet à l'égard de Buffon : un souci de compilation dont le principe de mise en comparaison des systèmes vise en soi à affaiblir la thèse de Buffon ; le combat des thèses de Buffon et Needham, rangées du côté de « l'épigenèse » ; enfin l'exposé de son système (conjectural d'abord, puis confirmé par les expériences de Haller) censé combattre ces dernières.

Le paragraphe que nous citons répond donc d'avantage à des impératifs rhétoriques de *captatio benevolentiae*, qu'au souci de rendre justice à un auteur que Bonnet se fait un devoir de réfuter. La composition singulière des *Considérations sur les corps organisés* explique en partie cet écart entre les deux déclarations : commencé en 1748,

⁵⁹⁹ Dans la préface aux *Considérations sur les corps organisés* de l'édition de 1762, Bonnet déclare ainsi : « Ce que je ne saurais trop répéter, c'est que je serai toujours prêt à abandonner mes opinions pour des opinions plus probables. Mon amour pour le vrai est sincère, et je n'aurai jamais de peine à avouer publiquement mes erreurs. J'ai toujours pensé qu'un *j'ai tort*, valait mieux que cent répliques ingénieuses. »

⁶⁰⁰ Il s'agit des *Considérations sur les corps organisés*.

⁶⁰¹ Savioz, *Mémoires autobiographiques de Charles Bonnet*, p. 210.

publié en 1762, le texte est une sorte de palimpseste exposant les différentes étapes de la réflexion de Bonnet sur le sujet de la génération. Les chapitres 1 à 8 ont été composés avant que les conjectures de Bonnet ne trouvent une confirmation⁶⁰² dans la série d'expériences menées par Haller⁶⁰³ sur l'œuf du poulet, et ses découvertes sur l'intestin du poulet⁶⁰⁴. Mais si Bonnet affirme n'avoir pas modifié l'exposition de ses idées, confortant ainsi sa position de précurseur dans la construction des hypothèses, on peut néanmoins émettre un doute simplement méthodologique quant à la vérité de ses déclarations. La bienveillance d'abord affichée à l'égard de Buffon, et l'ampleur de la réfutation qui suit (et qui n'est alors inspirée que par les conjectures de Bonnet) ont pour effet de confirmer *a posteriori* l'impartialité de sa démarche et la vérité de ses intuitions. Objectif d'autant mieux atteint que Bonnet consacre plusieurs pages à l'exposition des expériences, observations et du système de Buffon, afin de permettre à son lecteur de « choisir », « comparer », « combiner » les deux systèmes mis en concurrence.

5.2.1 La critique de Bonnet

Il importe particulièrement à Bonnet de saper les bases sur lesquelles repose le système de la génération de Buffon. Si rien ne peut se développer qui n'ait été préformé, l'évolution, souligne Bonnet, n'exclut pas par elle-même l'épigenèse⁶⁰⁵ : elle laisse ouverte la possibilité d'une conception de la génération dans laquelle l'animal serait formé par la juxtaposition des deux semences, et qui subirait ensuite la loi du développement. Il faut donc montrer en quoi le système de Buffon est en soi insatisfaisant, avant de porter un dernier coup à la doctrine de l'épigenèse en établissant, grâce aux expériences de Haller, que l'animal existe dans l'œuf indépendamment du

⁶⁰² *Considérations sur les corps organisés*, I, chapitre 9 et *Mémoires autobiographiques*.

⁶⁰³ Septembre 1755, comme l'atteste la correspondance Haller-Bonnet, Sonntag [1983]

⁶⁰⁴ *Mémoire sur la formation du cœur du poulet* (1758), et lettre de Haller à Bonnet, 1^{er} septembre 1757. Selon Haller, le jaune de l'œuf est un épanouissement de l'intestin grêle des oiseaux.

⁶⁰⁵ *Considérations sur les corps organisés*, I, §171.

concours des deux semences⁶⁰⁶. La critique de Bonnet va ainsi porter sur trois points : méthodologique d'abord, avec la critique des conclusions que Buffon et Needham tirent de leurs « observations » ; logique, avec la démonstration de l'insuffisante systématisme de l'hypothèse de Buffon ; métaphysique enfin, avec le refus des conséquences qui découlent du système. Bonnet souligne qu'il avait déjà écrit les six premiers chapitres des *Méditations* quand il a lu le second volume de *l'Histoire naturelle* de Buffon. Le chapitre sept des *Considérations sur les corps organisés* se présente comme un compte rendu des expériences de Buffon et Needham, et une exposition du système de la génération qui en découle. C'est au chapitre huit que se concentre l'essentiel des objections que Bonnet adresse à Buffon. Bonnet ajoute également de nombreuses discussions dans les douze nouveaux chapitres de l'édition de 1762, et des critiques plus radicales encore dans les notes ajoutées à l'édition de 1779.

Bonnet rend ainsi compte des observations de Buffon sur les fluides séminaux et sur les infusions, et résume la théorie des molécules organiques et du moule intérieur qui en découle, avant de la critiquer. Or, à l'époque où Bonnet critique Buffon, il n'a aucune raison de douter de la justesse des observations de celui-ci. Du coup ses commentaires sont davantage des conjectures que des réfutations, et se concentrent surtout sur des mises en garde méthodologiques : peut-on inférer de la visibilité d'une chose, c'est-à-dire de ce qu'on observe au microscope, à son existence ? Mais plus encore, qu'a vu Buffon ? Bonnet soulève un problème fondamental de l'observation au microscope, à savoir celui de l'interprétation de ce que l'on voit, ou de ce que l'on ne voit pas. L'interprétation pouvant en retour modifier l'observation en question⁶⁰⁷. En effet, au moment où Buffon commence ses observations avec Needham⁶⁰⁸, il est en possession de sa théorie : il rédige en 1746 les premiers chapitres de *l'Histoire naturelle* qui contiennent sa théorie de la génération. Les expériences visent donc à confirmer *a posteriori* une théorie, contre une démarche inductive. Dans le supplément au quatrième

⁶⁰⁶ « Mais quand les molécules organiques auraient toute l'existence qu'il a plu à M. de Buffon de leur accorder, il n'en serait pas plus avancé. Les observations sur le poulet achèvent de ruiner de fond en comble tout son édifice. », *Considérations sur les corps organisés*, I, §177.

⁶⁰⁷ Bonnet déclare ainsi à propos de ses remarques sur le système de Buffon : « Mon ami m'a ajouté que ce qui a le plus piqué M. de Buffon, est que je le fais passer pour assez pauvre observateur, et qu'en matière d'observation le public s'en rapporte plus à moi qu'à lui. », Lettre de Bonnet à Haller, 26 février 1765.

⁶⁰⁸ Les observations eurent lieu entre mars et mai 1748, voir Daubenton, art. « Animalcule » de *l'Encyclopédie*.

volume de *l'Histoire naturelle*, Buffon souligne lui-même ce primat de la théorie sur l'observation et l'expérience, par une formule qui semble le rapprocher de Bonnet, pour qui l'hypothèse de l'emboîtement des germes était une victoire de la raison sur les sens⁶⁰⁹ :

« (...) Il ne suffit pas d'avoir un bon microscope pour faire des observations qui méritent le nom de découvertes (...) On voit de l'œil de l'esprit et sans microscope, l'existence réelle de tous ces petits êtres⁶¹⁰ dont il est inutile de s'occuper séparément (...) »⁶¹¹

Ainsi la critique de Bonnet va surtout porter sur les molécules organiques, dont les expériences sont censées apporter la preuve. Pour Bonnet, non seulement Buffon ne donne pas de preuve empirique de leur existence, mais il n'explique pas en quoi un tout organique pourrait résulter de leur réunion. Ces corps microscopiques sont, pour Buffon, un assemblage basique de particules organiques, présents en abondance dans le fluide séminal et dans les graines végétales. Or Buffon croit trouver la preuve de leur existence dans les animalcules observés au microscope. Ceux-ci ne seraient pas de véritables animaux, mais un amas de molécules organiques. Les femelles, comme les mâles ont une liqueur séminale et celle-ci, comme la chair des animaux et les germes des végétaux, serait composée de molécules organiques. Pour Bonnet au contraire, les animalcules contenus dans la liqueur séminale sont des animaux. Au moment où il termine de rédiger sa critique du système de Buffon, Bonnet a de nouvelles preuves expérimentales qui plaident en faveur de son rejet spéculatif de l'opinion de Buffon sur les animalcules : il a reçu avec Trembley une lettre de Réaumur, datée de décembre 1751, dans laquelle celui-ci décrit les observations qu'il a réalisées avec l'abbé Lignac sur les infusions, afin de répéter les observations de Buffon et Needham. Or pour Réaumur, les corps mobiles dans les infusions sont de véritables animaux qui se reproduisent normalement. Dans une note, Bonnet cite les lettres de Réaumur, et demande à Buffon de reconsidérer ses observations. Il conclut :

⁶⁰⁹ *Contemplation de la nature*, 9, 270.

⁶¹⁰ Il s'agit des molécules organiques.

⁶¹¹ Buffon (1777), *Supplément*, vol. IV, p. 335.

« Il a tant de sagacité, qu'il serait bien étrange que le vrai lui échappât. Mais sûrement il ne lui échappera point, s'il veut bien oublier, au moins pour un temps, ses molécules organiques, ses moules et tout l'attirail d'un système, que son génie fécond s'est plu à inventer, et que sa raison devenue sévère abandonnera peut-être quelque jour. »

Parmi ses objections, une montre la résistance de Bonnet à une théorie de la génération fondée sur une matière active et sur des forces attractives. Comme l'organisme est un tout complexe composé de parties interdépendantes, Bonnet ne comprend pas comment ce tout peut être formé par de simples forces matérielles. Bonnet refuse absolument la réduction de l'ordre organique à un assemblage de molécules, comme dans la formation d'un cristal⁶¹², invoquant la complexité et l'intégration de la structure organique :

« Je me contenterai de rappeler à l'esprit de mes lecteurs l'étonnant appareil de fibres, de membranes, de vaisseaux, de ligaments, de tendons, de muscles, de nerfs, de veines, d'artères etc. qui entrent dans la composition du corps d'un animal. Je les prierai de considérer attentivement la structure, les rapports et le jeu de toutes ces parties. Je leur demanderai ensuite, s'ils conçoivent qu'un tout aussi composé, aussi lié, aussi harmonique, puisse être formé par le simple concours de molécules nues, ou dirigées, suivant certaines lois à nous inconnues. »⁶¹³

Dans les nouvelles sections des *Considérations sur les corps organisés*, Bonnet continue sa critique de Buffon, et ajoute celle de Needham. Bonnet, au chapitre XI, dispose alors, selon lui, d'une preuve expérimentale invalidant définitivement le système de Buffon, à savoir les expériences de Haller sur les œufs du poulet. Celles-ci établiraient la préexistence de l'embryon dans l'œuf à la fécondation. La critique de Bonnet se concentre ensuite sur les difficultés internes au système, et en souligne les insuffisances et paradoxes. Il déclare :

⁶¹² Lettre de Bonnet à Haller, 11 août 1770, Sonntag (1983), p. 890. Sur ce point, nous renvoyons à la critique formulée par Bourguet dans les *Lettres philosophiques* : si l'agrégat de molécules peut expliquer la formation des cristaux, il est inapte à rendre compte de la formation des parties vivantes. C'est pourquoi Bourguet introduit le concept de « moule », permettant d'insérer les molécules assimilées aux endroits adéquats dans les parties de l'organisme.

⁶¹³ Bonnet, *Considérations sur les corps organisés*, I, §122.

« Ces différents traits ne forment pas un tout assez lié, assez harmonique, ni assez facile à saisir. »⁶¹⁴

Le système des molécules organiques est pour Bonnet moins probable que celui des germes, quoiqu'il soit ingénieux. Il est en effet moins facile à comprendre, et présente plus de difficultés et d'inconvénients, tant dans sa cohérence systématique que dans sa capacité à rendre compte des faits d'hérédité et d'hybridation. Il est donc objectivement insuffisant et subjectivement obscur. Bonnet lui oppose par exemple le cas de l'abeille ouvrière qui possède des organes que ne possèdent ni la reine abeille, ni le bourdon, phénomène inexplicable dans le système des molécules organiques. Enfin, le rejet de Bonnet est métaphysique : il critique surtout les conclusions que l'on pourrait tirer de l'adoption de ce système, à savoir l'autosuffisance de la matière par rapport au créateur.

« Je les prierai de me dire s'ils ne sentent point la nécessité où nous sommes d'admettre que cette admirable machine a été d'abord dessinée en petit par la même main qui a tracé le plan de l'univers. »⁶¹⁵

Or l'adoption de l'épigenèse ne met pas nécessairement en cause cette intervention du divin dans la nature, en invoquant le hasard. Comme Haller le soulignait par exemple dans ses *Réflexions sur le système de la génération de M. de Buffon* (1751), l'adéquation de l'organe à sa fonction reste la même quelle que soit l'origine qu'on lui assigne :

« Ce n'est pas le développement, ou la façon de produire qui nous fournit des preuves de l'existence de la Divinité. »⁶¹⁶

Cependant, si l'épigenèse ne remet pas en cause, par principe, un finalisme interne, celui de la conformation d'un organe à sa fonction, elle ouvre néanmoins une brèche dans le royaume de la finalité externe en détachant la production de l'organisme de l'activité du créateur. L'épigenèse s'avère alors dangereuse en cela qu'elle devient le socle d'un nouveau matérialisme puisqu'elle confère à la matière le pouvoir de s'auto-

⁶¹⁴ *Considérations sur les corps organisés*, I, §120.

⁶¹⁵ *Ibid.*

⁶¹⁶ Haller (1751), *Réflexions*, p. 59.

organiser, la vie devenant une « propriété physique de la matière »⁶¹⁷. Bonnet pouvait ainsi déclarer que loin de s'alarmer, il faudrait admirer encore davantage le créateur s'il était prouvé que celui-ci avait donné à la matière la capacité de s'organiser et de penser.

5.2.2 Préformation – préexistence – épigénèse : Définitions

On le devine, le problème central soulevé par cette réfutation systématique des écrits de Buffon sur la génération est en fait celui de l'organisation. Quels sont en effet la cause et les agents de l'organisation vitale, entendue à la fois comme processus temporel (lois de la génération et du développement embryologique) et comme résultat de ce processus (embryon puis animal développé) ? Cette question ouvre les *Considérations sur les corps organisés*, sous la forme d'une alternative méthodologique :

« Ou il faut entreprendre d'expliquer mécaniquement la formation des organes, ce que la bonne philosophie reconnaît au-dessus de ses forces ; ou il faut admettre que le germe contient en raccourci toutes les parties essentielles à la plante ou à l'animal qu'il représente. »⁶¹⁸

Partant du constat de l'organisation, Bonnet invalide l'explication mécaniste de la formation des corps vivants. Présentant une structure fortement intégrée dans laquelle il est difficile de concevoir comment des parties interdépendantes ont pu être formées successivement⁶¹⁹, les corps organisés semblent mettre les outils du mécanisme

⁶¹⁷ Voir Buffon (1749), vol. II, ch.1, p. 17

⁶¹⁸ *Considérations sur les corps organisés*, I, §35.

⁶¹⁹ Bonnet utilise le principe de continuité leibnizien pour établir la nécessité de la préformation : si la nature ne procède pas par saut, les stades de l'embryogenèse sont tous contenus dans un stade antérieur. La continuité qui règle le développement de l'embryon est fondée sur la solidarité de ses parties, et qui ne peuvent exister séparément, mais se présupposent mutuellement. Du principe de continuité, Bonnet déduit donc une loi de corrélation des parties de l'organisme : « La nature ne va point par sauts. Tout a sa raison suffisante ou sa cause prochaine, et immédiate. L'état actuel d'un corps est la suite ou le produit de son état antécédent ; ou pour parler plus juste, l'état actuel d'un corps est déterminé par son état antécédent. », *Considérations sur les corps organisés*, I, pp. 4-5 et « Toutes les parties sont si étroitement liées, si dépendantes les unes des autres, si conspirantes au même but, qu'on ne saurait concevoir qu'elles aient été formées les unes après les autres, et arrangées successivement comme les molécules d'un sel ou d'un cristal. », *Contemplation de la nature*, I, p. 154.

en échec : les lois du mouvement sont trop simples et trop générales pour informer une matière inerte (extension, figure selon la définition cartésienne) et rendre compte de la genèse d'une telle structure. Doter la matière de la capacité de s'auto-organiser en vertu d'une force spécifique, reviendrait d'autre part à réintroduire des forces occultes, ou des âmes, que le mécanisme avait adéquatement congédié de l'explication scientifique⁶²⁰. Cette limitation de la portée explicative du discours mécaniste, jointe au refus de principes non scientifiques, conduit Bonnet, faute d'autres modèles et d'autres lois, à renoncer à expliquer l'organisation, pour la postuler à l'origine du développement. Aussi peut-il déclarer :

« Je ne fais point ici de système ; car je n'entreprends point d'expliquer comment l'animal se forme : je le suppose préformé dès le commencement (...) »⁶²¹

Mais Bonnet n'abandonne pas le paradigme mécaniste pour autant : s'il est inapte à expliquer la *formation*, qu'il faut donc présupposer achevée dans les mains du créateur, il peut néanmoins rendre compte des lois du *développement* ou de *l'évolution*, c'est-à-dire du déploiement d'une structure initialement involuée, repliée sur elle-même. Le fondement de la critique de Bonnet réside donc dans un rejet d'abord méthodologique des tentatives d'explications réductionnistes ou mécanistes de la formation et de l'organisation animale. Là où Bonnet suppose l'animal formé dès le

⁶²⁰ A propos des « forces pénétrantes » qui guident l'embryogenèse de Buffon, Bonnet déclare ainsi : « On a rappelé les qualités occultes que la bonne philosophie avait banni de la physique. On a recours à des instincts, à des forces de rapports, à des affinités chimiques, à des molécules organiques qui ne sont ni végétal, ni animal et qui forment par leur réunion le végétal et l'animal », *Considérations sur les corps organisés*, I, §173.

Sur la multiplication des forces au 18^e siècle destinées à saisir à la fois le vivant et des phénomènes chimiques irréductibles à la physique newtonienne, mais par analogie avec la force de gravitation qu'elle postule – irritabilité, cristallisation, galvanisme, fermentation, mesmérisme etc. – on consultera Reill (2005), Zammito (2017). Voir également ce qu'écrit Darnton dans la *Fin des Lumières* à propos du mesmérisme : « à une époque où Voltaire rend intelligible la théorie de la gravitation universelle de Newton, où Franklin applique les propriétés de l'énergie électrique à l'invention du paratonnerre, où Montgolfier stupéfie l'Europe en soulevant l'homme dans les airs, le fluide invisible de Mesmer ne semble pas tellement miraculeux. D'ailleurs, qui peut dire qu'il est moins réel que le phlogistique que Lavoisier tente de bannir de l'univers ou l'énergie thermique qu'il semble lui substituer, ou l'éther, la 'chaleur animale', le 'moule intérieur', les 'molécules organiques' et les autres puissances fictives qui, pareilles à des fantômes, habitent les traités oubliés de savants respectables tels que Bailly, Buffon, Euler, La Place et Macquer », Darnton (1984), p. 21.

⁶²¹ *Considérations sur les corps organisés*, II, §253.

commencement dans les germes préexistants, Buffon cherche à donner une explication de la formation du germe par mélange des deux semences, mâle et femelle, au cours de la procréation. Alors que Bonnet suppose l'organisation animale déjà donnée, précisément en raison de l'incapacité des lois mécaniques à en expliquer la genèse, et restreint le champ de ses recherches à la compréhension des lois du développement, Buffon en chercherait les lois en amont du développement.

La préexistence des germes, réponse que Bonnet apporte au problème de la génération et de l'organisation, est alors communément opposée à la thèse de l'« épigénèse », dont Buffon semble être un éminent défenseur, selon Bonnet. Or l'opposition des deux auteurs sur ce terrain est sans doute moins schématique que les termes le laissent entendre. Il nous faut revenir sur la définition des trois termes, préformation – préexistence – épigénèse, selon lesquels se distribuent les différentes explications de l'embryogenèse, afin de déterminer comment s'organise l'opposition des thèses de Bonnet et Buffon.

Si préformation et épigénèse désignent deux théories de la génération, c'est avant tout parce qu'elles mettent en place deux épistémologies de la visibilité. Par épigénèse, on entend traditionnellement la formation successive des organes, alors que la préformation postule que l'apparition successive de ceux-ci pour l'observateur n'implique pas leur production graduelle. D'un côté il est légitime de conclure du visible à l'existant, et inversement du non visible au non-existant, de l'autre la symétrie impliquée par ces inférences paraît illégitime : on ne peut argumenter de l'invisibilité à la non-existence, car il existe une discontinuité fondamentale entre ce qui est visible et ce qui est. Bonnet avance plusieurs arguments pour étayer cette discontinuité, puisque l'invisibilité peut renvoyer : 1) à l'imperfection des organes chez l'observateur, 2) aux conditions de l'expérience, ou à l'état d'imperfection actuel de nos instruments d'observation, comme le microscope, 3) à la transparence et à la texture fluide du germe que Haller nomme la « glu organique ». Bonnet propose alors une définition de l'épigénèse, qui permet de mieux comprendre à quoi il s'oppose en combattant les thèses de Buffon :

« (...) cette opinion qui suppose que les corps organisés sont formés par une apposition successive de molécules ou par une mécanique secrète. Cette opinion est donc directement opposée à celle qui

suppose que les corps organisés sont formés dès le commencement. »⁶²²

Bonnet donne donc de l'épigenèse une définition plus large que celle que nous posions plus haut : par épigenèse il faut entendre non seulement les doctrines de la formation successive, mais également celles qui expliquent mécaniquement la formation des corps organisés (cette mécanique étant d'emblée qualifiée d'occulte). Or on sait que Buffon rejette cette première définition de l'épigenèse, terme qui n'apparaît d'ailleurs pas sous sa plume : il repousse ainsi les observations de Harvey qui montrent une formation successive des parties de l'embryon⁶²³. Si Buffon est manifestement un opposant acharné de la préexistence des germes⁶²⁴, et un promoteur des générations spontanées avec Needham, sa théorie de la génération – du moins telle qu'elle est développée dans le second volume de l'*Histoire naturelle* (1749) – ne peut être que partiellement décrite comme épigénétique. En revanche c'est dans la mesure où il se présente comme une explication mécanique de la formation des êtres organisés que le système de Buffon peut être décrit comme épigénétique, et qu'il a subi le feu de la critique de Bonnet : Buffon postule ainsi le concours des deux sexes dans la production du germe, lequel ne préexiste pas dans l'œuf de la femelle⁶²⁵, puisque c'est la réunion des molécules contenues dans les deux semences qui produit le germe. Buffon imagine ainsi la production simultanée d'un organisme déjà formé, dont le développement ne

⁶²² Charles Bonnet, « Tableau des *Considérations sur les corps organisés*, ou exposition succincte des principes de l'auteur sur la génération et le développement », in *Palingénésie philosophique*, p. 58, note 2.

⁶²³ Voir par exemple Roger (1989), pp. 203-205 ; Roger (1993), pp. 375-378 et 546 sq. Buffon (1749), vol. II, ch. 8, p. 292 : « L'Histoire de l'Académie fait mention d'un fœtus de vingt-un jours, et nous apprend qu'il étoit cependant formé en entier, et qu'on en distinguoit aisément toutes les parties. Si l'on ajoute à ces autorités celle de Malpighi, qui a reconnu le poulet dans la cicatricule immédiatement après que l'œuf fut sorti du corps de la poule, et avant qu'il eût été couvé, on ne pourra pas douter que le fœtus ne soit formé et n'existe dès le premier jour et immédiatement après la copulation, et par conséquent on ne doit donner aucune croyance à tout ce que Harvey dit au sujet des parties qui viennent s'ajuster les unes auprès des autres par juxtaposition, puisqu'au contraire elles sont toutes existantes d'abord, et qu'elles ne sont que se développer successivement. »

⁶²⁴ Voir par exemple Buffon (1749), vol. II, ch. 2, pp. 25-28.

⁶²⁵ Ces semences, comme nous le verrons dans la suite de notre étude, contiennent des « molécules organiques », caractérisées comme une matière vivante commune aux végétaux et aux animaux que l'organisme s'assimile à travers la nutrition et qui servent à la croissance des organismes.

serait ensuite qu'un accroissement de taille⁶²⁶, et accepte à ce titre une des lois qui doit gouverner la génération selon Bonnet : la loi du développement. Puisque Buffon refuse la formation successive des parties, son modèle de la génération semble impliquer une préformation au moins minimale à l'issue de la rencontre des deux semences. Enfin, la définition que donne Bonnet de l'épigénèse montre que, selon lui, elle s'oppose moins à la préformation qu'à la doctrine de la préexistence des germes, puisqu'elle contredit l'opinion selon laquelle « les corps organisés sont formés dès le commencement », le commencement désignant ici la création du monde par Dieu. Or ce point est d'importance car il laisse ouverte la possibilité pour une théorie de la génération d'être à la fois préformationniste et épigénétiste, au sens restreint de formation du germe par concours des deux semences. Plus qu'à la théorie de la préformation c'est donc à celle de la préexistence des germes que Buffon s'oppose.

Pour le comprendre, il convient de rappeler en quoi la préformation et la préexistence des germes diffèrent et ne se superposent qu'en partie, le refus de la seconde n'impliquant pas le rejet de la première, comme l'a montré Jacques Roger⁶²⁷. Pour les partisans de la préformation, le produit de la génération (le germe – graine ou semence) contient « entièrement formé ou (...) préformé le vivant qui allait en sortir », si bien que le développement embryonnaire ne peut être décrit comme une formation, mais doit être compris comme un « simple grossissement de parties déjà existantes ». La doctrine de la préexistence coïncide en partie avec celle de la préformation, car « comme elle, elle affirme que l'être vivant ne se forme pas à partir d'une matière presque homogène, graine ou semence, mais qu'il existe déjà entièrement formé dans cette graine ou dans cette semence, et que son 'développement' n'est qu'un grossissement de ses parties. » Mais elle s'en distingue car, selon elle, le germe n'est pas produit par le géniteur, mais a été créé par Dieu avec le reste de la création. La doctrine de la préexistence a donc des implications épistémologiques et métaphysiques beaucoup plus fortes que celle de la préformation. Si la préformation peut s'accommoder d'une explication mécanique ou épigénétique de la formation et de l'organisation du germe dans le géniteur, la préexistence interdit non seulement une telle prétention explicative,

⁶²⁶ Buffon (1749), vol. II, ch. 8 p. 292.

⁶²⁷ Roger (1993), pp. 325-326.

mais semble encore impuissante à concevoir la possibilité des modifications des germes créés par la reproduction sexuée (faits d'hérédité, hybridations, monstres).

Il serait donc erroné d'opposer les systèmes de Bonnet et Buffon selon une tripartition préexistence / préformation / épigénèse : puisque d'une part l'épigénèse de Buffon n'exclut pas la préformation, tandis que, de l'autre, la doctrine de la préexistence des germes de Bonnet est telle qu'elle admet des modifications épigénétiques lors du développement en raison de sa définition fonctionnelle, plutôt que figurative, du germe, tout en le soumettant à un devenir historique.

Ces clarifications étant posées, nous proposons de montrer dans la section suivante que si les contours de cette opposition entre Bonnet et Buffon s'estompent partiellement – la nécessité pour chaque protagoniste de se démarquer de son adversaire étant peut-être l'indice d'une telle proximité⁶²⁸ – c'est, entre autre, en raison de la centralité que tient l'analogie entre la nutrition et la génération dans ces théories prétendument opposées – analogie dont nous allons maintenant montrer que la signification préformationniste repose en définitive sur une définition des processus de nutrition comme croissance et de l'organisation vitale comme structure. La nutrition joue donc selon nous comme opérateur de proximité entre Bonnet et Buffon.

⁶²⁸ Il n'est sans doute pas anodin, à cet égard, que la théorie de Buffon ait été la cible de deux critiques contraires : alors que Bonnet réfute ce qu'il qualifie d'épigénèse, Haller, avant de défendre la préexistence des germes à la suite de ses expériences sur l'œuf du poulet, dénonçait les présumés préformationnistes de sa doctrine, tels que le moule intérieur et ses agents opérateurs, les forces pénétrantes. Contre le moule intérieur Haller évoquait alors la double ressemblance de l'enfant à ses parents, et répétait les objections qu'il avait formulées contre la préformation, notamment celle de l'inadéquation des structures du fœtus et de l'adulte, par la perte d'organes ou l'acquisition de nouveaux.

5.3 BUFFON. LA NUTRITION ENTRE EPIGENESE ET PREFORMATION

5.3.1 *Justification de notre corpus*

De nombreuses études ont souligné l'ambiguïté de la théorie de la génération de Buffon, et ont en particulier débattu de la question de savoir si elle pouvait être adéquatement décrite comme « épigénétique »⁶²⁹. Cette ambiguïté est principalement liée au statut des concepts de « molécules organiques » et de « moules intérieurs »⁶³⁰, à la relation hiérarchique qu'ils entretiennent dans le système reproductif et à la manière dont Buffon conçoit la succession des stades développementaux internes à la morphogenèse. Notre objectif est ici moins de proposer une interprétation et une unification de la (des) théorie(s) de la génération chez Buffon (est-elle véritablement épigénétique ou non ?) que de lier cette ambiguïté à l'analogie structurante entre reproduction et nutrition, analogie qui, nous pensons, soutient ce cadre théorique.

Dans ce qui suit, nous reconstruisons les principes buffoniens de la reproduction tels qu'ils apparaissent dans les premiers chapitres du deuxième volume de l'*Histoire naturelle* (1749) et analysons ensuite le rôle qu'a joué l'analogie avec la nutrition dans son rejet de la théorie de la préexistence des germes. Notre choix d'examiner la théorie de la génération à partir de cet état de la pensée de Buffon – précisément les premiers chapitres du second volume de l'*Histoire naturelle* – réside dans l'articulation explicite que l'auteur y propose des forces de nutrition et des forces de reproduction, articulation que nous considérons comme cruciale pour l'élaboration du schème de la génération.

⁶²⁹ Rostand (1956), Roger (1993) [1971], (1989), Castellani (1972), Bowler (1973), Schmitt à paraître dans Bognon-Küss et Wolfe (éds.). Plus généralement, sur Buffon, nous renvoyons à Roger (1989), Gayon (1992), Hoquet (2005) et aux œuvres complètes éditées et commentées par Schmitt, 11 volumes parus – 38 volumes prévus (2007-).

⁶³⁰ Héritier de la lecture de Rostand dans son interprétation de la théorie de Buffon, Jacques Roger soutient par exemple que, tandis que Buffon refusait de doter ses molécules de propriétés psychiques élémentaires (comme dans le système de Maupertuis) et de confondre le vivant et l'inorganique, le concept de molécules organiques devait représenter un compromis opportun. Roger interprète la nature de Buffon comme étant doublement ordonnée : d'abord par les molécules organiques qui excluent l'hypothèse d'un passage de l'inerte au vivant, ensuite par les moules intérieurs qui garantissent une transmission de l'information au fil des générations. Voir Roger (1993), p. 557.

i. La désunité de la théorie de la génération : avant 1730

Bien sûr, la théorie de Buffon a connu des remaniements importants et substantiels : par exemple les derniers chapitres du même volume paraissent, à défaut d'être en conflit avec, du moins déconnectés des premiers chapitres puisque le concept de moule intérieur ne joue alors plus aucun rôle dans la description des phases successives du développement embryonnaire et organogénétique. Dans un texte à paraître, Stéphane Schmitt interprète ce manque de cohésion comme l'indice d'une diachronie⁶³¹ : ces chapitres ultérieurs représenteraient en réalité un état antérieur de la pensée de Buffon sur la génération – probablement un reliquat de la première théorie développée dans les années 1730.

Ces derniers chapitres du second volume de l'*Histoire naturelle*, qui exposent un point de vue clairement plus épigénétiste que ceux qui retiendront notre attention, cherchent notamment à rendre compte de l'organisation interne des molécules organiques et font l'économie du concept de « moule intérieur » : comme le souligne en effet Stéphane Schmitt, « l'information morphogénétique ne repose alors que sur l'affinité qui existe entre les molécules organiques », et non sur l'action du moule intérieur, comme c'est le cas dans les 9 chapitres précédents. De même, alors que dans les 9 premiers chapitres l'organisation des molécules organiques dans le moule intérieur est décrite comme un processus instantané, l'embryogenèse consistant alors en un développement (par intussusception) des parties du germe ainsi formé par la rencontre des semences (et en ce sens, on peut parler d'un préformationnisme de Buffon – lecture corroborée par son rejet explicite de l'épigenèse à la Harvey, comme nous l'avons vu), les deux derniers chapitres temporalisent davantage les phases du développement et l'ordre d'apparition des parties, puisque les parties simples et doubles – c'est-à-dire l'axe spinal autour duquel se développent les parties symétriques de l'organisme (vertèbres, yeux, bras et jambes etc.) – doivent être graduellement produites (et pas seulement développées) au cours de l'embryogenèse⁶³² :

⁶³¹ Pour une étude de la théorie de l'épigenèse chez Buffon dans l'*Histoire naturelle* et des évolutions internes à cette théorie entre les premiers chapitre du second volume et les derniers chapitres, et après 1765, nous renvoyons à Schmitt (à paraître) dans Bognon-Küss et Wolfe (éds.).

⁶³² Buffon (1749), vol. II, ch. 11, pp. 370-371

« Ce premier développement est fort différent de celui qui se fait dans la suite ; c'est une production de parties qui semblent naître et qui paraissent pour la première fois ; l'autre qui lui succède, n'est qu'un accroissement de toutes les parties déjà nées et formées en petit, à peu près comme elles doivent l'être en grand »

De surcroît, dans ces derniers chapitres, même les phases que Buffon décrit comme de simples développements à partir d'une formation initiale doivent être comprises géométriquement et non pas figurativement, au sens où il est impossible de reconnaître dans les parties non développées les patrons qui se déplieront au cours du développement. Le développement graduel de ces parties produit donc en quelque sorte une organisation que l'observateur ne pouvait pas prédire à partir de la connaissance d'un état embryonnaire antérieur :

« le corps de l'animal dans l'instant de sa formation contient certainement toutes les parties qui doivent le composer, mais la position relative de ces parties doit être bien différente alors de ce qu'elle le devient dans la suite : il en est de même de toutes les parties de l'animal ou du végétal, prises séparément (...) sa figure ne ressemble point du tout dans ce temps à celle qu'elle doit acquérir dans la suite »⁶³³

« Nous ne pouvons donc pas, lorsqu'on nous présente une forme développée, reconnaître ce qu'elle était avant son développement ; et de même lorsqu'on nous fait voir une forme enveloppée, c'est-à-dire, une forme dont les parties sont repliées les unes sur les autres, nous ne pouvons pas juger de ce qu'elle doit produire par tel ou tel développement »⁶³⁴

ii. La désunité de la théorie de la génération : après 1765

De même, après 1765, Buffon semble renverser la hiérarchie initiale qui commandait les relations morphogénétiques entre le moule intérieur et les molécules organiques pour se concentrer sur le potentiel organisateur de ces dernières dans la

⁶³³ Buffon (1749), vol. II, ch. 11, p. 373

⁶³⁴ *Ibid.*, p. 374.

formation des espèces. A partir de 1765 dans la seconde *Vue de la nature* (1765, vol. 13), les réflexions de Buffon prennent en effet un tour nettement plus épigénétiques, inversant en quelque sorte la relation de prééminence entre matière (molécules organiques) et forme (moules intérieurs) qui avait été établie au second volume, notamment parce qu'elles abordent la question de l'origine des moules organiques – question restée en suspens dans le second volume – et celle de la possibilité subséquente d'en former de nouveaux (à partir de l'activité des molécules organiques). Buffon propose ainsi que si la quantité de matière vivante et de molécules organiques devenait surabondante par rapport à celle de moules intérieurs existants, il pourrait alors se former de nouveaux moules et donc de nouvelles espèces :

« Il existe donc sur la terre, et dans l'air et dans l'eau, une quantité déterminée de matière organique que rien ne peut détruire ; il existe en même temps un nombre déterminé de moules capables de se l'assimiler, qui se détruisent et se renouvellent à chaque instant ; et ce nombre de moules ou d'individus, quoique variable dans chaque espèce, est au total toujours le même, toujours proportionné à cette quantité de matière vivante. Si elle était surabondante, si elle n'était pas, dans tous les temps, également employée et entièrement absorbée par les moules existants, il s'en *formerait* d'autres, et l'on verrait paraître des espèces nouvelles ; *parce que cette matière vivante ne peut demeurer oisive, parce qu'elle est toujours agissante, et qu'il suffit qu'elle s'unisse avec des parties brutes pour former des corps organisés. C'est à cette grande combinaison, ou plutôt à cette invariable proportion, que tient la forme même de la Nature* »⁶³⁵

Le quatrième tome des *Suppléments* (1777, t. IV) introduit un point de vue plus radical encore puisqu'il envisage cette fois la possibilité d'une activité organisatrice des molécules organiques sur la matière brute, à partir de laquelle elles formeraient de nouveaux moules organiques : « elles pourraient travailler la matière brute en grand »⁶³⁶.

⁶³⁵ *Vue de la nature* (1765), vol. 13, p. ix. Nous soulignons.

⁶³⁶ *Suppléments* (1777), t. 4 p. 362.

iii. Notre objectif

Nous ne prétendons donc pas proposer une vue exhaustive du système buffonien de la reproduction, à supposer qu'il soit approprié de parler de système à son endroit⁶³⁷, ni retracer fidèlement les contours de son évolution dialectique, mais proposons, à rebours, d'analyser comment, dans l'état central de la théorie telle qu'elle est exposée en 1749 (central au sens où Buffon ne le renie pas dans les états ultérieurs de sa théorie, et y fait même référence⁶³⁸), la nutrition soutient, et pour ainsi dire organise, la théorie de la génération. Notre hypothèse principale consiste à interpréter l'ambiguïté séminale de la théorie buffonienne de la génération comme un effet de l'adoption d'une conception préformationniste du développement embryogénétique (comme déploiement de parties initialement formées – et non pas production graduelle et successive de ces parties), conception qui nous semble informée ou conditionnée par une définition de la nutrition comme croissance d'une structure organique initiale au moyen de l'assimilation d'éléments organiques – éléments par nature homogènes à la texture organique de l'organisme assimilateur. Or, il nous semble que c'est notamment à partir d'une réorientation de sa conception des processus d'assimilation et de nutrition après 1765, réorientation qui impliquait une inflexion chimique du discours et devait refléter un renversement de la relation hiérarchique entre moules intérieurs et molécules organiques, que pouvait se concevoir non seulement la possibilité d'une épigénèse strictement matérialiste mais également, et peut-être plus fondamentalement, celle d'une histoire de l'apparition de la vie à partir de la matière brute⁶³⁹. Un tel renversement –

⁶³⁷ Nous ne faisons pas référence ici à la définition que Buffon donne d'un « système » (étude d'un événement historique, par définition unique et contingent) et qu'il oppose à la « théorie » (l'étude des causes et des effets constants), mais du caractère peu systématique de la pensée de Buffon sur la génération et la production de l'organisation vitale, pensée qui évolue considérablement – sans pour autant impliquer de franche contradiction – entre 1730 et 1783 (dans l'*Histoire naturelle des minéraux*).

⁶³⁸ Voir par exemple *Supplément* (1777), t. 4, p. 365 : « tout Philosophe sans préjugés, tout homme de bon esprit qui voudra lire avec attention ce que j'ai écrit, *volume II*, et dans plusieurs autres endroits des volumes suivants, au sujet de la nutrition, de la génération, de la reproduction, et qui aura médité sur la puissance des moules intérieurs, adoptera sans peine cette possibilité d'une nouvelle Nature, dont je n'ai fait l'exposition que dans l'hypothèse de la destruction générale et subite de tous les êtres subsistants (...) ».

⁶³⁹ Voir par exemple *Suppléments* (1777), t. 4, pp. 365-366 : « Car d'où peuvent venir primitivement ces molécules organiques vivantes ? nous ne connoissons dans la Nature qu'un seul élément actif, les trois autres sont purement passifs, et ne prennent de mouvement qu'autant que le premier leur en donne. Chaque atome de lumière ou de feu, suffit pour agiter

ouvrant sur une historicisation de l'émergence de la vitalité – nous paraît être l'indice d'un travail souterrain de redéfinition de l'organisation vitale tel que nous l'avons indiqué plus haut (processuelle, plutôt que structurelle).

5.3.2 Vivant et mort

Le deuxième volume de l'*Histoire naturelle* cherche à dégager les propriétés générales et essentielles des êtres vivants, rompant avec la distribution classique de la vitalité selon un système classificatoire en trois règnes (minéral, végétal, animal). En ce sens, comme nous l'avons remarqué dans notre note sur la constitution de la biologie, le projet de Buffon marque une rupture par rapport à l'histoire naturelle (du moins telle que Foucault la caractérise), quoique son titre, paradoxalement, en conserve l'expression. A cet égard la déclaration selon laquelle « le vivant et l'animé, au lieu d'être un degré métaphysique des êtres, est une propriété physique de la matière »⁶⁴⁰ doit sonner comme un avertissement inaugurant un nouveau régime de savoir. Pour ce faire, Buffon commence par identifier les propriétés vitales qui semblent communes à toutes les formes de vie, en examinant leur distribution dans la nature : « les facultés de croître,

et pénétrer un ou plusieurs autres atomes d'air, de terre ou d'eau : et comme il se joint à la force impulsive de ces atomes de chaleur une force attractive, réciproque et commune à toutes les parties de la matière ; il est aisé de concevoir que chaque atome brut et passif devient actif et vivant au moment qu'il est pénétré dans toutes ses dimensions par l'élément vivifiant, le nombre des molécules vivantes est donc en même raison que celui des émanations de cette chaleur douce, qu'on doit regarder comme l'élément primitif de la vie. » ; *Supplément* (1778), t. 5, p. 115 : « Car il faut se représenter ici la marche de la Nature, et même se rappeler l'idée de ses moyens. Les molécules organiques vivantes ont existé dès que les éléments d'une chaleur douce ont pu s'incorporer avec les substances qui composent les corps organisés ; elles ont produit sur les parties élevées du globe une infinité de végétaux, et dans les eaux un nombre immense de coquillages, de crustacées et de poissons, qui se sont bientôt multipliés par la voie de la génération. Cette multiplication des végétaux et des coquillages, quelque rapide qu'on puisse la supposer, n'a pu se faire que dans un grand nombre de siècles, puisqu'elle a produit des volumes aussi prodigieux que le sont ceux de leurs détrimens ; en effet pour juger de ce qui s'est passé, il faut considérer ce qui se passe. Or ne faut-il pas bien des années pour que des huîtres qui s'amoncellent dans quelques endroits de la mer, s'y multiplient en assez grande quantité pour former une espèce de rocher ? Et combien n'a-t-il pas fallu de siècles pour que toute la matière calcaire de la surface du globe ait été produite ? Et n'est-on pas forcé d'admettre, non-seulement des siècles, mais des siècles de siècles, pour que ces productions marines aient été non-seulement réduites en poudre, mais transportées et déposées par les eaux, de manière à pouvoir former les craies, les marnes, les marbres et les pierres calcaires ? ».

⁶⁴⁰ Buffon (1749), vol. II, ch. 1, p. 17.

de se développer, de se reproduire et de se multiplier»⁶⁴¹ semblent communes aux plantes et aux animaux, y compris dans les formes d'organisation les plus simples. En un sens, le programme buffonien pourrait être interprété comme anticipant le projet d'une biologie générale cherchant à se libérer des cadres de l'histoire naturelle :

« (...) mais si on demande comment les animaux et les végétaux se reproduisent, nous croirons y satisfaire en faisant *l'histoire de la génération* de chaque animal en particulier, et de la reproduction de chaque végétal aussi en particulier ; mais lorsqu'après avoir parcouru toutes les manières d'engendrer son semblable, nous aurons remarqué que toutes ces histoires de la génération, accompagnées même des observations les plus exactes, nous apprennent seulement les faits sans nous indiquer les causes, et que les moyens apparents dont la Nature se sert pour la reproduction, ne nous paraissent avoir aucun rapport avec les effets qui en résultent, nous serons obligés de changer la question, et nous serons réduits à demander, *quel est donc le moyen caché que la Nature peut employer pour la reproduction des êtres ?* »⁶⁴²

Cependant, comme l'a remarqué J. Roger, le dessein de Buffon consistait moins à fonder une nouvelle science des êtres vivants (ou une science de la vie en tant que telle) qu'à élaborer la possibilité de soumettre les vivants à la science, ou de les y faire entrer⁶⁴³ – ce qui impliquait de rejeter à la fois le recours à des principes immatériels d'intelligibilité et le mécanisme radical. Le mécanisme cartésien ne parvenait pas à rendre compte du fait même de la génération, puisqu'il échouait à expliquer l'émergence de la vie à partir de la matière brute, prétendument passive et homogène. Un organisme vivant ne pouvait donc émerger de cette agrégation de particules élémentaires, simples et identiques, et le passage de la matière morte à des entités vivantes, complexes et fonctionnelles, devait demeurer incompréhensible puisque la vie ne pouvait être le produit d'une organisation complexe, c'est-à-dire d'un arrangement complexe d'éléments de matière inorganique. Et de fait, comment la matière inerte pouvait-elle

⁶⁴¹ Buffon (1749), vol. II, ch. 1, p. 6. Pour des études plus détaillées sur Buffon, voir Gayon *et al.* (1992b), Roger (1993) [1971], Reill (2005), Hoquet (2005), Schmitt (2005), (2014), Duchesneau (2012) [1982], Zammito (2017).

⁶⁴² Buffon (1749), t. vol. II, ch. 3, pp. 31-32. Nous soulignons.

⁶⁴³ Roger (1995a), p. 257.

acquérir une organisation permettant à la vie de se manifester ? et surtout, comment l'agrégation, qui ne travaille qu'à la surface de la matière – puisqu'elle est le fait de forces newtoniennes classiques, portant sur les surfaces – pourrait-elle expliquer l'organisation elle-même ?

Deux conclusions s'imposent dès lors : d'abord, l'adoption d'une définition mécaniste de la matière (en termes de figure, d'extension et de mouvement) doit nécessairement conduire à l'adoption d'un principe organisateur transcendant ; ensuite, l'épigenèse radicale – le passage de l'inorganique à l'organique – est au-delà de toute compréhension. Afin de développer une conception adéquate de la génération, il faut donc renverser l'ordre des choses : la matière organique, ou vivante, doit être première, et la matière brute, ou morte, dérivée à partir d'elle. A partir de l'observation selon laquelle « l'organique est l'ouvrage le plus ordinaire de la Nature, et apparemment celui qui lui coûte le moins »⁶⁴⁴, Buffon conclut que la vie, ou l'animation, n'est ni un principe métaphysique transcendant, ni une propriété des êtres vivants entendus comme des structures organisées, mais qu'elle est une propriété physique de la matière : « la division générale qu'on devrait faire de la matière, est *matière vivante* et *matière morte*, au lieu de dire matière organisée et matière brute »⁶⁴⁵. Il faut donc, selon Buffon, tracer une distinction entre la matière vivante (active et sensible) et la matière brute (inactive, insensible et soumise aux seules lois de la mécanique), plutôt qu'entre la manière organisée et la matière inorganique⁶⁴⁶, car le passage de la seconde à la première est impensable si on n'y ajoute un principe transcendant d'organisation, c'est-à-dire si on ne souscrit pas, *in fine*, à une théorie de la préexistence des germes (théorie dont Buffon a démontré l'absurdité au chapitre précédent). Si la matière vivante est déjà en un sens organisée pour Buffon – puisque, par contraste, la matière brute est dite « sans

⁶⁴⁴ Buffon (1749), vol. II, ch. 2, p. 39.

⁶⁴⁵ Buffon (1749), vol. II, ch. 1, p. 17.

⁶⁴⁶ Buffon (1749), vol. II, ch. 2, p. 39 ; « (...) il me paroît que la division générale qu'on devrait faire de la matière, est *matière vivante* et *matière morte*, au lieu de dire matière organisée et matière brute ; le brut n'est que le mort, je pourrois le prouver par cette quantité énorme de coquilles et d'autres dépouilles des animaux vivants qui font la principale substance des pierres, des marbres, des craies et des marnes, des terres, des tourbes, et de plusieurs autres matières que nous appellons brutes, et qui ne sont que les débris et les parties mortes d'animaux ou de végétaux ». Buffon définit la matière brute ainsi : « Le minéral n'est qu'une matière brute, inactive, insensible, n'agissant que par la contrainte des loix de la mécanique, n'obéissant qu'à la force généralement répandue dans l'Univers, sans organisation, sans puissance, dénuée de toutes facultés, même de celle de se reproduire, substance informe (...) », *op. cit.*, vol. II, ch. 1, p. 6

organisation » –, il ne s'ensuit pas que la vitalité soit une propriété de l'organisation : les éléments de la matière brute diversement arrangés ne sauraient jamais produire que du brut. La vie ne peut donc être conçue comme une propriété émergente d'une même matière obéissant à des lois universelles ; – elle doit être ontologiquement première, et son organisation qui n'est alors pas spécifique (au sens où elle ne comporte aucune consigne développementale intrinsèque) représente une sorte de condition matérielle minimale de vitalité. Le refus de Buffon de définir la vie par l'organisation repose donc principalement sur son opposition à une compréhension spatiale et mécaniste de l'organisation (comme structure) et de la matière (homogène et passive), puisque ces deux prémisses doivent nécessairement impliquer l'intervention d'une cause transcendante pour produire la vitalité.

5.3.3 Production et re-production de l'organisation vitale

La question devient alors de savoir comment cette matière vivante primitive en vient à former des êtres vivants *organisés*, capables de conserver leur forme au fil des cycles reproductifs. Ecartant la simplicité comme une abstraction, Buffon plaide en faveur d'une explication non-méréologique de la complexité, qui ne découle pas nécessairement d'une addition de parties simples ou discrètes⁶⁴⁷. Inspiré par la théorie leibnizienne de l'organisme – pensé comme machine organisée à l'infini⁶⁴⁸ –, Buffon, soutient que l'individualité biologique, confondue par préjugé à la simplicité⁶⁴⁹, est en fait composée :

« (...) un *individu* n'est qu'un tout uniformément organisé dans toutes ses parties intérieures, un composé d'une infinité de figures semblables et de parties similaires, un assemblage de germes ou de *petits individus* de la même espèce, lesquels peuvent tous se développer

⁶⁴⁷ Pour une étude plus détaillée de la conception buffonienne de l'organisme comme structures organisées de particules organiques, voir Wolfe et Demarest (2017).

⁶⁴⁸ Sur la théorie de l'organisme chez Leibniz et son influence sur Buffon, voir par exemple Duchesneau (1998), (2018), Huneman (2013), Wolfe et Demarest (2017).

⁶⁴⁹ Buffon (1749), vol. II, ch. 2, p. 21 : « La difficulté de se prêter à cette idée ne peut venir que d'un préjugé fortement établi dans l'esprit des hommes, on croit qu'il n'y a de moyens de juger du composé que par le simple, et que pour connoître la constitution organique d'un être, il faut le réduire à des parties simples et non organiques (...) »

de la même façon, suivant les circonstances, et former de nouveaux tous composez comme le premier. »⁶⁵⁰

Il convient donc en quelque sorte de renverser l'ordre de l'analyse et de refuser celui de la réduction – ordres qui sont peut-être ceux de l'entendement, mais qui ne reflètent guère celui de la nature : le refus ontologique de faire dériver l'organique de l'inorganique s'origine donc aussi dans un refus épistémique de faire dériver le complexe du simple. Ces « petits individus » dont Buffon suppose qu'ils sont les constituants élémentaires des organismes végétaux et animaux, autrement dit leurs parties primitives et constituantes, sont les « molécules organiques ». Ces atomes de vitalité, dispersés dans la nature, et décrits comme des « parties primitives et incorruptibles »⁶⁵¹, entrent dans la composition des êtres organisés en raison d'un éternel cycle d'assemblage et de division, sans souffrir la moindre altération. Comme Buffon le résume dans le chapitre 2 du deuxième volume de l'*Histoire naturelle*,

« (...) il y a dans la Nature une infinité de parties organiques actuellement existantes, vivantes, et dont la substance est la même que celle des êtres organisez, comme il y a une infinité de particules brutes semblables aux corps bruts que nous connaissons, et que comme il faut peut-être des millions de petits cubes de sel accumulez pour faire l'individu sensible d'un grain de sel marin, il faut aussi des millions de parties organiques semblables au tout, pour former un seul des germes que contient l'individu d'un orme ou d'un polype ; et comme il faut séparer, briser et dissoudre un cube de sel marin pour apercevoir, au moyen de la cristallisation, les petits cubes dont il est composé, il faut de même séparer les parties d'un orme ou d'un polype pour reconnaître ensuite, au moyen de la végétation ou du développement, les petits ormes ou les petits polypes contenus dans ces parties. »⁶⁵²

⁶⁵⁰ Buffon (1749), vol. II ch. 2, p. 19. Nous soulignons. Voir aussi : « Les animaux et les plantes qui peuvent se multiplier et se reproduire par toutes leurs parties, sont des corps organisez composez d'autres corps organiques semblables, dont les parties primitives et constituantes sont aussi organiques et semblables, et dont nous discernons à l'œil la quantité accumulée, mais dont nous ne pouvons apercevoir les parties primitives que par le raisonnement et par l'analogie que nous venons d'établir. », Buffon (1749), vol. II, ch. 2, p. 20.

⁶⁵¹ Buffon (1749), vol. II, ch. 2, p. 24.

⁶⁵² Buffon (1749), vol. II, ch. 2, p. 20.

A ce stade de l'analyse, il apparaît donc que les êtres vivants organisés sont composés de particules organiques, c'est-à-dire de particules vivantes déjà organiques mais pas encore organisées (au sens que nous avons établi plus haut). En effet, bien qu'elles soient elles-mêmes des systèmes complexes, c'est-à-dire des entités hétérogènes douées de qualités intrinsèques différenciées, les molécules organiques ne présentent pour autant aucune propriété organisationnelle ou aucune consigne développementale : elles sont essentiellement non-spécifiques. Comme l'indique Stéphane Schmitt :

« elles sont capables de passer d'un corps à l'autre, sans que ces corps soient nécessairement de la même espèce. Leur organisation en un être vivant ne résulte pas de leur nature ou de leurs propriétés intrinsèques, mais de l'action d'un facteur extérieur sur elles »⁶⁵³.

Au volume 6 de l'*Histoire naturelle*, dans un développement consacré au cerf et à ses bois, Buffon énonce par exemple que « les molécules organiques, c'est-à-dire les parties vivantes de cette matière, passent des végétaux aux animaux, *sans destruction, sans altération* et forment également la substance vivante de l'herbe, du bois, de la chair et des os. »⁶⁵⁴ Ces molécules organiques circulent donc dans les organismes sans être altérées par la nutrition, et servent à leur croissance et à leur conservation. Une fois la croissance achevée, après la puberté, les molécules organiques viennent se déposer dans les organes de la reproduction. Il n'existe donc pas de germes emboîtés les uns dans les autres, mais « une matière organique animée, universellement répandue, dans toutes les substances animales ou végétales qui sert également à leur nutrition, à leur développement et à leur reproduction »⁶⁵⁵. Notons que les molécules organiques, n'étant pas formées dans les différentes parties du corps, n'en possèdent pas les caractéristiques. Lors de la reproduction, la réunion des molécules contenues dans les deux semences mâle et femelle produit alors le germe⁶⁵⁶.

⁶⁵³ Schmitt, à paraître. Nous traduisons.

⁶⁵⁴ Buffon (1756), vol. 6, p. 88. Nous soulignons.

⁶⁵⁵ Buffon (1749), vol. 2, p. 425.

⁶⁵⁶ Les molécules organiques ne sont pas formées par les différentes parties du corps, mais bien absorbées par le corps dans la nourriture. Le processus décrit par Buffon rappelle la manière dont Aristote explique la formation du sperme comme un résidu de la nourriture, dans la *Génération des animaux*, 724a-725b.

Afin d'expliquer la production des êtres organisés, c'est-à-dire l'émergence d'un ordre organique spécifique dans un être vivant, Buffon associe l'activité vitale des molécules organiques à un patron d'organisation actif sous la forme de « moules intérieurs », ultimement responsables de l'« information morphogénétique et de sa transmission au cours des générations »⁶⁵⁷. Les moules intérieurs agissent alors comme des patrons pour la génération des espèces et comme des matrices organisationnelles pour le développement de l'individu : ils sont comme la structure intérieure ou la configuration cachée des agencements organiques spécifiques. Or pour que ces molécules organiques forment le germe organisé sur lequel interviendra le développement, il faut précisément qu'elles s'assemblent en un tout organique spécifique. La question de savoir comment s'effectue cette opération est délicate, et Buffon utilise les « forces pénétrantes » pour la résoudre. Comme Maupertuis dans la *Vénus Physique*, Buffon refuse le concept leibnizien d'harmonie préétablie des substances individuelles, et tente de développer une explication qui reprend le paradigme newtonien de la force d'attraction entre atomes⁶⁵⁸. La nature de ces forces attractives non sélectives et qui permettent d'assembler les molécules nous est inconnue, et dépasse notre compréhension⁶⁵⁹ – mais cela ne peut suffire pas à nous faire douter de leur existence. Afin d'expliquer l'assemblage des molécules organiques, c'est-à-dire leur distribution adéquate et ordonnée dans le moule intérieur⁶⁶⁰, il faut donc faire une hypothèse supplémentaire *via* le concept de « force pénétrante », force qui assure la médiation entre les molécules organiques et les moules intérieurs. Cette force secrète travaille sous la surface et à l'intérieur des corps afin de générer les êtres vivants.

La production d'un nouvel organisme dans le système de la re-production buffonien est en ce sens le résultat de l'interaction entre les molécules organiques et les moules intérieurs sous la direction de cette force. Dans ce modèle en triptyque, la force

⁶⁵⁷ Schmitt, *op. cit.*

⁶⁵⁸ Sur le rôle des analogies newtoniennes, voir T. S. Hall (1968), Wolfe (2014b), Zammito (2017).

⁶⁵⁹ Buffon (1749), vol. 2, p. 45.

⁶⁶⁰ Voir Buffon (1749), vol. 2, p. 46. « Les parties organiques poussées par l'action de la force pénétrante ne peuvent y entrer que dans un certain ordre relatif à cette forme, ce qui par conséquent ne la peut pas changer, mais seulement en augmenter toutes les dimensions, tant extérieures qu'intérieures, et produire ainsi l'accroissement des corps organisés et leur développement »

pénétrante agit comme la *cause efficiente* de l'organisation, le moule intérieur comme sa *structure* (ou cause formelle) et les molécules organiques comme sa *cause matérielle* – langage aristotélicien que Buffon reprend souvent à son compte (et c'est pourquoi J. Roger peut entre dire, entre autres, qu'avec Buffon, le problème de la génération est toujours de savoir comment donner « à une matière extérieure la forme d'un être vivant »⁶⁶¹).

5.3.4 Assimilation, nutrition, reproduction

Buffon propose alors un modèle inversé de la génération, dans lequel la production de l'organique doit précéder celle de l'inorganique. La destruction est par conséquent seconde par rapport à la génération. Puisque la génération est dépeinte comme une interaction entre des particules vivantes (les molécules organiques) et des moules intérieurs, la destruction doit, symétriquement, être pensée comme la séparation de ces mêmes particules vivantes et leur libération du moule intérieur. En ce sens, la cause de la destruction dans la nature réside dans l'assimilation, puisque celle-ci consiste précisément, pour un corps organisé, à détruire une organisation spécifique de particules organiques en transformant une substance corporelle en celle de l'organisme assimilateur : « les êtres qui ont la puissance de convertir la matière en leur propre substance, et de s'assimiler les parties des autres êtres, sont les plus grands destructeurs. »⁶⁶². Le feu est un exemple paradigmatique, et les animaux sont décrits comme des appareils à combustion, puisqu'« ils assimilent et tournent en leur substance toutes les matières qui peuvent leur servir d'aliments »⁶⁶³. L'assimilation est donc définie comme la destruction de l'organisation d'un corps organisé, et non, comme nous l'avons vu, de celle des particules organiques qui la composent. L'assimilation libère ainsi les particules organiques d'un agencement organisationnel initial, permettant corrélativement à ces dernières de s'assembler dans d'autres agencements ou structures (fournis par les moules intérieurs). Si la génération et la destruction sont décrites comme des processus symétriques d'assemblage et de séparation (bien que « la cause

⁶⁶¹ Roger (1993), p. 547.

⁶⁶² Buffon (1749), II, ch. 3, p. 40.

⁶⁶³ *Ibid.*

qui la reproduit, [soit] infiniment plus puissante et plus active »⁶⁶⁴), et si l'assimilation est cause de destruction d'un agencement organique, alors elle doit conjointement avoir un rôle causal dans la production des êtres vivants : « puisque l'assimilation qui est une cause de mort, est en même temps un moyen nécessaire pour produire le vivant »⁶⁶⁵. La nutrition et l'assimilation sont donc la pierre angulaire du système buffonien de la reproduction : la même puissance qui sert à assimiler la nourriture doit également permettre la reproduction des êtres organisés⁶⁶⁶. Le troisième chapitre du second tome de l'*Histoire Naturelle* développe plus avant cette analogie afin de réfuter définitivement la théorie de la préexistence des germes.

La centralité du concept d'assimilation dans la théorie de la morphogenèse buffonienne alimente donc en quelque sorte cette identité des processus de nutrition et de reproduction. L'assimilation est en effet d'abord employée par Buffon comme outil permettant de prendre ses distances vis-à-vis d'une compréhension mécaniste des processus développementaux. Le développement n'est pas réalisé par des processus mécaniques d'accrétion de particules aux surfaces, et Buffon prend soin de distancier sa propre conception du développement de ce qu'il caractérise comme n'étant qu'une simple *expansion*. L'expansion est en effet consubstantielle aux théories de la préexistence, lesquelles postulant l'animal déjà donné, ou pleinement formé dans l'embryon, se contentent généralement de rendre compte des mécanismes par lesquels il se déploie, se développe « à mesure qu'une matière accessoire [vient] augmenter proportionnellement chacune de ces parties »⁶⁶⁷, c'est-à-dire par ajout de matière nutritive. Au lieu de cette « seule addition aux surfaces » (dont il n'est pas certain qu'elle décrive adéquatement les mécanismes de développement dans les théories du développement embryogénétique de Haller ou Bonnet⁶⁶⁸), Buffon soutient que le développement résulte d'une « susception intime et qui pénètre la masse », augmente proportionnellement le volume et la masse du corps sans que les caractères

⁶⁶⁴ *Ibid.*

⁶⁶⁵ Buffon (1749), vol. II, ch. 2, p. 41.

⁶⁶⁶ Buffon (1749), vol. II, ch. 3, p. 43 : « (...) je suis persuadé qu'on ne peut pas expliquer d'une manière satisfaisante la reproduction de l'animal et du végétal, si l'on n'a pas une idée claire de la façon dont peut s'opérer la nutrition »

⁶⁶⁷ Buffon (1749), vol. II, ch. 2, p. 41.

⁶⁶⁸ Sur les théories de la préexistence chez Bonnet et Haller, voir par exemple Gould (1977), Cherni (1998), Duchesneau (2012).

[1982].

morphologiques en soient affectés – c'est-à-dire sans que la forme initiale du corps ne change⁶⁶⁹. L'intussusception – terme dont nous avons tenté de réviser la généalogie au chapitre 2 – renvoie donc à ce processus assimilatif qui préserve à la fois la proportionnalité et l'ordre de la structure et conserve l'information morphogénétique contenue dans le moule intérieur. Par conséquent, plutôt que d'être définie comme l'expansion superficielle d'un organisme miniature déjà donné – le germe – et n'agissant qu'en surface, l'assimilation doit permettre aux molécules organiques de pénétrer intimement le moule intérieur et de le développer conformément aux consignes organisationnelles qu'il contient. Buffon développe ainsi une analyse rigoureuse de l'analogie entre la nutrition et la reproduction, puisque ces deux processus mettent en jeu les mêmes outils conceptuels et suivent les mêmes étapes : des particules organiques (1) sont assimilées dans le moule intérieur (2) au moyen d'une force pénétrante (3) permettant à l'être organisé de croître progressivement :

« (...) de la même façon que la force de la pesanteur pénètre l'intérieur de toute matière, de même la force qui pousse ou qui attire les parties organiques de la nourriture, pénètre aussi dans l'intérieur des corps organisez, et les y fait entrer par son action ; et comme ces corps ont une certaine forme que nous avons appelée le moule intérieur, les parties organiques poussées par l'action de la force pénétrante ne peuvent y entrer que dans un certain ordre relatif à cette forme, ce qui par conséquent ne la peut pas changer, mais seulement en augmenter toutes les dimensions, tant extérieures qu'intérieures, et produire ainsi l'accroissement des corps organisez et leur développement »⁶⁷⁰.

Cependant, à ce point de l'analyse, l'analogie cesse d'être simplement d'ordre épistémique, et la relation qui unit reproduction et nutrition se charge alors d'un pouvoir causal : « Se nourrir, se développer et se reproduire, sont donc les effets d'une seule et même cause »⁶⁷¹, cause qui se résout ultimement dans des mouvements d'organisation – désorganisation ou d'assimilation – désassimilation des particules organiques.

⁶⁶⁹ Buffon (1749), vol. II, ch. 2, p. 42.

⁶⁷⁰ Buffon (1749), vol. II, ch. 3, p. 46.

⁶⁷¹ Buffon (1749), vol. II, ch. 3, p. 48.

5.3.5 Une conception préformationniste de la nutrition

La continuité que Buffon établit entre la nutrition et la production des fluides séminaux est par suite présentée comme un argument décisif contre l'hypothèse des germes préexistants, en particulier dans le cas de la reproduction sexuée. Cette relation génétique entre les particules organiques qu'un organisme filtre et assimile pendant la nutrition et la production de fluides séminaux dans les organes reproducteurs mâles et femelles doit en effet saboter la prétendue nécessité d'une hypothèse de la préexistence dans l'explication de la morphogenèse : la semence est composée des particules organiques qui proviennent en définitive de la nourriture ingérée et digérée. Puisque Buffon tient que les particules organiques qui composent le corps organisé partagent avec lui une même nature matérielle – ils sont « analogues », ils « se ressemblent » ou « s'accordent » avec cette matière corporelle – elles doivent conséquemment soit provenir de la nourriture ingérée, soit préexister dans le corps :

« (...) le corps organisé se nourrit par les parties des alimens qui lui sont *analogues*, il se développe par la susception intime des parties organiques qui lui conviennent, et il se reproduit, parce qu'il contient quelques parties organiques qui lui *ressemblent*. »⁶⁷²

Buffon cherche ainsi à saper l'idée de préexistence en convoquant une position matérialiste : plutôt que de trouver leur origine dans la volonté du créateur, les êtres naturels qui se reproduisent et se développent doivent être le résultat d'une surabondance de nutriments et de leur susception intime, ou assimilation, dans des moules intérieurs. Pour autant, la définition que Buffon donne de l'assimilation, si elle rompt évidemment avec le modèle mécaniste d'une croissance par agrégation, ne fournit pas encore un outil adéquat pour s'affranchir du cadre préformationniste à l'intérieur duquel continue de se penser la production et le développement de l'organisation vitale : l'assimilation en effet ne met en jeu que des éléments semblables (ou « analogues » comme dans la citation ci-dessus) et n'implique aucune sorte de transformation matérielle (ni formelle, de surcroît) :

⁶⁷² *Ibid.*

« (...) ainsi la matière que l'animal ou le végétal assimile à sa substance, est *une matière organique qui est de la même nature que celle de l'animal ou du végétal*, laquelle par conséquent peut en augmenter la masse et le volume sans en changer la forme et sans altérer la qualité de la matière du moule, puisqu'elle est en effet de la même forme et de la même qualité que celle qui le constitue »⁶⁷³

En ce sens, la nutrition, parce qu'elle se borne à mettre en contact des éléments qui se ressemblent, qui sont de même nature, ou qui sont analogues, est comme vidée de tout son potentiel chimique et épigénétique : la nutrition ne produit rien, elle développe, elle accroît, fût-ce en agissant par des mécanismes proprement organiques, c'est-à-dire par intussusception. La nutrition continue donc de se comprendre dans le cadre du schème mécaniste que nous avons décrit aux chapitres précédents. Comme le veut Buffon, la nutrition consiste en effet en une décomposition de la nourriture et dans un tri consécutif des particules organiques et inorganiques qu'elle contient : les parties organiques qui sont conservées par l'organisme sont utilisées pour son développement et subviennent au fonctionnement de ses organes, tandis que les parties inorganiques sont rejetées. La nutrition n'est donc l'agent d'aucune transformation proprement vitale : elle est plutôt décrite comme une fonction directe, n'impliquant pas de travail chimique organisateur (au sens où la nutrition n'occasionne pas l'émergence de nouvelles mixtions vitales). En effet, comme l'avait déjà remarqué J. Roger⁶⁷⁴, si l'assimilation adjoint du semblable au semblable, alors c'est la signification chimique de l'assimilation elle-même qui est comme niée, et le fait même de l'assimilation qui disparaît⁶⁷⁵. Le modèle nutritif qui soutient la théorie de la génération est donc mécaniste par deux fois : en raison de la conception de la nutrition comme division – sélection de la matière nutritive qu'il mobilise, et en raison de la conception continuiste de l'assimilation qu'il conserve. L'originalité de Buffon au final ne porte plus que sur l'identification d'un mécanisme organique agissant sous la surface (cette susception intime des molécules), et pas sur l'abandon d'une définition de la nutrition comme

⁶⁷³ Buffon (1749), vol. II, ch. 3, p. 44.

⁶⁷⁴ Voir Roger (1979).

⁶⁷⁵ Pourtant Roger (1993) donnait, à partir de cette identification de la nutrition et de la génération par Buffon, une interprétation résolument critique de l'analogie, comme si elle était en soi liée au schème préformationniste, sans voir donc que c'est la définition des processus nutritifs adoptée qui enchaînait l'analogie à un tel schème.

simple croissance. La nutrition doit donc permettre à une organisation donnée (par un moule intérieur) de croître par l'assimilation de particules (vivantes) semblables, ou analogues. C'est pourquoi nous proposons que l'explication buffonienne de la nutrition peut être décrite comme préformationniste.

5.3.6 Contre épreuve : Le Cerf

Anticipons ici une possible objection que l'on pourrait soulever à partir de la lecture du « Cerf »⁶⁷⁶ : dans ce passage aux accents très aristotéliens, où il est notamment question d'évaluer les relations entre la forme (moule intérieur) et la matière (molécules organiques) dans la nutrition, Buffon souligne que la matière peut présenter une certaine résistance, et que les molécules organiques ne sont par conséquent pas absolument indifférentes à « recevoir telle ou telle modification ». Les molécules organiques de l'aliment apportées à l'organisme par la nutrition peuvent en effet retenir des caractères formels de leur ancien arrangement (rappelant ainsi ce principe de « vie moyenne » des aliments que nous avons rencontré chez Van Helmont⁶⁷⁷). Le végétal, quand il passe à l'animal, ne perd pas complètement ses déterminations formelles, et c'est pourquoi le cerf est orné de bois :

« (...) les molécules organiques qui constituent la substance vivante du bois du cerf retiennent encore l'empreinte du végétal, parce qu'elles s'arrangent de la même façon que dans les végétaux. (...) le cerf qui n'habite que dans les bois, et qui ne se nourrit que des rejets des arbres, prend une si forte teinture de bois, qu'il produit

⁶⁷⁶ Buffon (1756), vol. VI, pp. 86-88.

⁶⁷⁷ Nous pourrions en effet voir ici l'indice d'une proximité avec ce que disait Van Helmont, après Paracelse, sur la « vie moyenne » de l'aliment, qui imposait à l'organisme assimilateur ses propres qualités. Pour autant nous nous arrêtons là dans la comparaison, puisque l'organisme de Van Helmont se caractérisait par son activité zymotique, laquelle permettait à l'archée de subsumer l'altérité de l'aliment pour que l'organisme puisse constituer sa propre substance matérielle. Chez Van Helmont la digestion dessinait donc en réalité un espace de lutte entre l'organisme et l'aliment, dans lequel l'étranger (l'aliment) tente de résister à la puissance assimilatrice de son hôte. Par ailleurs, et cela est évident, tandis que la chimie est centrale au raisonnement de Van Helmont, puisque la fermentation y désigne l'essence des processus organiques sous le contrôle de l'archée, la chimie est quasiment absente chez Buffon.

lui-même une espèce de bois qui conserve assez les caractères de son origine pour qu'on ne puisse s'y méprendre. »

De même que le cerf qui se nourrit d'écorces « porte une espèce de bois qui n'est qu'un résidu de cette nourriture », de même « le castor, qui habite les eaux, et qui se nourrit de poisson, porte une queue couverte d'écailles »⁶⁷⁸ – le principe se répète à l'identique pour la loutre et les oiseaux de rivière. Mais précisément, ce que pense Buffon ici c'est davantage une métamorphose de l'animal par laquelle celui-ci acquiert, sans les modifier, les caractères de l'aliment, qu'une assimilation véritable de la matière nutritive et sa transformation corrélative en substance animale originale⁶⁷⁹ : « ce ne serait plus la nourriture qui s'assimilerait en entier à la forme de l'animal, mais l'animal qui s'assimilerait en partie à la forme de la nourriture »⁶⁸⁰. Ce processus de métamorphose n'est au fond que l'envers de l'assimilation telle que la conçoit Buffon : dans les deux cas, la nutrition exclut toute transformation d'une substance en une autre, toute synthèse d'une substance originale. Ce qui circule et s'assimile doit, au fond, rester identique à soi. Buffon est par ailleurs clair quant à la raison de cette résistance de l'aliment : c'est que les molécules organiques conservent la mémoire de la forme qu'elles revêtaient dans leur précédente organisation. Si bien que même quand la matière (l'aliment) semble dominer sur la forme (l'animal) c'est encore en vertu de sa précédente information par une configuration organique spécifique (le végétal – dans le cas du cerf) :

« Cette matière organique que l'animal assimile à son corps par la nutrition, n'est donc pas absolument dépouillée de la forme qu'elle avait auparavant, et elle retient quelques caractères de l'empreinte de son premier état ; elle agit donc elle-même par sa propre forme sur celle du corps organisé qu'elle nourrit »⁶⁸¹

⁶⁷⁸ *Ibid.*, p. 88

⁶⁷⁹ Nous pourrions voir ici l'indice d'une proximité avec ce que disait Van Helmont, après Paracelse, sur la vie moyenne de l'aliment, qui imposait à l'organisme assimilateur ses propres déterminations. Pour autant nous nous arrêterons là dans la comparaison,

⁶⁸⁰ *Ibid.*, p. 89

⁶⁸¹ *Ibid.*, p. 88

Au-delà des similitudes que le concept de moule intérieur partage avec celui de germe préexistant⁶⁸², la théorie buffonienne de la reproduction reste ambiguë, précisément en raison des conceptions de la nutrition et de l'assimilation qui l'informent. En un mot, des corps organiques, composés de molécules organiques, assimilent des molécules organiques ; la vitalité vient de la vitalité : « une infinité de parties organiques vivantes (...) doivent produire le vivant »⁶⁸³. Certes, Buffon développe un modèle de la génération qui se concentre sur l'intériorité des processus (autrement dit, sur la manière dont les molécules organiques sont assimilées par le moule intérieur au moyen d'une force pénétrante), et fait bien la distinction entre la croissance des corps inertes par juxtaposition (qui n'agit qu'à la surface des corps) et le développement des corps vivants par intussusception (qui agit sous la surface, à l'intérieur des corps). Néanmoins, sa conception du développement par intussusception suppose un schème préformationniste, puisqu'elle ne fait qu'assembler des particules matérielles similaires, c'est-à-dire organiques. Alors qu'en définissant la vie comme une propriété de la matière, par l'intermédiaire du concept de molécule organique, Buffon cherchait à saper une conception mécaniste du vivant – entendu comme une structure complexe, ou comme organisation spécifique d'atomes inertes de matière brute –, sa définition de l'épigenèse continue de se déployer dans un cadre mécaniste – certes non plus cartésien, mais newtonien. Deux questions restent alors en suspens : 1) quelle raison donner à l'existence de la matière vivante et aux particules organiques – qui ne peuvent être pensées comme une modification particulière de la matière brute ? 2) quelle raison donner à la création des moules intérieurs, responsables de l'organisation vitale⁶⁸⁴ ? Du fait que Buffon adopte, dans la théorie centrale de 1749, une conception structurale plutôt que processuelle de l'organisation, la vie doit être située dans la matière : elle ne peut dès lors être définie comme une propriété émergente d'une organisation progressivement construite.

⁶⁸² Voir par exemple Bowler (1973).

⁶⁸³ Buffon (1749), vol. II, ch. 2, p. 40.

⁶⁸⁴ C'est par exemple une question que posera Diderot explicitement dans *Les pensées sur l'interprétation de la nature*, §53, question 11 : « Les Moules sont-ils principes des Formes ? Qu'est-ce qu'un moule ? Est-ce un Être réel et préexistant ? ou n'est-ce que les limites intelligibles de l'énergie d'une molécule vivante unie à de la matière morte ou vivante ; limites déterminées par le rapport de l'énergie en tous sens, aux résistances en tous sens ? Si c'est un Être réel préexistant, comment s'est-il formé ? »

Comme nous l'indiquions plus haut, ces questions ne resteront pas sans réponse par la suite. Y répondre supposera cependant de réaménager significativement le cadre que nous avons présenté, et de lui donner une inflexion nettement plus épigénétique, en particulier en renversant la hiérarchie entre molécules organiques et moules intérieurs, après avoir doté les premières de capacités organisationnelles dont elles étaient au départ totalement dépourvues. Plus fondamentalement, Buffon modulera l'inversion de l'ordre génétique qui était celui du second volume de l'*Histoire naturelle* pour lui substituer une conjecture sur les conditions d'émergence de la vie à partir de la matière inerte. Comme Buffon l'imaginera dans l'*Histoire naturelle des minéraux*, la vie peut résulter de l'application de deux forces (force pénétrante et force productrice – c'est-à-dire la chaleur) sur une matière molle et ductile qui ne la possède pas déjà :

« Le grand et premier instrument avec lequel la Nature opère toutes ses merveilles, est cette force universelle, constante et pénétrante dont elle anime chaque atome de matière en leur imprimant une tendance mutuelle à se rapprocher et s'unir : son autre grand moyen est la chaleur, et cette seconde force tend à séparer tout ce que la première a réuni ; néanmoins elle lui est subordonnée, car l'élément du feu, comme toute autre matière, est soumis à la puissance générale de la force attractive : celle-ci est d'ailleurs également répartie dans les substances organisées comme dans les matières brutes ; elle est toujours proportionnelle à la masse, toujours présente, sans cesse active, elle peut travailler la matière dans les trois dimensions à la fois, dès qu'elle est aidée de la chaleur ; parce qu'il n'y a pas un point qu'elle ne pénètre à tout instant, et que par conséquent la chaleur ne puisse étendre et développer, dès qu'elle se trouve dans la proportion qu'exige l'état des matières sur lesquelles elle opère : *ainsi par la combinaison de ces deux forces actives, la matière ductile, pénétrée et travaillée dans tous ses points, et par conséquent dans les trois dimensions à la fois, prend la forme d'un germe organisé, qui bientôt deviendra vivant ou végétant par la continuité de son développement et de son extension proportionnelle en longueur, largeur et profondeur.* »⁶⁸⁵

Or il ne nous paraît pas anecdotique qu'une telle inflexion se développe en direction d'une théorie métabolique, chimiquement motivée, de la production de

⁶⁸⁵ *Histoire naturelle des minéraux*, (1783), I, p.5.

l'organisation vitale⁶⁸⁶ – inflexion qui supposait donc de rompre avec un schème préformationniste de la nutrition. Pour autant, et comme le remarquait J. Roger, la chimie à laquelle Buffon réfère, dans les *Epoques de la nature* comme dans l'*Histoire naturelle des minéraux*, semble étonnamment « vague et archaïque » et peu au fait des développements chimiques de son temps : « Il est donc clair que Buffon n'a contribué en rien à une interprétation chimique des phénomènes vitaux »⁶⁸⁷, sinon en affirmant – à travers la théorie des molécules organiques – l'existence d'une matière vivante que les chimistes pourront se réapproprier en donnant à l'organisation vitale une dimension dynamique.

Après avoir ainsi étudié le rôle des schèmes de la nutrition dans la théorie buffonienne de la génération et le cadre conceptuel des moules intérieurs et des molécules organiques, et esquissé un parcours au sein des équivoques de ces conceptions, nous pouvons revenir à la théorie de Bonnet, et mettre en évidence les convergences qui, au niveau de ces schèmes, les rassemblent.

⁶⁸⁶ Voir par exemple Buffon (1778) *Supplément V*, p. 115 : « Car il faut se représenter ici la marche de la Nature, et même se rappeler l'idée de ses moyens. *Les molécules organiques vivantes ont existé dès que les élémens d'une chaleur douce ont pu s'incorporer avec les substances qui composent les corps organisés* ; elles ont produit sur les parties élevées du globe une infinité de végétaux, et dans les eaux un nombre immense de coquillages, de crustacées et de poissons, qui se sont bientôt multipliés par la voie de la génération. »

⁶⁸⁷ Roger (1979), p. 53.

5.4 BONNET. PREEXISTENCE ET NUTRITION

5.4.1 La préexistence épigénétiste de Bonnet

Si l'on confronte ce modèle de la génération et de la nutrition avec la théorie de la préexistence défendue par Bonnet, leur opposition se fait encore plus floue puisqu'elles paraissent informées par une même conception préformationniste de la nutrition et de l'assimilation. La préexistence oviste de Bonnet postule l'existence d'une structure organique minimale, le germe (« *glu organique* ») qui se développe par l'assimilation, après insémination, de particules contenues dans la semence mâle – hypothèse rendue nécessaire, nous l'avons vu, par l'incapacité du mécanisme à rendre compte de l'émergence d'une structure complexe, organisée et intégrée. Bonnet cherche ainsi, par l'admission de son hypothèse, à expliquer deux ensembles de phénomènes : 1) la production d'une organisation vitale dont l'épigenèse ne peut rendre compte ; 2) la plasticité du développement morphogénétique, due à l'action du sperme mâle sur le germe préexistant. Bonnet défend en effet une conception originale de la préformation comme développement d'une structure minimale suffisamment complexe qui se distingue d'une simple miniaturisation : le germe est en effet caractérisé de deux manières, comme un *réseau* de fibres structuré, ou comme une *glu organique* transparente⁶⁸⁸. Il accorde par ailleurs un rôle important aux causes secondes, capables de modifier le germe selon les modalités de la forme et de l'arrangement des parties, c'est-à-dire aux interactions environnementales ainsi qu'à l'action de la liqueur spermatique, principe d'un développement par nutrition et assimilation. La génération n'est donc pas un simple grossissement de parties déjà formées faisant accéder la structure à la visibilité : elle est également une élaboration mécanique suivant le concours des circonstances (liqueur mâle et facteurs environnementaux). Du fait que

⁶⁸⁸ Le germe n'est en effet pas une simple miniature de l'animal développé, mais il est caractérisé comme un filet dont les mailles peuvent être distendues, étirées, contractées... suivant des modalités mécaniques diverses (cette structuration s'opérant néanmoins selon l'articulation du réseau initial). Ainsi les différentes parties de l'animal sont présentes dans le germe, mais sous des proportions et des dispositions qui diffèrent de celles qu'elles auront chez l'animal développé. En effet, pour Bonnet le développement n'est pas simplement un grossissement, mais l'évolution vers l'opacité d'une matière d'abord transparente et donc initialement invisible. Voir *Contemplation de la nature*, partie VII, chapitre 8.

l'épigenèse comme la préformation se heurtent à de graves difficultés – la première parce qu'elle n'explique pas comment l'assemblage d'éléments amorphes peut produire un tout organisé, la seconde parce qu'elle explique difficilement la double hérédité, la production des monstres et des hybrides – Bonnet est contraint d'élaborer une construction théorique dans laquelle la définition du germe et la mécanique de l'accroissement par nutrition doivent autoriser, sinon des modifications épigénétiques (au sens étroit de production nouvelle de parties), du moins une certaine plasticité du développement.

L'emboîtement des germes apparaît alors, selon les principes de la régression analytique et du schème continuiste qui en découle, comme l'hypothèse la plus « probable » ou la plus « vraisemblable » pour Bonnet : elle satisfait mieux que l'épigenèse aux exigences de la « saine philosophie ». Or cette hypothèse suppose une physiologie du germe qui puisse rendre compte de ces conditions d'organicité, dans un emboîtement infini des structures organiques. Bonnet reprend ici les principes de la physiologie hallérienne : le germe, comme élément organique, est un ensemble de fibres simples, capables d'intégrer, suivant leurs dispositions matérielles, les particules élémentaires transportées par les fluides nutritifs⁶⁸⁹ : « On peut se représenter une fibre simple comme une espèce d'ouvrage à réseau. Les atomes nourriciers s'insinuent dans les mailles et les agrandissent peu à peu, en tout sens. » Bonnet caractérise ainsi le germe comme un « ébauche ou esquisse du corps organisé », qui peut croître par assimilation. Le développement est ainsi déterminé par la structure initiale du germe, bien que celle-ci ne soit pas à proprement parler figurative (comme dans le cas des papillons, où le développement induit des modifications des rapports de proportionnalité des organes préexistants) :

« La principale différence qu'il y a donc entre le germe et l'animal développé ; c'est que le premier n'est composé que des seules particules élémentaires, et que les mailles qu'elles forment y sont aussi étroites qu'il est possible, au lieu que dans le second, les particules élémentaires sont jointes à une infinité d'autres particules que la nutrition leur a associées, et que les mailles des fibres simples

⁶⁸⁹ Bonnet (1762), §13, p. 7.

y sont larges qu'il est possible qu'elles le soient relativement à la nature et à l'arrangement de leurs principes. »⁶⁹⁰

La régression analytique vers les conditions d'organicité ne peut donc être infinie pour Bonnet : elle s'arrête au germe, compris comme combinaison organique minimale⁶⁹¹. Les principes de l'organicité posés, il s'agit alors pour lui d'analyser la « mécanique secrète » du développement, puisque c'est elle qui va permettre de rendre compte de la plasticité du développement embryogénétique.

5.4.2 La composition du germe

Selon Bonnet, les particules élémentaires qui composent les êtres vivants ne sont pas vivantes en elles-mêmes, contrairement aux molécules organiques de Buffon.

⁶⁹⁰ Bonnet (1762) § 36, p. 18.

⁶⁹¹ Concernant la conception du germe, il semble que la théorie de la génération défendue par Bonnet ait évolué : les huit premiers chapitres des *Considérations sur les corps organisés* constituent un premier état de sa réflexion qui ne cessera d'être rectifiée. Si Bonnet penchait d'abord pour la dissémination des germes, hypothèse selon laquelle les germes sont répandus dans toutes les particules de la matière, il s'est ensuite rallié à l'hypothèse de l'emboîtement, notamment à la suite de la découverte de Trembley sur le polype d'eau douce : la reproduction par segmentation, chaque segment coupé se transformant en un animal complet (comme dans la multiplication par bouture, caractéristique des végétaux) atteste pour Bonnet que le polype contient des germes prolifiques, que la section permet de développer. Les faits de régénération amènent donc Bonnet à adopter l'hypothèse de l'emboîtement. De même, il semble que sa définition du germe ait évolué entre les *Considérations sur les corps organisés* et la *Palingénésie philosophique* : alors que Bonnet semblait au départ souscrire à une définition du germe comme miniaturisation de l'animal développé, c'est-à-dire comme un dessin figuratif contenant actuellement toutes les parties de l'organisme adulte encore involuées, la *Palingénésie philosophique* donne une définition fonctionnelle du germe, qui s'affranchit du modèle de la miniaturisation. Ainsi on pourra confronter avec la *Contemplation de la nature*, partie VII, chapitre 9 : « Ainsi, plus on remonte dans l'origine des êtres organisés, et plus on se persuade qu'ils ont préexisté à leur première apparition ; non pas tels qu'ils apparaissent d'abord, mais plus déguisés : et s'il nous était possible de les prendre plus haut, nous les trouverions, sans doute, plus déguisés encore, et nous serions à comprendre comment ils pourraient revêtir cette première forme sous laquelle ils s'offrent à nous, quand ils commencent à tomber sous nos sens. » ; *Palingénésie philosophique*, p. 362 : « On entend communément par ce mot un corps organisé réduit extrêmement en petit, en sorte que si l'on pouvait le découvrir dans cet état on lui trouverait les mêmes parties essentielles que les corps organisés de son espèce offrent en grand après leur évolution. J'ai donc fait remarquer qu'il est nécessaire de donner au mot de germe une signification beaucoup plus étendue, et que mes principes eux-mêmes le supposent manifestement. Ainsi ce mot ne désignera pas seulement un corps organisé en petit, il désignera encore toute espèce de préformation originelle, dont un tout organique peut résulter comme de son principe immédiat. »

L'unité élémentaire des êtres vivants devient, chez lui, l'unité germe-fibre. Comme nous l'avons noté, Bonnet utilise la définition hallérienne de la fibre, entendue comme structure simple et élémentaire⁶⁹², mais compose à son tour cette structure supposément simple d'éléments particuliers :

« Une *Fibre*, toute simple qu'elle peut paraître, est néanmoins un *Tout organique*, qui se nourrit, croît, végète. »⁶⁹³ ;

« On sait qu'une *Fibre*, qu'on nomme *simple*, est composée elle-même d'une multitude de *Fibrilles* ; celles-ci sont composées à leur tour d'une multitude de *Molécules*, plus ou moins homogènes, qui sont les *Éléments premiers* de la *Fibre* ; les *Fibrilles* en sont les *Éléments secondaires*. »⁶⁹⁴

Chaque fibre est donc composée de particules adéquatement assemblées pour former une structure organisée : « la structure de la *Fibre* détermine l'*arrangement* des Atomes nourriciers, ou l'ordre dans lequel ils se placent lorsqu'ils s'incorporent à sa substance »⁶⁹⁵. Bonnet décrit assez minimalement la composition physico-chimique de ces particules élémentaires, rappelant seulement que les éléments de la chimie (la terre, le sel, le soufre, le phlegme, l'esprit) sont à la base de tout mixte⁶⁹⁶. Bonnet distingue par suite les éléments inorganiques, qui sont primordiaux, des éléments organiques, qui formés par Dieu au commencement du monde à partir d'« atomes inorganiques ». Ces « corpuscules organiques », qu'il appelle « germes », ont été jusque-là négligés par la chimie (ce qui signifie que leur composition matérielle nous est largement inconnue)⁶⁹⁷. Le germe est ainsi un composé d'atomes inorganiques, assemblés dans un réseau de mailles très fines, et n'est sujet à aucun changement jusqu'à ce qu'il soit fertilisé⁶⁹⁸.

⁶⁹² Haller, *Mémoires sur les parties sensibles et irritables du corps animal* (1756-1760).

⁶⁹³ Bonnet (1770), t. I, p. 313.

⁶⁹⁴ *Ibid.*, p. 314.

⁶⁹⁵ Bonnet (1760), §101, p. 68.

⁶⁹⁶ Bonnet (1762), §77, p. 49 : « La chimie remonte plus haut et nous offre dans sa terre, dans son sel, dans son soufre, dans son esprit, dans son phlegme les éléments de tous les mixtes. »

⁶⁹⁷ Bonnet (1762), §77, p. 49.

⁶⁹⁸ Bonnet (1762), §81, p. 54 : « Les germes diffèrent des éléments premiers, en ce qu'ils sont composés ; mais ils s'en rapprochent en ce qu'ils sont, comme eux, invariables ou impérissables, tant qu'ils demeurent infécondés, et qu'ils entrent dans la composition des mixtes ».

En nombre limité et non soumis au changement, les éléments dont le monde physique est composé circulent alors dans divers arrangements organiques : ainsi les éléments ne subissent aucun changement quand les végétaux sont assimilés par les plantes ; seuls la configuration matérielle et l'ordre de la composition sont modifiés par la nutrition. Bien que la nature semble opérer des altérations de substances qui puissent se concevoir comme de véritables productions (synthèses) et ne se bornent pas à des réarrangements d'éléments (« Quel art transforme le végétal en animal, l'animal en végétal ? Par quelles opérations, supérieures à toutes les forces de la chimie, la vigne extrait-elle de la terre ce jus délicieux ; le ver à soie tire-t-il du mûrier ce fil brillant ? Comment le thym et le gramen se changent-ils dans les mamelles de la vache en une liqueur également agréable et utile ? Par quelle vertu secrète cet amas confus de différentes matières revêt-il la forme de nerfs, de muscles, de veines, d'artères, etc. ? »⁶⁹⁹), la productivité de la nature est immédiatement neutralisée par Bonnet, puisqu'il ne saurait y exister aucune « véritable métamorphose »⁷⁰⁰ :

« Il n'est point de véritable métamorphose dans la nature. Les éléments sont invariables. Les mêmes particules qui entrent aujourd'hui dans la composition d'une plante, entreront demain dans celle d'un animal. Ce passage ne changera point leur nature ; il ne fera que leur donner un autre *arrangement*. »

Le modèle nutritif qui soutient la physiologie du germe et la mécanique du développement repose donc sur une définition purement structurelle de l'organisation vitale : il n'y a pas production de nouvelles qualités dans la nutrition qui ne préexiste déjà dans les composants. Cette conception est en définitive soutenue par un modèle mécaniste et préformationniste de la nutrition définie comme « incorporation des suc nourriciers dans les mailles des fibres élémentaires », c'est-à-dire comme une suite d'opérations de broyage des aliments, séparation du superflu, décomposition et assimilation de parties principes déjà « analogues à la nature du corps organisé »⁷⁰¹, ou « des particules propres par leur nature, à s'unir au corps organisé »⁷⁰². Bref la nutrition

⁶⁹⁹ Bonnet (1762), § 79, p. 52.

⁷⁰⁰ *Ibid.*, § 79, p. 52. Nous soulignons.

⁷⁰¹ Bonnet (1762), §12, p. 6.

⁷⁰² *Ibid.*, §84, p. 57.

n'est pas une altération ou une transformation, encore moins une synthèse ou une production, mais l'incorporation d'un matériau adéquat à l'intérieur d'une structure préexistante dont elle augmente le volume (ou qu'elle renouvelle).

5.4.3 Nutrition et plasticité du développement

Nutrition et assimilation sont donc au fondement de la mécanique des processus développementaux. Ce modèle est double : d'une part, la nutrition se présente comme la cause efficiente du développement, le sperme mâle étant au germe ce que les particules nutritives sont aux organes et aux tissus qu'elles entretiennent⁷⁰³, en ce sens que la semence fournit aux mailles du germe les atomes nutritifs nécessaires à sa croissance ; de l'autre, les particules élémentaires dont le germe est constitué sélectionnent les atomes nutritifs que la semence fournit et régulent leur distribution spatiale afin composer l'embryon, ou le « *tout organique* ». Ainsi la semence contient les particules nutritives qui déploieront le maillage du germe et induiront son développement. Le modèle du développement qu'admet Bonnet s'articule donc autour de l'assimilation par nutrition : celle-ci est la cause prochaine du développement.

Par conséquent, le sperme n'agit pas seulement comme un stimulant capable d'impulser au cœur son mouvement (par irritabilité), il est également une « liqueur alimentaire » qui pénètre l'intérieur du germe. Le sperme nourricier se distribue ainsi aux fibres resserrées qui composent le germe pour « l'étendre en tout sens », selon la structure organique qu'il définit. Les fibres sont en effet composées d'éléments, les mailles, qui constituent le fond auquel vont s'incorporer les particules alimentaires, selon une loi d'affinité. Le raisonnement de Bonnet est le suivant : si le développement par degrés continus est le mode de croissance des corps organisés, et si la nutrition est le moyen par lequel il s'opère, alors la liqueur séminale est le « suc nourricier » qui permet le développement :

⁷⁰³ *Ibid.*, §28, p. 14.

« Ce que les aliments grossiers sont aux corps organisés, dans leur plein accroissement, le fluide séminal l'est au germe, après la fécondation. »⁷⁰⁴

Mais comment ce modèle de la nutrition opère-t-il dans la physiologie du germe ? Si l'organisme développé est manifestement capable de décomposer les aliments en leurs constituants élémentaires de sorte à ce que chaque partie puisse s'assimiler les molécules qui conviennent à sa constitution, la complexité d'une telle opération semble de prime abord interdite au germe, qui n'est encore que composé de simples particules inorganiques. Comment le germe peut-il donc sélectionner et organiser les molécules qu'il assimile ? Bonnet résout ce problème de l'efficacité de son modèle nutritif en donnant une réponse assez semblable à celle de Buffon – du moins suffisamment semblable pour que Darwin et Huxley les aient associées⁷⁰⁵. D'après Bonnet, le sperme mâle est un extrait du corps organisé qui contient en acte chacune de ses parties, car les organes reproductifs où ce corps est formé en « représentent » les principaux organes : les organes reproductifs du mâle sont composés de vésicules qui représentent les différentes fonctions de l'organisme développé. La composition du sperme, qui agit comme un principe nutritif, est par ailleurs analogue à celle du sang, ce qui explique pourquoi il peut être assimilé par les particules élémentaires du germe, de manière à former les différents tissus embryonnaires.

Or, si l'action nutritive du sperme explique le développement, elle explique également les modifications qui altèrent la structure du germe. Dans une lettre à Haller du 7 septembre 1757, Bonnet expose ses conjectures à propos du pouvoir altérant de la liqueur spermatique. Tandis que les expériences de Haller établissent que l'embryon existe dans les œufs de la femelle avant la fécondation par le mâle, l'existence des mulets prouve « invinciblement » que le « mâle fournit à l'embryon des parties

⁷⁰⁴ *Considérations sur les corps organisés*, I, 6, p. 90.

⁷⁰⁵ Les similitudes entre Bonnet et Buffon ont été notées par Huxley et Darwin. Voir Darwin (1868), p. 375, n°29 : « Prof. Huxley has called my attention to the views of Buffon and Bonnet. The former ('Hist. Nat. Gén.', edit. of 1749, tom. ii. pp. 54, 62, 329, 333, 420, 425) supposes that organic molecules exist in the food consumed by every living creature; and that these molecules are analogous in nature with the various organs by which they are absorbed. When the organs thus become fully developed, the molecules being no longer required collect and form buds or the sexual elements. If Buffon had assumed that his organic molecules had been formed by each separate unit throughout the body, his view and mine would have been closely similar. »

intégrales ». Or si l'embryon existe originellement dans la femelle, il doit contenir les parties qui lui sont propres : « comment arrive-t-il donc que le mâle substitue ses propres parties à plusieurs de celles de l'embryon ? ». Pour résoudre cette difficulté, Bonnet conjecture que la liqueur séminale contient essentiellement des « sucS appropriés à chaque partie du fœtus ». Celles-ci ont toutes une configuration, une solidité, un tissu qui leur sont propres et qui les caractérise. Il y aurait donc dans la liqueur séminale de l'âne plus de molécules appropriées aux oreilles, qu'il n'y en a dans la liqueur séminale du cheval :

« Ces molécules de la liqueur séminale de l'âne portées dans les oreilles de l'embryon de la jument devront les étendre davantage qu'elles ne l'auraient été par la liqueur séminale du cheval : de là, les longues oreilles du mulet. La grandeur de celui-ci l'emporte de beaucoup sur celle de l'âne, mais c'est qu'il a cru dans une matrice plus spacieuse que celle de l'ânesse et qu'il y a été abreuvé d'un sang plus abondant. »

La liqueur mâle renfermerait donc des molécules correspondant aux différentes parties du mâle, et imprimerait au germe des traits de ressemblance avec celles-ci. C'est pourquoi les muets ont une voix qui imite celle de l'âne, et non du cheval⁷⁰⁶ :

« Le cheval dessiné en miniature dans l'ovaire de la jument, reçoit de l'impression du sperme un organe qu'il n'avait pas originellement. La liqueur de l'âne paraît donc l'avoir transformé en mulet. »⁷⁰⁷

Cette plasticité du développement qui est fonction de la composition du sperme doit donc reposer en dernière instance sur l'explication de sa formation, puisque, comme nous l'avons déjà vu, la liqueur séminale est un extrait du corps organisé du mâle – les organes de la génération ayant « été construits avec un art si merveilleux qu'ils [sont] une représentation des principaux viscères de l'animal »⁷⁰⁸. La ressemblance des enfants au père et à la mère, ou celle du mulet à l'âne et à la jument « doivent avoir une raison primitive qu'on ne peut trouver que dans la fécondation ». Le sperme affecte

⁷⁰⁶ *Ibid.*

⁷⁰⁷ Bonnet (1762), §333.

⁷⁰⁸ Bonnet (1762) §90.

ainsi l'organisation interne de l'embryon, sans pour autant en fournir des parties intégrales. Les modifications que Bonnet admet au cours du développement ne s'apparentent donc pas à une formation épigénétique :

« Si rien n'est engendré, les longues oreilles du mulet et le tambour de son larynx ne le sont pas. (...) Ils y étaient (...), mais sous une autre forme. »

C'est ainsi que le modèle nutritif que Bonnet utilise pour expliquer les modifications développementales et épigénétiques continue de se définir à l'intérieur d'un cadre mécaniste, bien qu'il ne cesse d'en souligner les limites. Tandis que la convocation de la nutrition permet d'assouplir les cadres de la préexistence, en autorisant, dans une certaine mesure, une plasticité développementale, celle-ci est toujours conçue à partir du schème préformationniste, puisque la plasticité (déterminée par la nutrition) n'est jamais vraiment une formation ou une production de nouvelles parties mais plutôt un mélange d'éléments déjà présents modulant l'expansion d'une structure préexistante. L'ambiguïté de l'analogie nutritive nous semble donc découler en définitive de la conception de la nutrition qui l'informe, conception qui restreint la nutrition à la croissance, ou au déploiement d'une structure initiale, et à la sélection d'éléments adéquats : « À parler exactement les éléments ne forment point les corps organisés : ils ne font que les développer, ce qui s'opère par la nutrition. L'organisation primitive des germes détermine l'arrangement que les atomes nourriciers doivent recevoir pour devenir parties du tout organique »⁷⁰⁹. Dans cette conception mécaniste de la nutrition, selon laquelle l'assimilation n'est rien d'autre qu'un processus de sélection-assemblage de particules affines, les processus de synthèse organique tout comme l'auto-organisation sont proprement impensables. Dans un tel cadre théorique, si l'organisation vitale est conçue comme une unité structuro-fonctionnelle non figurative, un patron d'organisation ou un ensemble de consignes développementales, elle n'en reste pas moins donnée, et la nutrition se borne alors à réaliser son programme en lui fournissant les moyens de l'accroissement du germe :

⁷⁰⁹ *Ibid.*, §83.

« Mais l'aliment que l'être organisé s'assimile ne change point la structure des organes : le chêne logé dans l'étroite capacité d'un gland est essentiellement ce qu'il sera lorsqu'il portera dans les airs sa tête majestueuse. L'aliment n'organise rien ; mais ce qui était auparavant organisé le reçoit, le prépare, l'arrange, se l'incorpore. Ne dites donc pas, l'écorce se change en bois ; vous ne seriez pas exact ; vous le serez si vous dites, des couches ligneuses qui n'avaient que la consistance de l'écorce, acquièrent celle du bois »⁷¹⁰

5.4.4 Bonnet et Buffon : la convergence d'un schème

On voit donc ainsi comment, au-delà de l'opposition explicite et souvent commentée du préformationniste et de l'épigénétiste, Bonnet et Buffon partagent la présupposition d'un même ressort théorique pour expliquer les mécanismes de la génération. Ce schème concerne la compréhension de la nutrition, et nous dirons, pour conclure, qu'elle place ultimement ces deux auteurs sous le signe du préformationnisme.

En effet, d'un côté, Buffon donne la primauté à la matière organique, l'inorganique étant le produit de la décomposition organique : la vie est conçue comme une propriété physique de la matière, plutôt que de l'organisation. De l'autre, Bonnet place l'organisation au premier plan, puisqu'il est impossible d'expliquer l'émergence d'une structure organisée par le seul recours aux lois mécaniques. Mais, fondamentalement, pour Bonnet comme pour Buffon, la vie doit préexister à ses manifestations, que ce soit sous la forme d'une matière organique (molécules organiques) ou de patrons d'organisation (moules intérieurs), ou sous la forme d'entités organisées préexistantes, lesquelles ne s'organisent pas elles-mêmes. Ainsi, même si Buffon et Bonnet maintiennent des positions adverses en ce qui concerne la définition de la vie et sa relation à l'organisation, ils nous paraissent néanmoins occuper le même espace épistémique, dans lequel l'organisation est pensée comme une structure invisible. Dans ce contexte, la nutrition est convoquée comme un outil permettant de formaliser la reproduction des entités organisées, mais pas leur production : elle développe une structure existante mais ne la produit pas, et ce précisément parce que la nutrition

⁷¹⁰ Bonnet (1762) §237.

n'étant pas une transformation ne produit aucune mixtion vitale originale. Cette conception de la nutrition, qui n'implique aucun processus organisateur, ni aucune transformation intime de la matière, peut finalement être qualifiée de préformationniste.

L'épigenèse de Buffon est aux prises avec la préformation, quand la préexistence de Bonnet évolue vers la plasticité. Cette dialectique des systèmes de la génération se réconcilie finalement dans une conception homogène de l'analogie entre la nutrition et le développement. Si Bonnet et Buffon rompent manifestement à la fois avec le schème instrumental stahlian et avec le schème mécaniste cartésien de l'organisme pour penser la nécessaire interrelation des parties et la distribution de la vitalité à l'intérieur du tout organique, et s'ils reconnaissent la nécessité de faire place à l'épigenèse dans les processus d'ontogenèse – et ce malgré les désaccords qui les opposent –, un schème préformationniste continue d'informer leur conception de l'organisme et de l'organisation vitale en vertu de cette complicité de la nutrition et de la génération : il n'y a pas production de l'organisme par lui-même, mais actualisation d'une forme dans la matière.

En ce sens, et malgré l'engagement célébré de Buffon envers l'épigénétisme, un critère d'épigénéticité permettant de penser l'auto-production de l'organisme restait encore à élaborer, puisque restaient à déterminer les mécanismes par lesquels les processus ontogénétiques pouvaient être adéquatement dirigés. Or le développement de ce critère nous paraît corrélé à la possibilité de redéfinir les opérations de nutrition comme des opérations organisatrices – redéfinition qui esquissait une définition du vivant comme productivité spécifique. Il nous semble que c'est à ce prix que pouvait être subvertie et renversée l'alliance traditionnelle de la nutrition et de la génération. Il ne suffisait donc pas de séparer l'organique et l'inorganique (en reconnaissant à la fois la vie comme problème ontologique et la spécificité des mécanismes organiques), ni même d'instaurer une continuité entre la vie et la matière, pour que quelque chose comme l'autoproduction du vivant, et son corollaire – l'épigénétisme en embryologie – fût concevable, encore fallait-il que le vivant s'affranchisse d'une conception statique, spatialisante ou mécaniste de l'organisation en faveur d'une conception processuelle et chimiquement instruite de celle-ci.

5.5 LA NUTRITION COMME PREFORMATION. L'ORGANISATION COMME STRUCTURE

L'identification des conditions conceptuelles d'émergence de la biologie a suscité de nombreux désaccords : l'émergence de la vie comme problème ontologique, l'élaboration du concept d'organisme, le développement de la notion d'auto-organisation, la redéfinition du rôle des forces vitales dans l'économie organique – constitutives plutôt que régulatrices – ont tour à tour été considérés comme des conditions nécessaires dans le processus d'élaboration d'une science biologique. Dans ce contexte où l'attention était principalement centrée sur la question de la génération et de la reproduction, la potentialité épigénétique de la nutrition, comprise comme processus organisateur, est passée relativement inaperçue. Or il nous semble qu'une telle polarisation de l'attention philosophique résulte, sinon d'un préjugé, du moins d'une définition tronquée de la nutrition comme simple croissance et expansion, processus organique secondaire se contentant d'agir sur une structure préexistante. Néanmoins, comme Aristote l'avait déjà remarqué dans le *De generatione animalium*, il convient de distinguer deux définitions de la nutrition (*trophe*) : la nutrition *per se* qui maintient la vie en tant que telle dans le corps (*threptikon*), et la simple croissance (*auxetikon*)⁷¹¹. La caractérisation de la nutrition comme croissance doit donc apparaître comme une réduction qui échoue à saisir sa relation intime avec les processus d'organisation vitale. Huneman⁷¹² a ainsi suggéré que les nouvelles bases que Caspar Friedrich Wolff avait jetées pour la refondation de l'épigénèse⁷¹³ avaient permis de libérer la génération de cette analogie mécaniste trompeuse avec la nutrition. Selon Huneman en effet, cette analogie (assez répandue au demeurant) impliquait nécessairement de comprendre l'embryogenèse comme un processus de développement continu agissant sur structure préexistante. Le développement embryonnaire devait donc être conçu, du seul fait d'être pensé par analogie avec la nutrition, comme la simple croissance d'une organisation déjà donnée, quoiqu'invisible. Huneman ajoute qu'un indice de cette insuffisance réside dans le fait que des théories préformationnistes et épigénétiques, avant que C. F. Wolff ne rompe prétendument

⁷¹¹ *De generatione animalium*, 744b34.

⁷¹² Huneman (2007), (2008)

⁷¹³ C. F. Wolff (1764) [1759], 1768-69.

cette analogie, l'employaient abondamment⁷¹⁴. Or, comme nous l'avons vu dans les sections précédentes, cette sous-détermination de l'analogie ne doit pas être interprétée comme l'indice d'une insuffisance interne. Autrement dit, ce n'est pas l'analogie en elle-même qui devait constituer un obstacle épistémologique pour que se développât un schème épigénétique de l'organicité vitale, mais la compréhension de la nutrition qui sous-tendait cette analogie. En outre, comme nous le montrerons au chapitre suivant, l'interprétation que Huneman donne du rôle de l'analogie nutrition – génération dans l'embryologie nous semble aveugle à ce que Wolff lui-même l'a utilisée dans un sens radicalement épigénétique, en décrivant précisément l'action de la *vis essentialis* comme une force nutritive opérant par le mouvement des fluides. Nous voudrions, dans ce qui suit, déterminer les conditions d'émergence d'une signification épigénétique de la nutrition, – émergence qui nous semble corrélée en retour à la possibilité de redéfinir l'épigenèse loin du mécanisme.

⁷¹⁴ Huneman (2008), n°56, 461.

Chapitre 6. NUTRITION, ORGANISATION, EPIGENESE

6.1 LA NUTRITION ET LE POINT DE VUE CHIMIQUE SUR LE VIVANT

Nous avons montré dans le chapitre précédent que si l'analogie entre la nutrition et la génération enferme dans un schème préformationniste c'est seulement dans la mesure où elle est fondée sur une épistémologie mécaniste dans laquelle la nutrition, conçue comme simple croissance et réparation, réunit des particules similaires ou affines de matière suivant un patron d'organisation préexistant⁷¹⁵. Bien sûr, ce modèle de la nutrition qui sous-tend les usages de l'analogie chez Bonnet et Buffon diffère, dans son détail, des théories iatromécanistes de la digestion, et en particulier des

⁷¹⁵ Dans une telle conception en effet, définir la nutrition comme croissance et réparation n'implique pas de penser des mécanismes différentiels dans les deux cas, mais plutôt des proportions différenciées : quand l'apport de nourriture est supérieur à la dépense organique, il y a croissance ; quand l'apport est proportionné à la dépense, il y a conservation du corps ; quand il est inférieur, il y a vieillissement. Dans les deux cas, croissance et conservation, la nutrition n'agit que secondairement : sur une structure préexistante qu'elle fait croître continument, ou qu'elle répare à mesure que sa texture s'use. Ce motif de la mise en rapport des entrées et des sorties dans la nutrition, des recettes et des dépenses, va de pair avec la quantification des processus vitaux. Nous avons déjà mentionné avec Sanctorius le développement d'une médecine statique, voir Santorio (1695), (1722). Hales a également œuvré dans le sens d'un telle statique à propos de la transpiration végétale, voir Hales (1735). Indiquons que nous verrons rejaillir ce motif de la proportionnalité dans la quantification de la nutrition, lorsque se développera une chimie statique de la nutrition animale au début du 19^e siècle visant à faire le compte des entrées et des sorties sous forme de bilans chimiques. Voir par exemple Berthollet (1803), Dumas et Boussingault (1842).

théories de la trituration (comme nous l'avons vu chez Hecquet), puisque Bonnet comme Buffon cherchent à penser l'intimité des processus de susception dans l'assimilation nutritive. Si nous qualifions ces modèles de mécanistes ce n'est donc pas parce que nous les confondons avec un projet de réduction iatromécaniste, mais parce que, raisonnant en termes de mouvement et de structures, ils déterminent, comme nous l'avons montré, une conception préformationniste de la nutrition : la nutrition ne produit rien, elle ne fait que réunir des éléments préformés dans une structure déjà déterminée. Dans ce cadre, si une chimie peut intervenir régionalement (par exemple chez Bonnet à propos de la composition du germe), comme c'était déjà le cas chez Descartes (cf. *supra* ch. 2), il s'agit d'une chimie globalement corpusculariste de telle sorte que la possibilité de transformer des composés matériels via l'assimilation, d'opérer des synthèses vitales, ou de produire de l'organisation à partir d'un état inorganisé de la matière (fluide par exemple⁷¹⁶) lui est impensable. Au fond, un tel usage de la chimie, s'il diffère bien entendu de la grande lutte orchestrée par Stahl entre les forces chimiques de destruction et le travail conservateur de l'âme, partage en quelque sorte le même présupposé : le chimique n'organise rien, l'organisation étant le résultat d'autres causes (patron d'organisation préexistant, âme hégémonique, forces vitales directrices).

Il est vrai qu'une telle définition de la nutrition comme croissance et réparation, ou compensation des pertes, informe massivement le discours physiologique et semble la conséquence directe de ce constat que nous avons souvent rencontré du renouvellement moléculaire, de l'inconstance matérielle du corps vivant ou de l'absence de stabilité de ses parties constituantes. Nous avons vu comment chez Aristote, Descartes, ou Stahl – selon des mécanismes certes irréductibles – la nutrition devait être pensée comme le moyen physiologique par lequel le corps parvenait à se maintenir dans le temps comme le même individu, si bien que la nutrition-réparation se conçoit finalement plus comme un principe de résistance que comme un principe de

⁷¹⁶ Une question que nous avons laissée de côté à propos de l'embryologie de Bonnet est en effet de savoir si les fluides sont organisés, puisque si le germe est caractérisé comme un fluide alors il faudrait lui refuser l'organisation et admettre que l'embryon se forme mécaniquement, c'est-à-dire par des processus immanents à partir d'une matière non organisée. Or Bonnet rejette cette hypothèse : le germe n'est pas un fluide, quoiqu'il en ait l'apparence. Voir les *Considérations sur les corps organisés*, I, 9, pp. 117-118. Surtout, c'est en raison de la chimie corpusculariste qu'adopte Bonnet qu'il est inconcevable que l'organisation puisse émerger d'un fluide inorganisé.

production. Et de fait, sous quels procédés matériels aurait-on pu subsumer une telle productivité vitale ? A cet égard, l'hypothèse de structures préexistantes à l'intérieur desquelles se distribuent des éléments nutritifs préformés pouvait être conçue comme un gain d'intelligibilité, ou du moins passer pour plus économique (et c'est, entre autres, le sens de l'argument déployé par Bonnet).

La physiologie du 18^e siècle reprend ce motif au sein duquel se nouent l'instabilité moléculaire du corps vivant et une nutrition essentiellement réparatrice. La manière dont Haller, par exemple, caractérise la nutrition dans les *Éléments de physiologie* l'exprime bien⁷¹⁷ : parce que les corps vivants sont dans un état « perpétuel de dissipation » (« les fluides s'exhalent et sont poussés au dehors ; les solides brisés et réduits en très petites parties, passent dans les cavités des grands vaisseaux par les orifices des vaisseaux inhalant, sont rendus par ce moyen au sang, forment le sédiment de l'urine, deviennent la matière de la pierre et des os contre nature »), il faut que la nutrition soit définie comme le moyen permettant de compenser les pertes organiques. Réciproquement, parce que la physiologie est, chez Haller, ordonnée à l'anatomie (la structure anatomique commande la fonction de l'organe) la nutrition doit se contenter d'agir sur une structure qui lui préexiste. C'est en somme la double lecture de l'organisation comme structure et de la nutrition comme phénomène de croissance – réparation qui conditionne la direction préformationniste de l'analogie.

Que la nutrition – réparation impliquât une lutte active contre des forces chimiques de dissolution (Stahl) ou – dans un tableau moins dramatique des relations entre la vie et la matière – la nécessité d'une structure préexistante (Bonnet), la chimie restait étrangère à la vie, et la nutrition en quelque sorte impuissante (soit qu'elle fût pensée comme un instrument inorganique au service d'une âme hégémonique, soit qu'elle fût modélisée comme un processus secondaire agissant sur une structure déjà donnée. Or le constat de cette instabilité chimique du corps, ou du renouvellement constant de ses composants matériels, ne devait pas nécessairement déboucher sur une conception passive et préformationniste de la nutrition. Un tel constat pouvait en réalité se développer dans une direction inverse où l'instabilité devenait une occasion de penser la nécessaire auto-production du vivant : la nutrition loin d'assembler des

⁷¹⁷ Haller (1769), 1^e partie, Ch. 9 « De la nutrition ». Sur la physiologie de Haller, nous renvoyons à Duchesneau (2012) [1982], Cimino et Duchesneau (1997), Cherni (1998), Boury (2008).

éléments préformés dans une structure préexistante pouvait en venir à désigner des processus d'altérations et de synthèses *à la fois* chimiques et vitales.

Nous proposons qu'une conception que nous qualifierons d'épigénétiste de la nutrition a émergé et s'est développée au 18^e siècle, dans laquelle la nutrition cessait d'être conçue comme une succession d'étapes continues d'expansion par attraction et assimilation d'éléments analogues au sein d'une structure préexistante, en faveur d'une réflexion sur son pouvoir organisateur. L'analogie entre génération et nutrition pouvait ainsi être remodelée et nourrie de nouvelles significations épigénétiques à partir du milieu du 18^e siècle, en particulier sous l'impulsion des travaux expérimentaux sur la nature chimique de la digestion. Les expériences de Réaumur sur les estomacs des oiseaux, les travaux de Venel⁷¹⁸ sur la nature chimique de la digestion (comme extraction et chylification – analyse et synthèse), ou le modèle d'une actualisation de la sensibilité de la matière par une série de digestions (à la fois chimiques et physiologiques) dans *l'Entretien entre d'Alembert et Diderot*⁷¹⁹ ont contribué à affaiblir une conception purement anatomique et structurelle de l'organisation vitale, en se concentrant sur les changements d'états et les transformations que subit la matière dans des processus d'assimilation.

Mais si la nutrition devenait en quelque sorte chimique, c'est la conception même de la chimie, ou plutôt de ses relations avec le vivant qui devait être reconfigurée : pour que la nutrition cesse d'instruire une analogie évoluant dans le sens de la préformation, il fallait donc conjointement que la chimie ne soit plus seulement indexée à des processus de putréfaction et de décomposition travaillant contre la vie – que l'instabilité chimique des vivants cesse d'être un indice de morbidité en somme – mais qu'elle indique aussi les voies matérielles de processus d'organisation. Dans ce contexte, le point de vue chimique sur le vivant permettait de déplacer l'analyse du niveau de l'organisation (entendue comme agencement d'organes) à celui des constituants élémentaires – dualité de niveaux que nous avons analysée au chapitre 4 (voir *supra* 4.2.3) – ou plutôt de repenser l'organisation vitale en termes de processus immanents à la matière en se concentrant sur sa vitalité potentielle ainsi que sur les conditions chimiques de son activation. En somme la chimie permettait de renverser le

⁷¹⁸ Réaumur (1752)

⁷¹⁹ Diderot (1769) [1830], pour une analyse détaillée de l'interprétation chimique de la nutrition chez Diderot comme actualisation d'une sensibilité latente de la matière, voir Pépin (2012).

modèle structurel classique de l'organisation, puisqu'en interrogeant la totalité organique à partir de ses constituants élémentaires elle ouvrait la possibilité que l'organisation structurelle soit le produit des transformations immanentes à une matière hétérogène.

Une interprétation rivale, chimique, de la nutrition fut ainsi rendue possible, interprétation à partir de laquelle l'auto-organisation pouvait devenir un objet central pour la prébiologie. A cet égard, nous proposerons qu'une condition de l'émergence de la biologie, en tant que science dédiée à l'étude de la spécificité du vivant, ne résidait pas tant dans l'affirmation de forces vitales irréductibles⁷²⁰, que dans le développement d'une nouvelle conception chimiquement instruite des processus d'organisation, parmi lesquels la nutrition devait occuper une place centrale. A quelles conditions la nutrition pouvait-elle donc devenir un outil soutenant à la fois une théorie épigénétique de l'ontogenèse et un schème épigénétique de l'organisme ? Ce chapitre s'articule autour de deux thèses qui constituent le pivot de notre analyse : 1) l'institution d'un schème épigénétique de l'organisme n'impliquait pas de tant de rompre la solidarité de la nutrition et de la génération que de déconstruire l'identification de la nutrition et de la croissance ; 2) l'institution d'un tel schème, loin d'impliquer cette rupture, supposait en réalité la possibilité de redéfinir la nutrition comme un processus d'organisation, chimiquement déterminé. Dans ce qui suit, nous analysons le rôle joué par cette explication renouvelée de la nutrition dans l'émergence de la notion d'auto-organisation – soit la manière dont les organismes construisent leur propre organisation et se maintiennent – et le développement d'un schème épigénétique de la vie. Nous voudrions montrer comment ce déplacement dans la manière de comprendre la nutrition, comme processus d'organisation plutôt que comme simple croissance / réparation d'une structure préexistante, a permis le développement d'un tel schème et a soutenu l'élaboration d'une conception des organismes comme entités auto-organisées et autonomes, capables de produire leur organisation et de maintenir leur forme par-delà leur renouvellement matériel continu.

⁷²⁰ Voir par exemple Gambarotto (2017).

6.1.1 Chimie et vivant – instruire sans réduire

Si nous tenons que le développement d'une perspective chimique sur le vivant a permis de reconfigurer la question de l'organisation vitale au 18^e siècle, nous devons d'abord indiquer comment s'est développée une conception chimique de la nutrition – conception qui devait s'affranchir à la fois des modélisations iatromécaniste et iatrichimique de ses opérations. Claire Salomon Bayet a montré comment l'étude de la fonction digestive – entre le débat qui opposa Hecquet et Astruc et les expériences de Réaumur (1752) – est progressivement passée d'un régime hautement spéculatif à un régime expérimental⁷²¹. Or l'un des bénéfices des expériences réalisées sur la digestion fut de mettre au jour sa nature chimique – compréhension qui permit d'écarter l'hypothèse mécaniste selon laquelle la digestion n'était une suite d'opérations de trituration et de broiement des aliments réalisées par l'action des dents, de la mâchoire et de l'estomac. Mais si cette nouvelle compréhension chimique de la nutrition – et plus particulièrement de la digestion – permettait à la médecine de s'émanciper de sa réduction à des modèles mécanistes, on pouvait craindre que cela ne se fit au profit d'une nouvelle réduction, non plus aux lois de la mécanique corpusculaire et de la mécanique rationnelle, mais à celles de la chimie élémentaire⁷²².

Nous avons déjà vu comment, avec Stahl, s'exprimait l'idée d'une irréductibilité du vital au chimique, irréductibilité qui prenait chez lui la forme d'une lutte active entre la vie et les forces chimiques de dissolution et qui se traduisait par l'impossibilité d'une application de la chimie à la médecine. On sait que Bichat reprendra partiellement ce motif de la lutte, en soustrayant l'ensemble des phénomènes vitaux d'une légalité physico-chimique gouvernant les corps inertes. De même, Comte dans les *Cours de philosophie positive* (dans la leçon 38 consacrée à cet « irrationnel assemblage » qu'est la chimie organique) regrettera que la biologie ne soit envahie par des considérations chimiques étrangères à la vie – envahissement tout autant préjudiciable à une authentique chimie qu'à une véritable biologie – et exprimera, comme l'écrit Canguilhem, « son hostilité et sa résistance à l'usurpation cosmologique, c'est-à-dire à la

⁷²¹ Salomon-Bayet (2008) [1978].

⁷²² Pour des études générales de ces relations entre chimie et science du vivant, nous renvoyons à Hall (1969), Fruton (1972), Florkin (1972).

prétention des sciences physico-chimiques de fournir à la biologie ses principes d'explication »⁷²³.

Ce qui était alors en jeu, c'était donc non seulement l'identification d'un obstacle au développement d'une science biologique autonome, maîtresse de ses principes comme de ses phénomènes, mais également l'idée que cette différenciation disciplinaire émanait d'une séparation ontologique entre les objets des sciences de l'inerte et ceux d'une science du vivant. La question des relations entre chimie et sciences du vivant soulève de fait deux séries de problèmes. Premièrement, celui de la prétention hégémonique de sciences supposément étrangères par essence aux sciences de la vie : la physique et la chimie. Selon Bordeu⁷²⁴ par exemple, cette dernière aurait cherché depuis qu'elle existe à s'emparer de la médecine, et l'étude de la digestion peut être comprise comme l'illustration exemplaire de cette tentative. Pour autant, le problème de l'impérialisme de la chimie vis-à-vis de la médecine n'est pas unilatéral : comme le souligne Venel dans l'article « Chimie » de *l'Encyclopédie*, la doctrine iatrochimique est tout autant soumission de la médecine à la chimie que de la chimie à la médecine⁷²⁵. Deuxièmement, celui des réquisits d'une application légitime, qui ne soit

⁷²³ Comte (2009), Canguilhem, « L'école de Montpellier jugée par Auguste Comte », in Canguilhem (1968), p. 73. Hegel sera un autre adversaire de cette emprise d'une chimie dite organique sur les sciences biologiques, nous reviendrons sur ce point au ch. 7.

⁷²⁴ Bordeu *Recherches sur les maladies chroniques*, 6^e partie, « Analyse médicinale du sang » : « I^o. Le sort de la médecine fut de marcher à côté de la physique et de l'anatomie, en se préservant de l'esprit de conquête, qui caractérise ces deux arts (...) Voici d'autres ennemis puissant à combattre, d'autres écueils à éviter. II^o. La chimie cherche, depuis qu'elle existe, à s'emparer de la médecine. Ceux qui en conservaient le dépôt sacré, ne purent résister aux vives saillies de Paracelse. Il fallut plier devant cet impétueux tyran. Le corps devint une manière de volcan, sous la main de cet homme de feu. Les anatomistes ont disséqué le corps jusqu'aux infiniment petites fibrilles ; et les physiciens ont transformé l'homme en machine à leviers, à pompes, à ressorts, à tuyaux, à pressoirs. L'École de Paracelse en fit un composé d'alambics, de ferments, de sels, d'effervescences, de vaisseaux distillatoires, de foyers d'explosions. », pp. 348-349.

⁷²⁵ « Une époque considérable pour la *Chimie*, c'est la conquête qu'elle fit vers le milieu du dernier siècle, de la théorie de la Médecine, ou la naissance de la secte chimique des Médecins, dont les chefs & les propagateurs les plus connus sont le célèbre professeur François Deleboe Sylvius, Otto Tachenius qui s'est fait un nom dans la *Chimie pratique* par quelques procédés particuliers sur la préparation des sels, & l'ingénieur Thomas Willis, auteur d'un traité sur la fermentation fort estimable, & inventeur des deux principes passifs, ajoutés au *ternaire* de Paracelse. Il n'est pas aisé de décider si cette conquête fut plus funeste à la Médecine qu'à la *Chimie*: car si d'un côté la *Chimie médicinale* devenue physiologique & pathologique, remplit bientôt d'hypothèses monstrueuses la théorie de la Médecine, dont elle avait enrichi la pratique tant qu'elle n'avait été que pharmaceutique, on peut avancer aussi que ses nouveaux sujets (les Médecins théoriciens) qui bientôt donnèrent le ton, traitèrent la *Chimie* avec cette licence de raisonnement, cette exondance d'explications qu'on leur a tant reprochée & à si juste titre, &

pas une réduction, de la chimie à l'étude des vivants : il s'agit alors de déterminer la nature de la discipline qui doit intervenir, ainsi que les limites de son champ d'application. Ce tracé de frontières qui devra nécessairement se faire aux dépens de la chimie selon Bordeu, puisque celles-ci ne consisteront qu'à éteindre toute tentative d'invasion et à inverser en quelque sorte les relations hiérarchiques :

« Le peu de cas que Stahl et Jonker faisaient de son application à la médecine, l'impuissance de Rouelle qui se trouvait arrêté dans l'explication des phénomènes de la vie ; enfin les décisions de Venel firent ma loi. Je renonçait à la chimie des corps morts, et je m'attachai à celle des corps vivants »⁷²⁶

Or, si cette question d'une soumission du médical au chimique reste vive⁷²⁷, et si les médecins vitalistes de Montpellier – parfois chimistes – se plaignent des analogies totalisantes issues d'une iatrochimie⁷²⁸ (analogies dont il est vrai qu'elles se distribuent dans les deux sens : du vivant au chimique, du chimique au vivant), ainsi que des prétentions de la chimie élémentaire à expliquer adéquatement les fonctions vitales, le régime des relations entre chimie et étude du vivant au 18^e siècle diffère singulièrement

qu'entre leurs mains la théorie chimique fut bientôt aussi gratuite que celle de la Médecine. », Venel, Article « Chymie ou chimie » (Ord. encyc. Entend. Raison. Philos. ou Science. Science de la nat. Physique. Physiq. générale. Physiq. particul. ou des grands corps & des petits corps. Physiq. des petits corps ou Chimie.), vol. III (1753), p. 408a–437b.

⁷²⁶ Bordeu (1775), p. 360.

⁷²⁷ Concernant les relations entre la chimie à la médecine, un des enjeux institutionnels importants est le rapport entre la pharmacologie et l'art médical. Par exemple, la médecine vitaliste prônant l'observation, contre l'expérimentation, s'oppose presque systématiquement à l'administration de médicaments produits par les apothicaires. En outre, de l'aveu de G.-F. Venel, l'analyse chimique, fondée sur l'action du feu et la distillation, s'avère impuissante à distinguer les vertus médicinales des plantes et les poisons, si bien que le projet du développement d'une pharmacologie doit être ajourné, voir Venel, *Essai sur l'analyse des végétaux, Premier Mémoire contenant l'exposition abrégée de mon travail et des considérations générales sur la distillation analytique des plantes*, in *Mémoires de mathématiques et de physique*, 2 (1755), pp. 319-332. Mémoire présenté le 13 juin 1752.

⁷²⁸ Pour une critique de l'iatrochimie, voir l'article « Médecine » de l'*Encyclopédie*, signé par Jaucourt : il y critique l'idée que la « nature procède en chimiste » et l'usage systématique des analogies (ébullition du vin – production des esprits animaux, corruption des métaux par des acides – dissolution des aliments, etc.). Voir également l'article « Chimie » de Venel, dans lequel il défend que l'empire d'une chimie sur la science du vivant est autant nuisible à la première qu'à la seconde, puisqu'il prive les deux discours de la possibilité de développer des concepts et des méthodes qui leur sont propres.

des lignes de tension que nous avons identifiées⁷²⁹ (et qui, *grosso modo*, des réductions iatrochimiques à celles de la biologie moléculaire, menaceraient à la fois l'autonomie de la biologie et la spécificité de son objet). D'une part parce que la chimie de l'*Encyclopédie* et de Montpellier – qui regroupe médecins, apothicaires et chimistes (ces doubles ou triples appartenances permettant de développer une certaine sensibilité aux dangers de la réduction) – n'a pas de prétention hégémonique ou militante, mais partage avec les sciences du vivant le même souci de s'affranchir d'un impérialisme mécaniste, et donc une même situation régionale à partir de laquelle pourront se développer des stratégies anti-mécanistes communes. D'autre part, parce que ce rejet d'une réduction théorique totale au modèle mécaniste entraîne corrélativement la critique de tout réductionnisme, dans un souci marqué de conserver la spécificité du vital par rapport au chimique⁷³⁰.

Aborder ces entrelacs entre chimie et science du vivant suppose donc de renoncer à y projeter l'ombre de conflits antérieurs (iatrochimie), postérieurs (chimie organique), ou contemporains (biologie moléculaire), le régime de ces relations au 18^e siècle étant moins celui d'une application, ou d'une réduction forcée de la biologie à la chimie (deux sciences encore inexistantes), que celui d'un effort commun de mise en évidence de la nature chimique des fonctions vitales⁷³¹. Les relations entre chimie et médecine au 18^e siècle s'écrivent donc moins en termes de réduction (épistémologique ou ontologique) que d'instruction : il s'agit davantage d'instruire l'explication des fonctions vitales par un point de vue qui marque à la fois leur inscription dans une nécessité naturelle, comme le souligne Pépin, et leur spécificité proprement vitale. Sous

⁷²⁹ Bordeu nuance sa critique de la chimie en la restreignant à un certain état de la chimie et à une conception hégémonique de ses relations à la médecine : « III^o. J'ai vu naître la chimie réformée qui s'étend depuis quelques années en France. Elle ne semble garder que son premier nom ; elle semble avoir renoncé à ses monstrueuses prétentions sur le monde entier. Elle voulait d'abord créer des mixtes et jusqu'à des êtres vivants : elle se contente aujourd'hui d'arriver à des principes connus et palpables : elle a pris une forme nouvelle entre les mains même de quelques uns de mes amis dont j'honore et respecte les lumières. », p. 349.

⁷³⁰ Voir en particulier les articles « Chimie » et « Médecine ».

⁷³¹ Pour une étude détaillée de ces relations au 18^e siècle, voir Pépin (2012). Comme le remarque Pépin, une fois la chimie constituée en une discipline il est en revanche possible que la professionnalisation de ses acteurs et donc l'éloignement corrélatif des chimistes à la médecine (leur moindre connaissance du vivant) ait reconfiguré l'espace de ces relations et autorisé le développement de nouvelles vellétés d'annexion ou de réduction du vivant au chimique – vellétés contre lesquelles Claude Bernard par exemple écrira, sans pour autant revendiquer l'autonomie ontologique des objets biologiques (ceux-ci étant soumis au même déterminisme physico-chimique que les corps inertes) dans l'idée de développer une chimie physiologique, ou une physiologie chimique qui puisse concevoir comment ces déterminismes agissent dans des conditions organiques spéciales. Voir Bernard (2008b), (2009b).

cet aspect, nous pouvons entrevoir comment le développement d'une perspective chimique sur le vivant au sein même de la tradition vitaliste a permis de penser la spécificité des opérations et propriétés vitales indépendamment de toute alternative ontologique (la vie comme propriété actuelle de la matière / la vie comme effet de l'organisation – en son sens de structure).

Ainsi, nous voyons dans le développement d'un éclairage chimique sur le vivant une des conditions de ce matérialisme vital – brisant le double lien du vivant au théologique et au mécanisme – que nous cherchions au début du chapitre 3. Nous avons voulu en déterminer le déploiement à partir du fil conducteur de la nutrition plutôt que de l'épigenèse – fil conducteur qui nous permettait notamment de réintégrer une dimension proprement métabolique dans l'élaboration d'un schème épigénétique de l'organisme. Or il nous semble que c'est à partir de cet éclairage chimique, ou dans l'espace de ces relations entre science du vivant et chimie, que pourra s'élaborer une conception authentiquement biologique de la nutrition – au sens où elle ne dérive pas d'analogies étrangères – comme processus d'organisation et d'autoproduction vitale. Nous proposons de revenir brièvement sur l'état de ces relations entre chimie et science du vivant au 18^e siècle avant de déterminer comment une conception épigénétique de la nutrition s'y est développée.

6.1.2 *L'estomac, laboratoire du vivant. Une chimie vitaliste de la digestion ?*

Avec l'étude de la fonction respiratoire, l'étude de la fonction digestive a en effet été un lieu privilégié de ces interactions entre chimie et science du vivant. Cependant, l'espace que dessinent ces interactions n'est pas régulier, et l'on aurait tort – à partir des principes généraux que nous venons de poser – de penser que cette élaboration d'une conception authentiquement biologique de la nutrition s'est faite sans heurts. Dans ce chapitre et le suivant nous suivons donc les tracés dialectiques qui ont tantôt œuvré dans la direction d'une telle élaboration (en faveur d'une compréhension épigénétique puis synthétique de la nutrition), tantôt travaillé dans une direction contraire (en faveur d'une théorie préformationniste, en sa base chimique, de la nutrition ; ou de théories requérant l'action de forces vitales – assimilatrices et digestives – spécifiques).

Ainsi, et alors même qu'une compréhension chimique de la digestion acquiert une légitimité expérimentale avec les travaux de Réaumur en 1752 sur les estomacs des oiseaux (à gésiers et à estomacs membraneux), l'attitude des médecins de Montpellier vis-à-vis de l'introduction de la chimie est ambiguë, faite à la fois de résistances et d'emprunts. S'ils proclament l'irréductibilité des phénomènes organiques et des lois auxquelles ils obéissent à une suite de réactions chimiques, ils font aussi une large place à un modèle chimique de compréhension de la digestion, à l'instar de Venel (médecin chimiste de la faculté de médecine de Montpellier) dans les articles « Digestion », et « Nourrissant » de l'*Encyclopédie*. L'espace que recouvrent ces interactions entre chimie et science du vivant n'est en réalité pas accidentel dans le cas de la nutrition : celui-ci ne relève pas seulement d'un aspect méthodologique et expérimental, puisque c'est un motif récurrent que de considérer le centre épigastrique, et en particulier l'estomac, comme l'analogue d'un « laboratoire »⁷³² de chimie, où des opérations et des agents chimiques, dont il faut encore déterminer la nature, expliquent le passage de l'aliment à la matière vivante et sensible. Plus que l'application de méthodes et objets d'une science tenue pour étrangère aux phénomènes du monde organique, il s'agit donc de mettre au jour la nature proprement chimique de la digestion – nature chimique qui doit prendre en charge l'explication de ces transformations et passages, mais aussi celle de l'émergence de nouvelles propriétés. Si bien que dans le cas de la fonction digestive, la chimie pourrait être à la fois l'outil destiné à en acquérir une juste compréhension, et la nature des phénomènes qu'il s'agit d'expliquer. Un second facteur de proximité entre chimie et nutrition réside dans l'analogie qui existe entre deux opérations désignées sous le terme de « digestion ». Celui-ci réfère aussi bien à l'opération au cours de laquelle l'organisme transforme la matière alimentaire en matière assimilable qu'à l'opération chimique « qui consiste à appliquer un feu doux et continu à des matières contenues dans un unique vaisseau ordinairement fermé, ou dans des vaisseaux de rencontre »⁷³³. Cette analogie entre digestion chimique et digestion organique sera développée et approfondie dans la définition que Venel donne de la digestion à l'entrée « Economie animale » de l'article « Digestion », ainsi que dans le *Rêve de d'Alembert* de Diderot, quoique dans des directions sensiblement différentes comme nous le verrons.

⁷³² L'image est empruntée à Diderot, Lettre à Duclos, 10 octobre 1765.

⁷³³ *Encyclopédie*, article « Digestion », entrée « chimie ».

La difficulté réside ici dans le fait que ces deux attitudes (emprunt et rejet) ne s'excluent pas nécessairement, voire se superposent chez un même auteur (Venel⁷³⁴, Bordeu⁷³⁵). Or cette dissonance nous semble être moins l'indice d'une contradiction que du souci constant de neutraliser la portée du point de vue chimique sur le vivant à mesure que celui-ci sera convoqué dans une stratégie anti-mécaniste – on ne quitte pas la tutelle de la mécanique pour fondre le vital dans le chimique. Plus fondamentalement, cette dissonance nous semble prendre racine dans la double lecture que l'école vitaliste fait de la nutrition : d'un côté, contre la théorie mécaniste, la nutrition est adéquatement ressaisie comme une suite d'opérations chimiques par Réaumur, Venel, Diderot, et ces reconceptualisations de sa nature chimique peuvent alors s'appuyer sur une solide tradition (celle que nous avons analysée dans les chapitres 2 et 3) ; de l'autre, le statut éminent et central qui est accordé aux processus nutritifs dans l'économie animale discrédite *a priori* toute tentative de réduction analytique de leurs opérations. Si le modèle de l'économie animale met en difficulté toute approche expérimentale, parce qu'en décomposant le tout organique en parties l'expérimentation (dissections, lésions, etc.) détruit aussi les relations harmoniques qui le maintiennent en vie et ne donne accès qu'à de l'artificiel et à du mort⁷³⁶, la question est semble-t-il encore plus aiguë avec la nutrition – qui est pourtant caractérisée comme la fonction la plus « chimique » du corps⁷³⁷ – puisqu'on voit mal comment la voie analytique pourrait donner la raison des propriétés vitales des humeurs, et encore moins comment cette perspective analytique pourrait éclairer l'émergence des telles propriétés (irritabilité / sensibilité) dans les processus de nutrition considérés sous leur aspect exclusivement

⁷³⁴ « La secte des solidistes mécaniciens a réfuté les chimistes avec avantage, sans les entendre cependant et presque par hasard ; ou pour mieux dire, parce que les chimistes avaient si fort outré leurs prétentions, qu'elles tombaient d'elles-mêmes par cet excès, quoique le fond du système, l'assertion générale que la digestion est une opération chimique, soit une vérité incontestable, comme nous l'observerons dans un moment », Article « Digestion », *Encyclopédie*.

⁷³⁵ Voir Bordeu, dissertation sur la digestion, *An omnes organicae corporis partes digestionem opitulentur ?* (Praes. Ludovico Anna Lavirotte. Cand. Theophilo Bordeu), texte imprimé, Parisiis (1752) ; et *Les Recherches sur les maladies chroniques* (« Analyse médicale du sang ») ; ou plus tard en 1798 chez Isaac Gausson dans ses *Réflexions sur l'application de la chimie à la médecine*. Nous pensons en particulier aux critiques adressées par Gausson à l'analyse chimique des substances organiques : ses critiques s'adressent en effet davantage à l'analyse par distillation (au moyen du feu) qu'à l'analyse menstruelle, fondée sur la table des rapports chimiques d'Etienne François Geoffroy (1718).

⁷³⁶ Sur cette résistance des médecins vitalistes à l'expérimentation animale, contre Haller notamment, voir Wolfe (2013).

⁷³⁷ Voir *infra*, Bordeu (1775) et Gausson (1798).

chimique. Deux facteurs nous paraissent donc commander cette attitude duale de la médecine vitaliste vis-à-vis d'une chimie de la nutrition – facteurs que nous allons maintenant analyser : d'une part la tension entre la place accordée au centre épigastrique dans les théories médicales de l'« économie animale » (comme nous l'avons mentionné au ch. 4, voir *supra* 4.2.3) et l'explication de la fonction digestive à partir de l'analyse chimique, et d'autre part l'équivocité de ce qui est désigné par les médecins vitalistes sous le terme même de « chimie ».

Comme nous l'avons dit, la seconde moitié du 18^e siècle voit se développer des stratégies anti-mécanistes dans la conception physiologique et médicale des phénomènes de nutrition. La perspective, comme nous l'observerons plus en détail, est moins celle que nous pourrions qualifier d'une physiologie générale et qui chercherait les mécanismes de la nutrition communs aux plantes et aux animaux, que celle d'une médecine centrée sur les conditions de la vie animale et sensible. Cet ancrage du problème de la nutrition dans la médecine et la vie animale aura notamment pour conséquence de cristalliser la série de difficultés que nous venons de relever et, corrélativement, les contradictions internes à toute approche chimique de la nutrition. Plusieurs textes, que nous présentons brièvement, permettent d'esquisser les contours de cette nouvelle approche, chimiquement instruite, de la nutrition. En 1752, Réaumur publie deux dissertations sur la digestion dans *l'Histoire de l'Académie Royale des Sciences*⁷³⁸. Il s'agit de deux suites d'expériences, la première réalisée sur les oiseaux dont l'estomac est un gésier, la seconde sur les oiseaux de proie à estomac membraneux. Pour Réaumur il s'agit d'abord de discriminer les hypothèses par la méthode de l'élimination expérimentale. Trois hypothèses s'affrontent alors : la digestion est exclusivement trituration ; la digestion est exclusivement fermentation ; trituration et fermentation concourent ensemble à la digestion. La méthode employée par Réaumur va consister, dans une suite de tests expérimentaux, à faire varier les objets de l'expérimentation afin de se prémunir de toute généralisation analogique. La conclusion de Réaumur est contrastée : alors qu'il est clair que la digestion agit par voie mécanique de broiement dans les gésiers, elle s'opère par l'action d'un « dissolvant », hors de toute trituration,

⁷³⁸ Réaumur, « Sur la digestion des oiseaux. Premier mémoire. Expériences sur la manière dont se fait la digestion dans les oiseaux qui vivent principalement de grains d'herbe, et dont l'estomac est un gésier », *Histoire de l'Académie royale des sciences* (1752) ; « Sur la digestion des oiseaux. Second mémoire. De la manière dont elle se fait dans l'estomac des oiseaux de proie », *Histoire de l'Académie royale des sciences* (1752).

dans les estomacs à texture membraneuse – puisque des aliments enfermés dans des tubes de fer (protégés de toute action mécanique donc) sont néanmoins digérés⁷³⁹. À l'issue de ces expériences, il reste encore à déterminer la nature de ce dissolvant, ce que Réaumur n'a pas le loisir de faire, en raison de la mort prématurée de la buse sur laquelle il expérimentait. La même année (1752), Bordeu publie une dissertation sur la digestion intitulée *An omnes organicae partes digestioni opitulentur*⁷⁴⁰, qui présente la digestion comme une fonction générale de l'organisme, dont les effets se propagent, au-delà de la région épigastrique, à tout le corps. Enfin, Venel, dans les articles « Digestion » et « Nourrissant » de *l'Encyclopédie* redéfinit le cadre d'une théorie chimique de la digestion : celle-ci est moins une opération purement chimique (par exemple une fermentation, comme le concevait Astruc), qu'une « suite d'opérations chimiques » (extraction et chylification) se déployant dans un contexte organique spécial.

i. La nutrition entre chimie et économie animale

Alors que pour Astruc (voir *supra*, chapitre 3) la doctrine de la fermentation était rendue nécessaire pour expliquer l'apparition de nouvelles qualités au cours de la digestion (et en particulier d'une nouvelle mixtion vitale), chez Venel la chimie doit prendre en charge l'explication d'un phénomène différent : non plus une *transmutation* des aliments par l'action de ferments permettant d'expliquer le passage de l'aliment à la chair animale (l'émergence d'une nouvelle mixtion), mais l'*extraction* de la partie nourrissante déjà contenue dans les aliments par l'action des sucs digestifs. À la fermentation, Venel va donc substituer une conception de la digestion comme extraction et chylification. La digestion consiste alors moins en la production d'éléments nouveaux, qu'en une analyse des parties nutritives des aliments (qui sont donc « préexistantes ») et en la production corrélative de chyle :

⁷³⁹ Réaumur (1752), pp. 464-465, voir également : « Après que la bouillie eut été enlevée, le reste de chair qui fut mis à découvert, parut avoir à peu près son ancienne couleur peut-être néanmoins était-elle un peu plus blanchâtre ; mais cette chair avait perdu de la consistance ; en la tirant doucement avec la pointe d'un canif en différents sens, on la mettait en charpie ; son odeur n'était point celle de la viande pourrie ; elle en avait pris une qui n'avait rien de si désagréable. », p. 467 ; « Il est donc incontestablement prouvé, que la viande peut être digérée dans l'estomac des oiseaux carnassiers sans y avoir été broyée, mais sans même y avoir souffert les plus légers frottements (...) », p. 471.

⁷⁴⁰ Bordeu (1752).

« (...) il faut se représenter la *digestion* comme une vraie opération chimique, ou plutôt comme un procédé ou une suite d'opérations chimiques. (...) Nous avons déjà observé que la partie vraiment alimentaire des aliments préexistait dans ces aliments, elle y est contenue comme un extrait, ou une résine l'est dans un bois, un métal dans certaines mines, &c. Tous les phénomènes de la *digestion* nous présentent des opérations exactement analogues à celles par lesquelles un chimiste sépare cet extrait, cette résine, ce métal : nous allons suivre cette analogie en deux mots. Un chimiste qui veut séparer une résine d'un bois, le divise ordinairement par une des opérations qu'il appelle *préparatoires* : il le pile, il le râpe, et la mastication répond à cette opération préparatoire ; il le place ensuite dans un vaisseau convenable, l'estomac et les intestins sont ce vaisseau ; il emploie un menstrue approprié, les sucs digestifs sont ce menstrue ; il applique une chaleur convenable, la chaleur animale est suffisante pour la *digestion*. »⁷⁴¹

La digestion organique extrait des aliments, par une suite d'opérations chimiques pensées par analogie avec les digestions chimiques (division de la matière en particules, action d'un liquide et de la chaleur propres à activer certaines réactions), la substance nourrissante qui leur est propre : celle-ci n'est donc ni créée, ni changée au cours de la digestion. Cette partie nourrissante des aliments que les sucs digestifs permettent d'extraire correspond aux corps muqueux qui sont propres à se transformer en chyle :

« (...) et toute cette masse de matière mangée, *ingestorum*, ne se change pas même en chyle, qui est la forme la plus grossière et la plus éloignée sous laquelle la matière nutritive se réduit pour passer par des élaborations ultérieures dans l'état immédiatement propre à s'assimiler à la substance animale ; d'où l'on voit combien sont inexacts et superficielles certaines théories de la digestion, qui ne roulent que sur la division, l'atténuation, le ramollissement, le pétrissement, *sub actio*, de toute la matière mangée, considérée indistinctement *in concreto* ; comme si le chyle n'était autre chose qu'une poudre ou une bouillie de toute cette masse étendue dans un liquide, et non pas un véritable extrait qui n'a besoin, après une

⁷⁴¹ Venel, « Digestion » (Economie animale), *Encyclopédie*.

mastication convenable, que d'une application paisible des liqueurs digestives d'un vaisseau et d'un degré de chaleur convenables. »⁷⁴²

Pour deux raisons, la théorie de la digestion de Venel nous semble refléter un tournant vitaliste dans la manière d'envisager cette suite de processus : d'une part par son rejet explicite de toute modélisation mécaniste – ces opérations de compression révèlent leur impuissance à produire la moindre substance utile à la vie (comme l'avait déjà montré Bordeu à propos de la sécrétion glandulaire) – ; de l'autre parce que le point de vue chimique assume un rôle stratégique dans ce contexte : les qualités des aliments renvoient en réalité à une hétérogénéité de la matière, laquelle permettra à Diderot de penser en termes d'activation de potentialités inhérentes à la matière dans des contextes spécifiques. La théorie de Venel implique en effet que les aliments 1) sont des mixtes de composants hétérogènes, et non un assemblage d'unités de matière homogène ; 2) qu'ils sont doués de propriétés vitales latentes qui pourront être libérées au cours de la digestion, par l'action conjointe des sucs digestifs qui agissent comme des menstrues, et de la chaleur animale ; 3) qu'ils peuvent transmettre ces propriétés à l'organisme assimilateur.

Il y a donc bien un point de vue spécifiquement vital qui émerge de cette compréhension chimique de la nutrition, bien qu'elle continue de se référer à des qualités « préexistantes » dans les aliments. La théorie de la digestion esquissée par Venel se conçoit donc en terme de passage de qualités de l'aliment à l'alimenté, de l'assimilé à l'assimilateur, passage dont la nature « vitaliste » tient dans l'affirmation d'une affinité ou d'une identité chimique entre la partie nutritive de l'aliment et la texture vitale qui s'en empare (corps muqueux) : en d'autres termes, parce que les aliments contiennent en eux des parties propres à soutenir la vie, ou parce que leur matière est déjà vivante quoique de manière latente. En somme l'animal de Venel ne construit pas sa texture organique aux dépens de l'identité de ce qu'il ingère (il ne détruit pas une organisation – la substance de l'aliment – pour en synthétiser une nouvelle – sa substance organique), mais dépend directement de la composition chimique de ses aliments (la proportion de corps muqueux que contient un aliment définissant ainsi sa qualité nutritionnelle). En effet, si la digestion se contente d'extraire la partie nourrissante – muqueuse – de l'aliment, celle-ci n'est en retour nourrissante

⁷⁴² Venel, « Nourrissant », *Encyclopédie*.

que parce qu'elle partage avec la substance des animaux une même composition chimique, ajoute Venel : « Il est connu d'ailleurs que la substance propre des animaux, tant l'humeur vitale lymphatique, que tous les organes, et mêmes les plus solides, sont formés d'une matière particulière dont l'essence est bien déterminée, savoir du corps muqueux. »⁷⁴³ Et Venel en veut pour preuve que la décoction des substances animales par le digesteur de Papin⁷⁴⁴ (de la substance gélatineuse et molle de l'embryon aux os les plus durs) les reconduit toutes à leur « premier état de mucosité ». Une matière est donc nourrissante en raison de son degré de mucosité, et les végétaux ne sauraient fournir aux herbivores la source de leur alimentation que suivant ce principe selon lequel leur composition doit être analogue à celle de l'organisme animal qui s'en nourrit. En effet, l'article « Muqueux » de l'*Encyclopédie* (Venel) établit une analogie entre le règne végétal et le règne animal, la mucosité existant sous des formes (substances chimiques) différentes dans les deux règnes (gomme ou substance gélatineuse dans les crucifères par exemple, gelée dans l'animal), et devant nécessairement constituer le fonds de la nutrition : « les végétaux sont d'autant plus nourrissants qu'ils contiennent une plus grande quantité de corps muqueux et de corps muqueux plus approchant de l'état de mucosité animale », ajoute-t-il dans l'article « Nourrissant ». Est donc nourrissant, ou plutôt propre à fournir la substance organique de tout être vivant, ce qui est déjà identique chimiquement à cette substance, c'est-à-dire ce qui est en un sens déjà vivant, ou ce qui du moins en constitue la base matérielle, à savoir la mucosité. Or l'article « Muqueux » envisage que cette mucosité, qui se distribue également entre les règnes, ne soit pas le produit d'une organisation spécifique qui fasse passer de l'inerte au vivant, mais au contraire d'une matière déjà actuellement vivante : les molécules organiques.

« Trois qualités communes plus intérieures ou plus essentielles encore, c'est, 1° la disposition qu'ont tous ces corps à fournir la nourriture propre & immédiate des animaux, voyez Nourrissant ; 2° d'être le sujet spécial de la fermentation, voyez Fermentation ; 3° d'être principalement, peut-être entièrement formés d'un amas de molécules organiques »

⁷⁴³ Venel, article « Nourrissant ».

⁷⁴⁴ Construit en 1679, le digesteur de Papin est une sorte d'autoclave, dans lequel la double montée, en pression et en température, permet de « cuire » brutalement les substances qui y sont introduites : os et morceaux de viande dure se transforment en une gelée.

Étonnamment donc, cette chimie vitaliste de la digestion se déploie encore à l'intérieur du schème préformationniste que nous avons identifié – schème préformationniste de la nutrition dont les fondements ne seront plus mécanistes, mais dorénavant chimiques – parce que, chimiquement, la nutrition animale ne produit rien mais se contente seulement d'extraire des aliments les parties muqueuses actuellement vivantes, s'il est attesté que les molécules organiques en sont bien les composants élémentaires. Venel donne en quelque sorte un éclairage chimique au modèle de la nutrition de Buffon : l'assimilation se fait entre substances homogènes entre elles, quoiqu'une suite d'opérations chimiques soient désormais nécessaire pour en assurer l'effectuation. Nous lisons ici une anticipation singulière du problème chimique de l'animalisation et de l'assimilation directe qui, à partir de Fourcroy et Lavoisier, servira de principe à une théorie de la nutrition directe (dans laquelle l'animal se contente d'extraire des aliments les principes préformés dont la composition chimique est analogue à celle de sa propre substance) – la mucosité de Venel étant alors remplacée par les substances azotées⁷⁴⁵.

À cet égard, il nous paraît remarquable que les entrées « Digestion », « Muqueux », ou « Nourrissant », toutes écrites par Venel, ne cherchent pas davantage à caractériser par l'analyse chimique – ici l'analyse menstruelle – les principes immédiats des substances organiques et des substances alimentaires, le point de vue chimique étant immédiatement relayé par celui du médecin qui conçoit la digestion dans la globalité de l'économie animale, c'est-à-dire « comme une fonction organique et générale »⁷⁴⁶. La chyli-fication n'étant qu'un effet de la fonction digestive au sein de l'économie animale, il s'agit alors de déterminer l'influence de la digestion dans l'économie totale – point de vue qui, par définition, vient immédiatement modérer les ambitions d'une caractérisation chimique de la nutrition. Venel se tourne alors vers la dissertation que Bordeu avait publiée en 1752, pour envisager la digestion comme l'effet et la manifestation d'un appétit et d'une connaissance sourde des organes⁷⁴⁷ :

⁷⁴⁵ Ce point est abordé pour loin dans le chapitre 6, voir *infra* 6.3.

⁷⁴⁶ Article « Digestion », *Encyclopédie*.

⁷⁴⁷ Voir Bordeu, (1818), vol. 2, p. 830 : « L'estomac, organe principal de la digestion, réveille et attire à lui l'action des autres organes et de toutes les parties, pour qu'ils l'aident dans sa fonction. Cette fonction de l'estomac consiste à extraire le suc muqueux des aliments, suc qui est ensuite séparé des matières grossières, et mêlées au sang par les puissances digestives, en

« Voici comme M. Bordeu médecin de la faculté de Paris, auteur de plusieurs ouvrages remplis des observations les plus ingénieuses & des plus importantes découvertes sur le jeu & les correspondances des organes ; voici, dis-je, comme cet auteur présente les principales observations qui prouvent cette influence de la *digestion* sur l'économie générale de la vie, dans une excellente dissertation soutenue aux écoles de médecine en 1752 sous ce titre : *An omnes organica corporis partes digestioni opitulentur ?* 'Les animaux, dit M. Bordeu, éprouvent à certains tems marqués une sensation singulière dans le fond de la bouche & dans l'estomac, & un changement à peine définissable de tout leur individu, état fort connu cependant sous le nom de *faim*.... Si on ne fournit pas alors des aliments à l'estomac, l'animal perd ses forces, & tout l'ordre des mouvements & des sentiments est renversé chez lui. Mais à peine cet aliment est-il pris, que les forces abattues renaissent ; & bientôt après un léger sentiment de froid s'excite dans tout le corps ; on éprouve quelque pente au sommeil, le pouls s'élève, la respiration est plus pleine, la chaleur animale augmente, & enfin toutes les parties du corps sont disposées à exercer librement leurs fonctions. Voilà les principaux phénomènes de la *digestion*, & ceux qui portent à la regarder comme *un effort de tout le corps*, comme une fonction générale'.

On ne peut supposer, en effet, que l'aliment ait réparé les forces par la nutrition, ou même par le passage du chyle dans le sang, le chyle n'est point fait encore, la première élaboration des aliments est même à peine commencée, lorsque la machine est pour ainsi dire remontée par la présence des aliments.

Mille observations faites dans l'état sain & dans l'état de maladie, concourent à établir la réalité de ce dernier usage de la *digestion*, & à le faire regarder même comme le premier ou l'essentiel, comme le plus grand, le plus noble. Du-moins résulte-t-il de toutes ces observations un corps de preuve, qui met ce système, ce me semble, hors du rang des hypothèses ordinaires. Mais, & ces observations, & les vérités qui en naissent immédiatement, & les vérités plus composées qu'on peut

suivant la direction de leurs mouvements, qui se portent de l'estomac aux intestins et au mésentère. »

déduire de celles-ci, appartiennent aux recherches générales sur l'économie animale. *Voyez* (Economie animale. »⁷⁴⁸

Le mouvement de l'article « Digestion » reflète cette double lecture vitaliste de la nutrition et encadre en quelque sorte le rôle qu'une chimie est amenée à y jouer : si la chimie peut servir d'outil dans une stratégie anti-mécaniste en dévoilant la nature chimique des opérations nutritives, elle doit cependant être neutralisée par une théorie holiste de l'organisme pour laquelle le point de vue analytique et élémentaire se révèle nécessairement impuissant. D'un côté donc l'anticipation d'une théorie de la nutrition directe, ou la reconduction sur des bases chimiques d'une conception préformationniste de la nutrition, de l'autre la neutralisation de la chimie par la théorie de l'économie animale. Comme l'écrit Bordeu dans les *Recherches sur les maladies chroniques* :

« XV. Il règne dans les lois de l'économie animale un art merveilleux qu'on n'imitera jamais. Le chimiste et le mécanicien ont beau le rechercher ou se flatter de le reconnaître, jamais ils ne parviendront, l'un à faire du sang, et l'autre une machine semblable au cœur, au cerveau, ou à l'estomac : à plus forte raison ne connaîtront-ils jamais les rapports qui font l'harmonie des organes : la nature est plus profonde que le plus sublime mathématicien, physicien ou chimiste. »⁷⁴⁹

Si la théorie chimique de Venel parvient donc à reconfigurer une compréhension physiologique de la nutrition loin du mécanisme, celle-ci nous paraît néanmoins ambivalente : alors qu'il développe des outils conceptuels qui permettent de penser à la fois l'hétérogénéité qualitative d'arrangements de matière apparemment simples et les transformations contextuelles que peuvent subir ces arrangements, ou l'activation de propriétés latentes, sa théorie de la nutrition se déploie néanmoins dans une direction préformationniste (puisque l'organisme animal se borne à assimiler des éléments préexistants chimiquement identiques à sa substance), et le point de vue chimique se voit comme limité – et possiblement contredit – par le rôle éminent du centre épigastrique dans l'économie animale. En un sens Venel est ici plus proche de Bordeu que de Diderot qui s'appropriera ces éléments de chimie digestive dans une

⁷⁴⁸ Article « Digestion » (*Econom. anim.*), vol. IV (1754), p. 999a–1003a.

⁷⁴⁹ Bordeu (1818), p. 831.

direction plus radicalement épigénétique et matérialiste dans le *Rêve de d'Alembert*. Non seulement le centre épigastrique occupe une place première dans le jeu des forces des centres et dans l'ordre de l'animation de l'organisme (comme l'établit Ménuret dans l'article « Economie animale »⁷⁵⁰), mais il doit également être conçu comme un foyer d'émergence de la sensibilité, puisque c'est dans ses organes que s'effectue ce passage de l'aliment inerte à la matière animale, sensible et vivante – émergence dont on ne peut concevoir qu'elle ne soit que l'effet d'une suite d'opérations chimiques (lesquelles ont été toutefois neutralisées dans leur prétention réductrice puisque la chimie de la digestion n'est pas production d'une organisation vitale à partir d'une organisation inerte, mais, extraction d'une substance vitale par excellence) et dont il faut au contraire confier la production à une sensibilité discriminante de l'organe. Justement, pour le médecin de Montpellier, la nutrition ne saurait se concevoir uniquement comme une extraction des parties propres à entretenir la vie (extraction des parties muqueuses) – processus d'analyse qui peut être chimiquement décrit – mais doit être plus généralement ressaisie dans l'économie globale du corps, et à ce titre la nutrition doit être pressentie comme un lieu de production vitale : émergence des propriétés vitales, production de substances hétérogènes et spécialisées. Fouquet rattache ainsi, dans l'article « Sensibilité », la centralité de la digestion à ce primat de la sensibilité :

« Ainsi, pour nous en tenir aux principales de ces fonctions, qu'on peut regarder comme les modèles de toutes les autres, la digestion, ou ce qu'elle a d'animal ou de propre au corps vivant, dépend de la *sensibilité* singulière de l'estomac, de son appétit particulier au moyen

⁷⁵⁰ « Mais comme il n'y a point d'action sans réaction, & que le point d'appui qui régit principalement celle-ci, qui la borne & qui la favorise par une réciprocation prochaine & immédiate, c'est la masse gastrico-intestinale, soit par son ressort inné, mais principalement par celui qu'elle acquiert en s'érigeant pour sa fonction propre : savoir, la digestion des alimens. Il résulte de ce premier commerce de forces une fonction commune & moyenne, que l'auteur a admirablement suivie, analysée & présentée, sous le nom de forces gastrico-diaphragmatiques, ou de forces épigastriques. Voilà donc la fonction fondamentale, première, modératrice : reste à déterminer quels sont les organes qui la contre-balancent assez victorieusement pour exercer avec elle cette réciprocation ou cet antagonisme, sans lequel nulle force ne peut être exercée, déterminée, contenue ; ces organes sont la tête considérée comme organe immédiatement altéré par les affections de l'ame, les sensations, les passions, &c. & un organe général extérieur dont la découverte appartient éminemment à notre observateur. Un commerce d'action du centre épigastrique à la tête & à l'extérieur du corps, & une distribution constante & uniforme de forces, de mouvemens, de ton aux différens organes secondaires, vivifiés & mis en jeu par ces organes primitifs : voilà la vie & la santé. », Article « Economie animale », (Médec.), vol. XI (1765), p. 360a–366b.

duquel il désire & retient les aliments qui lui plaisent, & cette *sensibilité* qui veille sans cesse s'oppose en même tems ou du-moins se refuse à ce que l'estomac se remplisse au-delà de ce qu'il faut, *etc.* »⁷⁵¹

Le modèle de l'économie animale et le rôle assigné à l'épigastre dans ce modèle limitent donc doublement la portée d'un éclairage chimique de la nutrition : du côté de la totalité organique, puisque les communications harmoniques entre les centres et les parties neutralisent la pertinence de la voie analytique expérimentale ; du côté des propriétés vitales, puisque l'activité vitale du centre épigastrique, lieu d'émergence ou de libération de la sensibilité, ne saurait être mise en rapport avec les résultats de l'analyse élémentaire des humeurs digestives. Dans les *Recherches sur les maladies chroniques* Bordeu revient ainsi sur la question qu'il avait posée dans la dissertation de 1752 et qui consistait à souligner cet écart vital entre la digestion chimique des aliments et les produits de la digestion organique – chyle, sang, chair, os, poils – tels qu'ils doivent apparaître dans leur contexte organique singulier. Si l'argument reprend partiellement celui qu'Astruc soulevait contre la trituration (voir *supra*, chapitre 3), il évolue désormais dans un sens anti-chimique :

« Or quoique l'histoire de la préparation des aliments dans l'estomac tienne, à quelques égards, aux révolutions spontanées qu'essuie la pâte alimentaire livrée aux expériences chimiques, une seule réflexion paraît suffisante pour renverser les prétentions de la chimie sur la digestion (qui est la fonction animale la plus près du domaine de la chimie). Je faisais cette réflexion il y a plus de trente ans en demandant pourquoi des animaux d'espèce différentes nourris des mêmes aliments, produisent des résultats de la digestion, des excréments si éloignés les uns des autres lorsque la digestion s'est bien complétée (...) Des aliments auraient beau être triturés, pilés, échauffés, fermentés, exposés à toutes les causes approchantes de la digestion qui se fait dans un chien et dans un homme, on n'obtiendrait jamais des excréments, un chyle, un sang, des chairs, des os, des poils, un lait, une urine semblables à ces liqueurs et à ces parties, telles qu'elles se trouvent dans l'homme et dans le chien. (...) Que cette analyse des humeurs mortes et soumises à des

⁷⁵¹ Article « Sensibilité, Sentiment », (Médecine), vol. XV (1765), p. 38b–52a.

changements (...) puisse donner la clé des phénomènes de la vie animale et sensible (...) c'est ce que je crois impossible. »

L'argument est double : il reconduit d'abord l'objection d'Astruc du côté de l'analyse des excréments entendus comme production organique spécifique (et pas comme simple déchet), production décrite comme hétérogène et propre à l'individualité organique ; avant de basculer du côté de la digestion chimique dont il veut faire sentir l'insuffisance au regard de la digestion organique. C'est donc à déconstruire la pertinence de l'analogie entre digestion organique et digestion chimique, en montrant que les produits de celle-ci n'entretiennent pas de rapport avec la production vitale qui s'opère dans celle-là, que travaille Bordeu. Il est dès lors étonnant que Venel ait confié à Bordeu le soin de conclure son entrée « Digestion » par le même texte qui avait en quelque sorte cherché à ruiner les prétentions d'une chimie à expliquer la production et la spécialisation des substances animales vivantes et sensibles dans la nutrition – substances nécessairement hétérogènes aux artefacts inertes produits par les opérations chimiques. Puisque la digestion organique, selon Bordeu, ne saurait s'approcher d'une digestion chimique ou *in vitro* (comme celles opérées par le digesteur de Papin et qui réduisent toute substance organique en substance muqueuse selon Venel), il faut donc confier la synthèse de ces substances vivantes à d'autres causes, ou à d'autres forces – vitales justement.

Or l'argument anti-chimique de Bordeu n'est pas un fait isolé. Il sera ainsi repris et approfondi par Gaussen (1798) du côté d'une interrogation généralisée sur la pertinence d'une chimie élémentaire pour la médecine, dans une sorte d'inversion du motif de la lutte stahlienne où la force vitale dominera cette fois les lois de la matière morte. Dans ses *Réflexions*, Gaussen développe deux principaux arguments contre une application de la chimie à la médecine : le premier vise les moyens de l'analyse chimique – par voie sèche (feu) ou voie humide (menstrues) – ; le second la relation que peuvent entretenir les résultats issus de ces voies analytiques avec les synthèses qui s'opèrent dans la nutrition. Concernant la première série de critiques, Gaussen soulève une objection qui avait déjà été faite à l'analyse des plantes par l'Académie Royale des Sciences de Paris où le feu réduisait les plantes à leurs éléments (communs aux

minéraux) sans pouvoir dégager la structure spécifique de ces mixtes⁷⁵² : de même l'analyse des substances animales donne des éléments communs et des premiers principes qui ne renseignent pas sur leur structure intime. L'analyse menstruelle devrait précisément renseigner sur ces structures en mettant en évidence la manière dont ces premiers principes sont réunis dans différentes substances. Ainsi si l'oxygène (principe premier) est présent à la fois dans l'albumine, le principe fibreux ou les résines animales (substances), l'analyse menstruelle doit permettre de déterminer dans quelles proportions, en séparant ces substances. Cependant d'après Gausse, cette voie se heurte au caractère spécifiquement vital des humeurs⁷⁵³ (« les propriétés vitales des humeurs ne sont nullement en rapport avec leur composition chimique ») et à la nature de la digestion qui semblent les soustraire au principe d'une telle analyse : comment en effet rendre raison des produits variés de la nutrition chez des individus dont le sang est le même quant à sa composition chimique ?

« La digestion a été considérée sous le même point de vue, mais il s'en faut bien qu'elle offre des résultats aussi satisfaisants. Dans les analyses qui ont été faites sur ce sujet, on n'a pu encore mesurer les quantités, on n'a tenu aucun compte de plusieurs principes qui s'échappent : en un mot, les analyses informes et grossières qui ont été faites ne peuvent encore fournir la base d'une théorie solide, et celle qu'on en a déduite peut tout au plus être regardée comme une hypothèse conforme aux lois de la chimie, et appuyée de quelques phénomènes vitaux dont la signification n'est pas bien fixée. Cette théorie d'ailleurs n'explique que l'animalisation des substances végétales ; mais qu'est-ce donc que la digestion des matières animales, qui se fait chez le même individu avec des phénomènes à peu près semblables ? il reste encore à répondre à la question de Bordeu, *cur animalia diversa quae iisdem utuntur alimentis, tam varias emittunt faeces ?* et par suite, quand la digestion et la sanguification seraient parfaitement connues, comment rendre raison des produits

⁷⁵² Voir Dodart (1679)

⁷⁵³ « Or les humeurs perdant avec la vie les propriétés dont elles jouissent dans le corps vivant, et les analyses que je viens d'indiquer, ne s'exerçant que sur des substances mortes, leurs résultats ne peuvent rien nous apprendre, relativement aux usages qui leur sont attribués par la nature. L'analyse de la semence n'expliquera jamais l'action créatrice de cette humeur, et la vertu coctrice du suc gastrique, quoique beaucoup plus près de la chimie en apparence, n'est point expliquée par la connaissance de ses principes constituants. D'où je conclus que les propriétés vitales des humeurs ne sont nullement en rapport avec leur composition chimique. »

variés de la nutrition chez des individus dont le sang est le même quant à ses composants chimiques ? »

La chimie n'est alors convoquée que pour marquer ses propres limites, ou plutôt son incapacité à rendre compte des propriétés spécifiquement vitales des composés soumis à son analyse. Assez logiquement donc, il faut en appeler à une série de forces capables de rendre compte de cette productivité vitale, et en particulier de sa directionnalité : la nutrition ne produit pas n'importe quelles substances et n'agit pas sans ordre. L'approche vitaliste de la nutrition se tourne alors vers l'identification et l'analyse des forces susceptibles de mettre en œuvre ces processus au sein de l'économie animale.

J.C.M. Grimaud, dans un mémoire sur la nutrition répondant au prix proposé par C.F. Wolff à l'Académie de Saint-Petersbourg⁷⁵⁴ – mémoire qui n'aura pas reçu les faveurs de l'Académie – déploie ainsi une analyse de la digestion en deux temps, où le concours des causes physico-chimiques est nécessairement subsumé sous l'action obscure de la force digestive (dont nous avons vu qu'elle était indépendante de l'organisation structurelle de l'organisme, voir *supra* 4.2.3). Grimaud reconnaît d'abord, contre une explication exclusivement chimique de la nutrition, la coopération des actes chimiques de fermentation et des actes mécaniques de mouvement des organes, mais cette reconnaissance est comme doublement modérée par la manière dont il les caractérise. D'une part il refuse, comme Van Helmont avant lui, une détermination purement matérialiste des ferments⁷⁵⁵ et dédouble la fermentation en une série de fermentations spontanées et non vitales (fermentation vineuse, fermentation acide, fermentation putride) qui ne font que décomposer les aliments et une fermentation véritablement vitale, « spécifiquement différente dans chaque espèce d'animal »⁷⁵⁷ chargée de rendre compte de l'hétérogénéité des produits de la nutrition au regard de l'homogénéité des aliments puisque des espèces différentes nourries des mêmes aliments ne forment pas les mêmes produits. D'autre part les mouvements mécaniques de contractions répétées et coordonnées de l'estomac et des intestins, doivent obéir à

⁷⁵⁴ Voir *infra* 6.2.2.

⁷⁵⁵ « Selon Van Helmont les ferments sont des êtres simples placés entre l'esprit et la matière, et qui, par des moyens absolument inconcevables, portent et introduisent dans la matière les formes ou les idées différentes dont ils sont chargés », Grimaud (1787), p. 44.

⁷⁵⁷ *Ibid.* p. 46.

des appétits sourds et inconscients des organes. Si l'on peut donc donner une description physico-chimique des étapes de la nutrition, celles-ci ne s'ordonnent que relativement à la force digestive qui diffuse son action dans tout l'organisme, ainsi qu'à la sensibilité et à l'appétit des organes qui exercent une activité réellement discriminatoire sur les substances alimentaires :

« Non seulement l'estomac peut choisir, parmi les différentes substances qu'il renferme, celles qui sont capables de nourrir, et celles qui, ne pouvant servir à la respiration du corps, doivent être rejetées tout d'un coup ; mais indépendamment de cette élection, il faut encore qu'il imprime une altération déterminée spécifique à celles qui sont admises »⁷⁵⁸

La « force digestive » doit donc prendre un charge un impensé de la chimie : que celle-ci conçoive la digestion comme une fermentation ou une extraction, la voie chimique ne permet pas, semble-t-il, de résoudre ce problème de la grande variété des produits de la nutrition et de l'émergence des propriétés vitales, à savoir le changement des qualités physiques voire leur « dénaturation » dans les processus de nutrition. Au final, pour Grimaud, la force digestive, conçue par opposition à la force tonique ou motrice qui s'exerce uniquement aux surfaces de la matière, est distribuée dans tous les êtres vivants, plantes et animaux, avec des degrés d'intensité variables qui seront déterminés par le régime alimentaire : l'intensité de la force digestive décroît ainsi à mesure que la constitution des aliments se rapproche de celle de l'organisme assimilateur. Et c'est pourquoi quoique les plantes puissent apparaître comme des formes de vie inférieures dans la mesure où elles semblent dépourvues de force motrice, c'est en elles que la force digestive se manifeste avec le plus de vigueur et d'intensité « puisque (...) les végétaux s'assimilent les substances les plus pures, les plus simples, les plus élémentaires, comme on parle vulgairement, sur lesquelles les animaux ne peuvent avoir absolument aucune action »⁷⁵⁹. Inversement, cette force semble réduite « à un degré d'action si petit et si faible » dans les carnivores « qu'ils ne peuvent se nourrir ou assimiler à leurs corps que les substances qui ont avec lui les rapports de

⁷⁵⁸ *Ibid.*, p. 44

⁷⁵⁹ *Ibid.*, p. 69.

nature les plus multipliés ou plutôt une identité presque complète. »⁷⁶⁰Corrélativement – et cela nous intéresse particulièrement pour la suite de notre étude – les herbivores doivent posséder une force digestive particulièrement puissante puisque, se nourrissant de matières éloignées de leur constitution, ils sont capables de dénaturer « profondément la matière soumise à leur action » et d’assimiler à leur substance des corps qui s’en éloignent radicalement. Nous sommes ici loin de la théorie de l’extraction de Venel pour qui l’identité du corps muqueux présent dans les végétaux et les animaux permettait l’assimilation, loin également de la théorie contemporaine de l’animalisation⁷⁶¹ qui cherche à rendre compte chimiquement d’un phénomène que Grimaud explique par l’intensité de la force digestive. Le portrait que Grimaud fait de la force digestive se déploie alors en une conception intermédiaire de la nutrition, entre la puissance proprement épigénétique de certaines classes d’organismes à synthétiser pour eux-mêmes des composants originaux par rapport à la composition de leurs aliments (plantes, herbivores), et la passivité de certains animaux qui se contentent d’assimiler une matière préformée déjà identique à leur substance corporelle (carnivores). Corolairement, la force digestive d’un individu est comme l’indice de son indépendance au regard de l’aliment : celui-ci aura d’autant plus d’influence sur la substance organique que la force digestive de l’animal sera moins intense – Grimaud rappelle alors le principe de la « vie moyenne » des aliments de Van Helmont, mais aussi les exemples donnés par Buffon dans *l’Histoire naturelle* (cerf, castor, poissons, etc.) dans lesquels le mangeur devient littéralement ce qu’il mange, puisque c’est non seulement dans ses produits que les qualités de l’aliment s’imposent (dans le lait qui prend le goût du chou par exemple), mais encore dans « la substance même du corps qui s’en est nourri. »⁷⁶² Cette circulation de qualités entre l’aliment et l’alimenté, dans lequel l’aliment peut diffuser ses propriétés à toute la texture organique, combinée au modèle de l’économie animale, dans lequel le centre épigastrique est un foyer de propagation de la sensibilité, permettra de décaler la perspective médicale vers la constitution d’une psychiatrie « viscéraliste », comme le suggère E. Williams⁷⁶³.

⁷⁶⁰ *Ibid.*, p. 71.

⁷⁶¹ Nous revenons sur ce point à la fin de ce chapitre, voir *infra* 6.3.

⁷⁶² *Ibid.*, p. 55

⁷⁶³ Voir Williams (2007).

Si la nutrition ne sert donc pas de principe à une dichotomie vitale entre les plantes et les animaux, mais se distribue plutôt dans un continuum dont les variations d'intensité renvoient à des genres de vie spécifiques, Grimaud ne propose cependant pas une conception unifiée de la nutrition – laquelle conception pourrait reposer sur l'identification de voies matérielles soutenant les opérations de synthèse vitale. A mi-chemin entre la théorie des deux vies de Bichat (vie animale et vie organique) quand la dichotomie entre force tonique et force digestive ouvre à une réflexion sur la nutrition végétale, et des préoccupations plus spécifiquement médicales d'une théorie de l'économie animale, Grimaud évolue plus volontiers dans la seconde direction, la nutrition étant alors tout entière absorbée par une réflexion sur les maladies psychophysiques dans leur relation aux organes de la digestion⁷⁶⁴ et à l'altérité de l'aliment.

À travers cette conception vitaliste ambiguë des actions du centre épigastrique (siège de la sensibilité et de la vitalité comme de la morbidité), dont Grimaud expose les ultimes développements, les viscères deviennent comme un nouveau siège des maladies mentales disputant au centre cérébral son statut causal. Ainsi Pinel, dans sa *Nosographie Philosophique*, pourra convoquer les observations de Bordeu et La Caze à l'appui de l'idée que les accès de manie se propagent « comme par une espèce d'irradiation » à partir du centre épigastrique. Si les médecins aliénistes du 19^e siècle considèrent Pinel comme le père de la psychiatrie, ses travaux, et son vocabulaire de la « névrose » sont également invoqués par d'autres médecins (Barras, Pron, Fleury⁷⁶⁵) qui accordent un rôle déterminant aux organes de l'épigastre dans la genèse des troubles psychiques⁷⁶⁶. La notion d'« économie animale », couplée à cette théorie de la force digestive, apparaît alors comme un outillage conceptuel permettant à Bichat et Pinel de faire de l'épigastre un centre dans l'étude médicale des passions⁷⁶⁷, les viscères devenant un lieu d'interaction privilégié entre le physique et le psychique, tant du point de vue de l'explication et de la genèse des pathologies que de leur traitement.

⁷⁶⁴ Sur ce point, voir Williams (2008), (2012b).

⁷⁶⁵ Barras (1827), Fleury (1855-1857), Pron (1901)

⁷⁶⁶ Voir Williams (2007).

⁷⁶⁷ Voir Huneman (2008b).

Dans ce qui précède, nous avons analysé la nutrition sous la dualité qu'imposait le modèle organique de l'économie animale : à cet égard les processus de nutrition ne pouvaient être adéquatement saisis par une chimie élémentaire, point de vue qui s'avérait nécessairement en décalage par rapport au projet d'une médecine vitaliste. Un tel point de vue – forcément encadré – devait alors être relayé par celui du médecin, dont l'objet était moins les parties isolées ou les composants élémentaires du vivant que la totalité harmonieusement intégrée et la cartographie des sympathies qui s'y manifestait. Si le modèle de l'économie animale permettait alors de rompre avec le schème instrumental de l'organisme (comme nous l'avons vu au chapitre 4), il ne se développait cependant pas en direction d'une détermination d'un critère d'épigénéticité, dans lequel les parties pouvaient s'autoproduire les unes les autres, ni n'engageait de réflexion sur la relation entre la vie et la matière en termes d'organisation. La conjugaison d'un point de vue médical et du statut de l'épigastre comme foyer de la sensibilité devait en effet limiter ce genre d'excursions du côté d'une chimie des processus d'organisation vitale. Or, comme nous l'avons déjà mentionné, une telle prise de vue sur le vivant (holiste en quelque sorte) n'épuisait pas l'espace des interactions possibles entre une chimie et une étude du vivant. Surtout, à rebours du rôle qu'elle assumait dans l'organisme total et qui neutralisait la pertinence d'une chimie, la nutrition pouvait apparaître maintenant comme un modèle permettant de penser les transformations épigénétiques de la matière. Pour cela, un double écart était en quelque sorte requis : écart par rapport au point de vue médical centré à la fois sur l'organisme total et la vie animale, écart par rapport à une chimie des éléments muette sur le vivant comme tel (parce que ces éléments sont communs à tous les règnes), laquelle devait donc être complétée par une chimie des processus et des mises en relation.

ii. Diderot : processus vitaux, opérations chimiques et épigenèse

Dans *La philosophie expérimentale de Diderot et la chimie* F. Pépin analyse cet usage chimique de la nutrition dans le cadre d'une spéculation sur les processus épigénétiques d'émergence de la vie – puisqu'il s'agit de penser comment des transformations affectant des organisations de matière peuvent produire la vitalité, modulant des

contextes d'activation chimique déterminés⁷⁶⁸. Nous empruntons ici l'essentiel de ces résultats, puisqu'ils nous permettent de dégager une voie matérialiste dans l'étude de ces changements de forme et d'états à partir de l'analogie entre la digestion organique et la digestion chimique. Alors qu'avec Bonnet la nutrition servait un cadre préformationniste assumé (l'aliment n'organise rien, et doit s'insérer à un patron préexistant), et qu'avec Venel la chimie de la digestion évoluait du côté d'une théorie de l'assimilation directe tout en étant encadrée par le point de vue médical, Diderot envisage les processus de transformation et d'assimilation nutritifs dans une direction radicalement épigénétique.

L'hypothèse soumise à l'expérience de pensée de Diderot dans le *Rêve* est celle d'une sensibilité universelle de la matière (« il faut que la pierre sente ») – sensibilité qui détermine la vitalité des arrangements matériels, mais qui se manifeste différemment en raison de la nature de ces arrangements : dans certaines organisations matérielles la sensibilité sera dite latente, tandis que dans d'autres elle sera activée. Autrement dit, si la sensibilité est conçue comme une propriété de la matière, cela ne signifie pas pour autant que toute matière soit actuellement vivante. Ce qu'il s'agit de penser, ce sont donc les séries de transformations chimiques que ces états de matière doivent subir pour actualiser ces potentialités de sensibilité, c'est-à-dire les transformations qui feront passer du marbre (sensibilité inerte) à l'animal (sensibilité active) tout en exhibant la continuité de ces organisations matérielles. Le passage de l'inerte au vivant ne se conçoit ainsi plus comme un saut incompréhensible entre deux genres d'êtres ontologiquement séparés mais selon les modalités matérielles d'une actualisation de potentialités.

Dans *l'Entretien entre d'Alembert et Diderot*, ce dernier développe alors un double usage de l'analogie entre digestion organique et digestion chimique qui mobilise certes un organisme assimilateur (lequel décompose et recompose pour lui-même les aliments ingérés) mais envisage en même temps un décentrement par rapport à ce point de vue de la totalité organique, puisque des processus d'assimilation entre des éléments de matière pourront également se dérouler indépendamment de toute structuration organique préexistante. Pour montrer que la pierre sent, sans pour autant embrasser l'hypothèse d'une vitalité actuelle des éléments matériels, Diderot conçoit une

⁷⁶⁸ Voir Pépin (2012).

expérience de pensée à partir de laquelle l'inorganique – le bloc de marbre – va progressivement s'animaliser. Il s'agit :

1) De pulvériser le bloc de marbre, c'est-à-dire de le réduire en une poudre fine de telle sorte que les éléments, libérés de leur précédente organisation, puissent actualiser de nouvelles potentialités ;

2) De provoquer une putréfaction chimique (conçue comme le dernier degré de la fermentation) dans le mélange en l'arrosant d'un liquide, c'est-à-dire de fluidifier ce mélange au départ homogène et solide afin que de nouvelles relations entre les éléments puissent s'établir. Comme le remarque Pépin, cette intervention du liquide (ou d'une menstrue) permet d'activer en quelque sorte le mélange et, en ce sens, si le liquide n'est pas encore organisé, il n'en est pas moins dynamique et organisant en raison des transformations qui s'y opèrent. On obtient alors, à ce stade, un humus, état transitoire entre l'inorganique et l'organique puisqu'il sera assimilé par la plante, véritable *latus* chimique (« Les plantes se nourrissent de la terre, et je me nourris des plantes ») ;

3) Ce n'est qu'alors que le modèle d'une digestion animale intervient, qui va finalement permettre d'« animaliser » le végétal par assimilation, et donc de confirmer cette continuité du marbre à l'animal. La transformation des états de matière par des digestions successives, d'abord chimiques (avec des transformations successives qui font intervenir une menstrue, une recombinaison des éléments en un tout homogène) puis organique doit donc être pensée comme un changement d'organisation libérant la sensibilité de la matière.

Il faut remarquer qu'un tel passage de la nutrition organique à des processus d'assimilation entre éléments de matière – une telle exportation du modèle nutritif hors de l'organisme donc – n'est cependant possible qu'à condition d'adopter une conception chimique de la première, puisqu'un modèle mécaniste de trituration, de broiement et de crible ne saurait prendre en charge ces séries de transformations d'états de matière. Autrement dit, ce jeu sur plusieurs niveaux d'intervention de la nutrition, et donc sur plusieurs niveaux d'organisation de matière, permet à Diderot de détacher définitivement la nutrition de la problématique de la préexistence, puisqu'en pensant les processus par lesquels des transformations internes à des arrangements de matière opèrent des passages entre les règnes, la chimie conçoit l'organisation comme relevant d'un procès et de mises en relation plutôt que d'une structure. Le modèle de la nutrition organique n'est en effet déployé que dans un second temps pour penser, sous le motif

d'un passage par assimilation de la plante à l'animal, la libération du potentiel de sensibilité de la matière. Or Diderot fait déjà intervenir ces processus d'assimilation dans des niveaux infra-organiques pour penser le passage du marbre à l'humus et de l'humus à la plante. Partir de la nutrition organique pour Diderot, ce n'est donc pas restreindre l'analyse aux contours de l'organisme, c'est plutôt extraire le potentiel épigénétique de la nutrition de ce même cadre pour y dégager les lignes de force d'un modèle chimique de l'organisation vitale :

« Oui ; car en mangeant, que faites-vous ? Vous levez les obstacles qui s'opposaient à la sensibilité active de l'aliment. Vous l'assimilez avec vous-même ; vous en faites de la chair ; vous l'animalisez ; vous le rendez sensible ; et ce que vous exécutez sur un aliment, je l'exécuterai quand il me plaira sur le marbre »

En pensant ce passage du marbre à l'humus, de l'humus à la plante et de la plante à l'animal dans une suite de digestions à la fois chimiques et organiques, Diderot subvertit ainsi le motif de la chaîne des êtres dans une direction matérialiste puisque la continuité qu'indiquent ces passages par assimilation renvoie en définitive à une continuité d'organisation matérielle.

L'intérêt de la démarche de Diderot, comme le montre Pépin, est donc d'offrir un décalage à la fois par rapport à une chimie élémentaire et à une chimie de la synthèse : dans *l'Entretien* en particulier, on n'aborde pas la question de l'organisation vitale en termes de recombinaison d'éléments isolés par l'analyse, mais à partir des processus ou transformations qui permettent de libérer des potentialités inhérentes à la matière moyennant certaines conditions. Si, sous l'hypothèse de la sensibilité universelle de la matière, c'est bien le contexte d'activation qui détermine ce passage de l'inerte au vivant, on comprend aisément pourquoi l'analyse de la matière, cherchant à la décomposer en ses briques élémentaires, sera comme neutralisée dès le départ au profit d'autres opérations comme la mise en relation des éléments dégageant de nouvelles combinaisons et propriétés, telle qu'elle s'opère dans la digestion. S'élabore alors dans ce décalage par rapport au point de vue chimique analytique traditionnel quelque chose comme une pensée de l'émergence, puisque les propriétés qui se manifestent dans des états de matière ne dépendent pas seulement de la nature des éléments qui les composent mais aussi et surtout de la nature des relations qu'ils entretiennent. En ce

sens, avec Diderot, la chimie permet de saisir la possibilité de penser les propriétés des corps à partir de leurs relations plutôt que de leur constitution élémentaire, hypothèse qui ensuite autorisera la pensée des transformations d'états sous un point de vue strictement matériel. Ce point d'ancrage du discours chimique chez Diderot doit alors rendre possible de penser l'organisation vitale indépendamment des dilemmes traditionnels (soit que la vie soit un effet d'instances hétérogènes à la matière, soit qu'elle soit l'effet d'assemblage de molécules déjà actuellement vivantes), puisqu'au lieu de commencer avec les éléments séparés qui devraient être alors, au choix, inertes ou déjà vivants, le philosophe cherche à dégager les conditions strictement matérielles sous lesquelles des propriétés inhérentes mais latentes vont pouvoir être activées.

Autrement dit, avec cette analogie qui s'exporte de l'organique vers l'inorganique, Diderot propose une rupture dans la recherche des conditions matérielles d'émergence de la vitalité par rapport au niveau de l'organisation totale dans laquelle elles sont généralement pensées.

Difficile de ne pas penser à Thomas Huxley en lisant ce passage de Diderot. Plus d'un siècle plus tard en effet, dans une conférence dédiée à la « base physique de la vie »⁷⁶⁹ Huxley annonce en effet avoir résolu le problème de la relation entre vie et matière : la clé de la vie réside dans le « protoplasme », base matérielle de toute forme de vie et qui relie entre elles toutes les organisations vitales, du lichen à l'homme⁷⁷⁰. La matière n'est donc pas travaillée et animée du dehors, par une force vitale qui en serait indépendante, mais la vie réside dans la matière. Or Huxley ne saurait admettre que cette base physique de la vie constitue un domaine d'existence séparé, autrement dit que cette matière organique vivante ne puisse dériver de l'inorganique. Ce qu'il refuse par là explicitement c'est l'hypothèse de molécules organiques vivantes, indestructibles et inaltérables, dispersées dans la nature. Au lieu d'admettre la vitalité donnée, il faut au contraire concevoir les modalités matérielles de son émergence, puisque la matière vivante montre à l'analyse qu'elle est constituée des mêmes éléments que la matière inerte. Pour illustrer ce passage de la matière inerte à la matière vivante, Huxley convoque alors... le mouton qu'il a mangé la veille. Ce mouton, autrefois protoplasme

⁷⁶⁹ Huxley « On the physical basis of life » (1868), in Huxley (1898).

⁷⁷⁰ Voir Huxley (1898), p. 131 : « there is some one kind of matter which is common to all living beings and (...) their endless diversities are bound together by a physical, as well and an ideal, unity »

vivant, est une substance morte quand il se présente dans l'assiette : « dussé-je le manger, il s'agit de la même matière altérée, non seulement par la mort, mais également par l'exposition aux diverses opérations artificielles nécessaires à la cuisson »⁷⁷¹. Mais un processus permet de réactiver la vitalité du protoplasme qu'il contient : « un singulier laboratoire intérieur, en ma possession, va dissoudre une certaine portion de ce protoplasme altéré ; la solution ainsi formée passera dans mes veines ; et les influences subtiles auxquelles il sera exposé achèveront de convertir le protoplasme mort en protoplasme vivant, et de transsubstantier le mouton en homme. » Mais dira-t-on, il ne s'agit là que d'un passage du protoplasme mort au protoplasme vivant, non de la matière au protoplasme, là où Diderot, par contraste, cherchait les conditions de transformations d'organisations matérielles allant de l'inorganique (le marbre) au sentant (l'animal). Mais Huxley descend pareillement dans l'organisation vitale : puisque, herbivores ou carnivores, les animaux dépendent pour leur nutrition d'un autre protoplasme animal ou végétal (« les animaux ne peuvent pas produire leur protoplasme, mais doivent le trouver déjà formé par un autre animal, ou une plante »⁷⁷²), il faut chercher ailleurs l'origine du protoplasme. Résoudre cette question suppose donc de se tourner vers les plantes et d'identifier, dans leur nutrition, un laboratoire de création de protoplasme : contrairement aux animaux, les plantes fabriquent du protoplasme à partir de substances moins complexes – acide carbonique, eau, ammoniac. Les trois ingrédients du protoplasme, les ingrédients élémentaires de la vie – ammoniac, eau, acide carbonique – sont donc des corps sans vie, mais ils peuvent donc se combiner de telle sorte à produire des composés organiques au fondement de toute manifestation vitale, quoiqu'un autre agencement de ces éléments les eût laissés inertes :

« Le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote sont des corps inanimés. Le carbone et l'oxygène s'unissant dans certaines proportions et sous certaines conditions produisent de l'acide carbonique ; l'hydrogène et l'oxygène produisent de l'eau ; la combinaison de l'azote avec d'autres éléments donne de l'ammoniac. Ces nouveaux composés, de même que les corps élémentaires qui les composent, sont inanimés. Mais, unis entre eux

⁷⁷¹ *Ibid.*, p. 147.

⁷⁷² *Ibid.*, p. 148.

et sous certaines conditions, ils produisent un corps encore plus complexe, le protoplasme, lequel dévoile les phénomènes de la vie »⁷⁷³.

Et de même qu'on n'invoque pas des principes spécifiques extra-matériels pour rendre compte des propriétés des composés inanimés (propriétés qui ne préexistaient donc pas dans les composants), de même il ne faut pas invoquer une quelconque « vitalité » pour expliquer l'émergence de cette nouvelle propriété du protoplasme à partir d'un arrangement spécifique d'éléments matériels qui en étaient dépourvus.

Une centaine d'années sépare certes ces deux modèles nutritifs de l'émergence de la vitalité mais, au-delà des spécificités liées à leurs contextes d'énonciation, c'est la communauté d'une attitude qui nous aura intéressée : attitude consistant à chercher une explication de l'organisation vitale en termes de processus physico-chimiques travaillant dans l'intimité des arrangements matériels, et adéquatement décrits en termes d'assimilation. Diderot pouvait ainsi se réapproprier les éléments d'une chimie vitaliste de la digestion dans un sens plus résolument matérialiste, direction à partir de laquelle la nutrition devenait le pivot d'un nouveau schème épigénétique de la vie. Se centrer sur la nutrition dans ce contexte c'était donc non seulement identifier les processus permettant aux organismes de s'autoproduire et de s'autoréguler par l'assimilation de matières étrangères, mais aussi réduire l'écart entre l'inorganique et l'organique en développant des outils pour penser les conditions d'une auto-organisation sans organisation préalable. La section suivante est consacrée à ressaisir ces deux mouvements – schème épigénétique de l'organisme (Kant), théorie épigénétique de l'ontogenèse (Wolff) – par lesquels la nutrition nous semble avoir contribué à caractériser le vivant comme productivité spécifique.

⁷⁷³ *Ibid.*, pp. 150-151.

6.2 LA NUTRITION COMME EPIGENESE : PENSER LA PRODUCTIVITE DU VIVANT

6.2.1 Auto-organisation et assimilation chez Kant

Avant de nous concentrer sur la théorisation wolffienne de l'épigenèse comme processus nutritif, qui nous apparaîtra comme une étape majeure de la préoccupation de la nutrition au motif de l'auto-organisation, il nous faut d'abord présenter le contexte dans lequel la notion d'auto-organisation émerge dans la *Critique de la faculté de Juger* de Kant, un texte connu pour être l'une des premières occurrences philosophiques de la notion. Nous choisissons de présenter l'argument de Wolff après celui de Kant – quitte à contrarier la chronologie – parce que Wolff développe une théorie qui ne se satisfait pas en quelque sorte de la supposition kantienne d'une « organisation originaire » : pour Wolff il faut en effet penser les processus d'organisation sans se les donner au préalable. Les processus nutritifs joueront alors dans un sens matérialiste puisqu'ils permettront de penser ce processus d'organisation qui fait passer de l'inorganique à l'organique. Kant et Wolff nous semblent alors illustrer deux manières de concevoir les processus d'organisation à partir de la nutrition : dans un organisme donné, comme processus d'auto-organisation, chez Kant ; dans la matière brute, comme processus faisant passer de l'inerte au vivant – Wolff jouant alors sur les deux sens d'épigenèse.

L'« auto-organisation » est principalement introduite dans la troisième *Critique* comme critère permettant de saisir la spécificité des êtres vivants par rapport aux « produits de l'art » dans le cadre d'une réflexion sur la causalité finale⁷⁷⁴. En gros, ce qu'il s'agit de saisir sous le concept de fin naturelle, dont les êtres organisés fournissent la réalité objective, c'est la possibilité d'une fin qui ne soit pas pratique ou technique, c'est-à-dire dans laquelle l'ordre apparemment contingent ne renvoie pas à une intervention spécifique ou à une causalité étrangère. La caractérisation progressive des êtres organisés comme fin naturelle dans la 3^e *Critique* se fait donc d'abord à partir d'une détermination de la finalité en tant que telle – détermination qui renvoie à la recherche

⁷⁷⁴ Sur les questions de l'auto-organisation et des êtres organisés chez Kant, nous renvoyons à : Ginsborg (2001), Steigerwald (2006), Van der Vijver (2006), Huneman (2007), (2008), Goy et Watkins (2014), Zammito (2003), Mensch (2015).

de l'origine causale d'une chose⁷⁷⁵. Si les produits de l'art et les êtres organisés, en tant qu'entités finalisées, semblent également contingents par rapport aux « simples lois de la nature »⁷⁷⁶, au sens où leur forme ne peut tirer leur origine du mécanisme de la nature mais doit résider dans « une cause dont le pouvoir d'agir est déterminé par des concepts »⁷⁷⁷, c'est par suite au moyen d'un critère génétique – celui de leur engendrement – que Kant pourra les distinguer.

Les objets que nous reconnaissons comme des fins ne sont possibles qu'en vertu de la causalité enveloppée dans leur concept, autrement dit, c'est dans le concept de ces objets que réside le principe de leur production. Ainsi, un hexagone tracé dans le sable (§64) apparaît comme contingent par rapport aux lois empiriques de la nature (les vagues, le vent, ou encore les empreintes d'animaux), et n'est donc possible qu'en tant qu'effet de son concept géométrique (le concept de la figure), contenu dans la raison : « la chose en elle-même est une fin, comprise sous un concept ou sous une Idée qui détermine nécessairement *a priori* tout ce qui doit être contenu en elle »⁷⁷⁸. Entendons par là que la caractérisation de la finalité implique deux conséquences : l'une relative à l'ordre de la relation causale (ici ascendante, ou idéale) ; l'autre relative au rapport qu'entretiennent le tout et ses parties. C'est donc ici l'idée de l'effet (ou le concept de l'objet) qui est au fondement de la causalité. Sans cette attribution d'intentionnalité, c'est-à-dire sans la détermination de cette causalité ascendante ou idéale qui enchaîne des objets et des représentations (ou des concepts) – par opposition à la causalité efficiente ou descendante, qui enchaîne des causes et des effets⁷⁷⁹ – la causalité de

⁷⁷⁵ Nous citons Kant dans l'édition de l'Académie de Berlin, *Gesammelte Schriften* (1902) désormais cité AK. Huneman (2008) a montré le déplacement qui s'opérait dans le statut que Kant accorde au vivant entre l'*Unique argument* (AK II : 138) et la 3^e *Critique* : tandis que dans l'*Unique argument* Kant rapprochait brin d'herbe et flocon de neige (comme nous l'avons vu au ch. 2) pour marquer les limites de l'entendement et dessinait une opposition entre ordre (apparemment) contingent (flocon et brin d'herbe) et ordre nécessaire (système des planètes), la 3^e *Critique* élabore le concept d'être organisé et s'auto-organisant en tant que contenu objectif de la finalité naturelle (sous les deux critères de causalité réciproque des parties en accord avec l'idée du tout).

⁷⁷⁶ Kant, *Critique de la faculté de juger* (2^e édition, 1793) AK V : 370.

⁷⁷⁷ *Ibid.*, AK V : 370.

⁷⁷⁸ *Ibid.*, AK V : 373.

⁷⁷⁹ Sur la distinction entre liaison causale descendante et liaison causale ascendante, voir le § 65 : « La liaison causale, dans la mesure où elle est pensée uniquement par l'entendement, est une connexion qui définit une série (de causes et d'effets) toujours descendante ; et les choses elles-mêmes qui, comme effets, en supposent d'autres comme causes ne peuvent en même temps être, de leur côté, causes de celles-ci. Cette liaison causale, on l'appelle celle des causes

l'objet nous apparaîtrait tout simplement inintelligible. Un exemple de cette liaison par les causes finales est la construction d'une maison en vue de percevoir un loyer : si la maison est bien la cause des sommes perçues pour sa location (causalité descendante), c'est en réalité la « représentation de ce revenu possible qui fut la cause de l'édification de cette maison » (AK V : 373).

Cette causalité idéale appelle alors corrélativement un certain type de rapport entre le tout et ses parties, puisque les parties du tout (produit par la représentation de cette chose comme effet) et leur articulation doivent être déjà déterminées dans la représentation (ou le concept) de la chose (dans la mesure précisément où la représentation du tout précède nécessairement celle des parties) : « les parties (quant à leur existence et à leur forme) [ne sont] possibles que par leur relation au tout »⁷⁸⁰. Dans les êtres naturels, comme dans les produits de l'art, les parties ne semblent en effet possibles que dans leur relation au tout – « tout » dont le concept détermine les parties selon leur existence, leur forme et leur liaison. La liaison causale ascendante (ou idéale) ainsi que la relation entre le tout et les parties sont ainsi caractéristiques de la causalité finale telle que la redéfinit Kant, et en ce sens la causalité finale associe (ou confond) les êtres naturels et les produits de l'art. Dans une montre par exemple chaque rouage est déterminé par la totalité du mécanisme, chaque partie étant instrument pour les autres et pour le tout. De la même manière, dans un organisme entendu comme intégration fonctionnelle d'organes (ou instruments), chaque partie semble déterminée pour les autres et pour l'organisme total : la forme de l'organe sera donc déterminée non seulement par sa fonction mais également par sa relation avec les autres organes, et cette interdépendance des parties est causalement enveloppée dans l'idée du tout organique. Sous cet aspect, la finalité organique instrumentale ne se distingue pas de la manière dont Aristote par exemple pouvait la décrire : la présence d'incisives frontales chez les carnivores ne peut être adéquatement ressaisie que si on rapporte la forme et l'emplacement de la dent à la fonction qu'elle assume dans un organisme obéissant à un genre de vie – ici, carnassier (*Physique* II, 8, 198b 23-33). Mais du coup, la causalité finale

efficientes (*nexus effectivus*). Mais, en revanche, on peut pourtant penser aussi une liaison causale d'après un concept de la raison (celui des fins) qui, si l'on considérait la connexion comme une série, impliquerait aussi bien une dépendance descendante qu'ascendante, où la chose est désignée comme effet mérite pourtant, si on considère la série comme ascendante, le nom de cause de la chose dont elle est l'effet. »

⁷⁸⁰ *Ibid.*, AK V : 373.

ne suffit pas à déterminer un objet comme « fin naturelle » puisque, sous cet aspect, l'objet ne se distingue pas d'un « produit de l'art » (« mais dans la mesure où une chose n'est pensée comme possible que de cette manière, c'est simplement une œuvre d'art »⁷⁸¹), c'est-à-dire d'un produit émanant « d'une cause raisonnable, distincte de la matière (les parties) de ce produit ». Il faut donc déterminer un autre critère pour qu'une chose puisse exister comme une fin naturelle, c'est-à-dire sans qu'il y ait contradiction entre la *finalité* et la *causalité naturelle*, ou encore de telle sorte que la finalité cesse de se traduire en une technique. Or c'est justement à partir de la redéfinition kantienne de la finalité impliquant un certain type de relation tout – parties que le critère génétique, qui va devenir celui de la productivité vitale, permettra de discriminer entre produit de l'art et fin naturelle.

Par contraste avec les objets qui ne sont possibles qu'en vertu de « la causalité des concepts d'êtres raisonnables existant en dehors »⁷⁸² d'eux, Kant établit que les choses qui peuvent être décrites comme des fins naturelles sont à la fois produits et fins de la nature ; en d'autres termes que la finalité, au lieu de renvoyer à une causalité extérieure, est enveloppée en elles⁷⁸³. Qu'est-ce à dire ? Dans une chose considérée comme fin naturelle, l'idée de totalité ne peut pas être comprise comme représentation réelle dans l'esprit d'un agent, c'est-à-dire comme cause efficiente de la chose : en ce sens ce n'est pas l'idée du tout qui détermine chaque partie (comme dans le cas de la montre), mais il faut que les parties s'entre-déterminent les unes les autres, puisque dans l'organisme les parties ne sont pas données indépendamment, ni antérieurement au tout. Si la structuration interne des êtres organisés (végétaux et animaux), en ce qu'elle est à la fois fonctionnelle et adaptative, se fonde encore sur une idée de totalité, c'est cependant parce que la finalité intervient ici comme principe de la faculté de juger réfléchissante (qui trouve la règle pour le cas⁷⁸⁴), pour laquelle la nature doit s'organiser

⁷⁸¹ *Ibid.*, AK V : 373.

⁷⁸² *Ibid.*, AK V : 373.

⁷⁸³ Sur la critique kantienne de la téléologie dans le contexte des explications biologiques, voir Mc Laughlin (1990).

⁷⁸⁴ Par opposition à la faculté de juger déterminante qui définit le cas à partir des lois de la nature données par l'entendement, voir la deuxième section de la première introduction de la *Critique de la faculté de juger* : « Quand il est question de diviser non pas une philosophie, mais notre *pouvoir* (supérieur) *de connaître a priori par concepts*, c'est-à-dire quand il s'agit d'une critique de la raison pure ne considérant celle-ci que dans son pouvoir de penser (où le mode pur de l'intuition ne se trouve pas pris en considération), la représentation systématique du pouvoir de penser prend la forme d'une tripartition : la division distingue, premièrement, le pouvoir de

elle-même en un système logique (organisé en genres, espèces, variétés, etc.) – système susceptible donc d’être connu⁷⁸⁵. L’idée de tout n’est donc plus cause effective de la chose et de ses parties, mais plutôt principe de connaissance de la systémativité de ce tout : c’est parce que la *finalité* des organismes est naturelle que l’idée de tout ne peut être qu’un principe de connaissance. Or la systémativité de ce tout ne cesse d’apparaître comme contingente, puisqu’entre une structure viable et une structure monstrueuse il n’y a pas de différence fondamentale du point de vue des lois de la nature : l’œil malvoyant n’en est pas moins produit par la mécanique de la nature, et celle-ci est naturellement indifférente à la viabilité des formes qu’elle engendre. Ce caractère adaptatif de la finalité organique (de l’organe à la fonction, de l’organisme à l’environnement) est donc contingent du point de vue des lois de la nature, mais n’en représente pas moins une nécessité pour l’idée de la totalité organique considérée⁷⁸⁶. Si

connaître *l’universel* (les règles), *l’entendement* ; deuxièmement, le *pouvoir de subsumer le particulier* sous l’universel, *la faculté de juger* ; et troisièmement, le pouvoir de *déterminer* le particulier par l’universel (de dériver à partir des principes), c’est-à-dire *la raison* » (AK XX : 201).

⁷⁸⁵ Voir cinquième section de la première introduction de la *Critique de la faculté de juger* : « Le principe de la réflexion sur les objets donnés de la nature est celui-ci : pour toutes les choses de la nature se peuvent trouver des concepts empiriquement déterminés, ce qui signifie également que l’on peut toujours supposer dans ses produits une forme qui est possible selon des lois générales que nous pouvons connaître. » (AK XX 211), et la note : « la faculté de juger réfléchissante qui cherche aussi des concepts pour des représentations empiriques en tant que telles doit à cet usage admettre en outre que la nature, dans sa diversité sans limites, est parvenue à une division de cette diversité en genres et espèces telle qu’elle donne à notre faculté de juger la possibilité de trouver de l’harmonie dans la comparaison des formes de la nature et de parvenir à des concepts empiriques et à leur structuration en un ensemble, par élévation à des concepts plus généraux qui soient également empiriques : ce qui revient à dire que la faculté de juger suppose un système de la nature également d’après des lois empiriques, et cela a priori, par conséquent à l’aide d’un principe transcendantal. »

⁷⁸⁶ Un des résultats de cette analyse (par laquelle la finalité est appréhendée comme la « légalité du contingent comme tel ») est en outre de détacher la finalité organique de l’utilité – dont l’appréciation demeure indexée à la subjectivité, et donc indéterminée (une même chose pouvant servir à plusieurs usages) – c’est-à-dire en définitive de la technique. Voir par exemple la première introduction de la *Critique de la faculté de juger* : « Que nous sommes capables de voir grâce à l’œil, nous en faisons l’expérience immédiatement, de même que nous avons l’expérience de sa structure interne et de sa structure externe, telles qu’elles contiennent les conditions de son usage possible, et donc la causalité d’après des lois mécaniques. Mais je peux aussi me servir d’une pierre pour y mettre quelque chose en morceaux, ou bien pour édifier quelque chose sur elle, etc., et ces effets peuvent aussi être rapportés, en tant que fins, à leurs causes : cela dit, je ne peux pas pour autant dire que la pierre a *dû* servir à la construction. C’est simplement de l’œil que je juge qu’il a *dû* être approprié à la vision, et quand bien même la figure, la constitution de toutes ces parties et leur combinaison, appréciées d’après des lois simplement mécaniques de la nature, sont totalement contingentes pour ma faculté de juger, je pense pourtant dans sa forme et dans son organisation une nécessité – celle d’être formé d’une certaine manière, à savoir d’après un concept qui précède les causes formatrices de cet organe et

nous reprenons notre exemple des dents, cela implique en quelque sorte de passer de la finalité instrumentale aristotélicienne à la loi de corrélation des formes de Cuvier – loi selon laquelle « tout être organisé forme un ensemble, un système unique et clos, dont les parties se correspondent mutuellement, et concourent à la même action définitive par une action réciproque »⁷⁸⁷ :

« (...) si les intestins d'un animal sont organisés de manière à ne digérer que de la chair et de la chair récente, il faut aussi que ses mâchoires soient construites pour dévorer une proie ; ses griffes pour la saisir et la déchirer ; ses dents pour la couper et la diviser ; le système entier de ses organes du mouvement pour la poursuivre et pour l'atteindre ; ses organes des sens pour l'apercevoir de loin (...) Telles seront les conditions générales du régime des carnivores (...) ainsi, non seulement la classe, mais l'ordre, mais le genre, et jusqu'à l'espèce, se trouvent exprimés dans la forme de chaque partie. »⁷⁸⁸

Inversement, à partir de la forme d'une dent dégagée d'un bloc de gypse de Montmartre, peuvent se déduire toutes les caractéristiques morphologiques de la sarigue⁷⁸⁹. L'idée de tout n'intervient donc pas comme cause efficiente de la production des parties, autrement dit les parties ne sont pas construites à partir d'un plan déterminé par cette idée, mais elles se déterminent mutuellement, et cette entre-détermination des parties indique que la circularité de la cause et de l'effet s'est déplacée du côté des rapports qui unissent les parties entre elles et au tout.

Mais cette détermination revêt chez Kant un sens fort de production (qui n'est pas requis chez Cuvier) puisque, comme nous l'avons noté, nous ne pouvons pas, pour qu'une fin soit dite naturelle, admettre que le principe de sa production lui soit étranger. Ce second critère devient alors celui de la productivité spécifique déployée par les êtres vivants : « il est requis pour cela, *deuxièmement*, que les parties de cette chose se relient en l'unité d'un tout à travers la manière dont elles sont mutuellement les unes vis-à-vis des

sans lequel la possibilité de ce produit de la nature n'est appréhendable pour moi selon aucune loi mécanique de la nature (ce qui n'est pas le cas pour la pierre évoquée plus haut). », (AK XX, 240).

⁷⁸⁷ Cuvier (1840), [1825], p.98.

⁷⁸⁸ Cuvier, *op. cit.*, pp. 98-99.

⁷⁸⁹ En 1805, Cuvier fit la démonstration de la loi de corrélation des formes à partir du dégagement des mandibules et de la denture d'un reste fossile contenu le Gypse de Montmartre.

autres cause et effet de leur forme » (AK V : 373). Par conséquent, un être vivant – une « fin naturelle » – n'est pas seulement un être organisé dans lequel les parties ne sont possibles que dans leur relation avec le tout (comme dans une montre, laquelle n'est possible qu'en vertu de son concept total, puisque ses parties n'existent que pour le tout et pour les autres parties), mais il est également un être qui doit être dit « auto-organisé », puisqu'aucun agent extérieur ne l'organise. Kant illustre ce caractère distinctif des êtres organisés comme suit : si dans une montre, une partie est assurément un moyen communiquant le mouvement aux autres parties, elle n'est en revanche pas la cause de la production de ces parties. Dans une montre, une machine, un artefact, toutes les parties *dependent* les unes des autres, mais elles ne sont pas *produites* les unes par les autres. Finalement, l'opposition entre 1) le type de relation que les parties entretiennent dans une machine et le principe de sa production et 2) le type de relation que les parties entretiennent dans un être vivant et le principe de sa production, est soutenue par la distinction que Kant introduit entre la *force motrice* et la *force formatrice*⁷⁹⁰. Contrairement à une machine, un organisme n'est pas seulement doué d'une « force motrice » (la capacité de recevoir et de communiquer un mouvement), mais il possède également une « force formatrice », c'est-à-dire une force « qu'il communique aux matières qui n'en disposent pas (il les *organise*) »⁷⁹¹.

Or il n'est pas anodin que cette force formatrice par laquelle le vivant est saisi par contraste avec la machine comme une productivité spécifique, organisme s'organisant lui-même et organisant d'autres matières, soit moins caractérisée à partir de la génération qu'à partir de la nutrition et de l'assimilation⁷⁹². Cette particularité nous semble être passée relativement inaperçue des interprétations de la conceptualisation kantienne de l'organisme, davantage centrées sur la tradition que nous avons identifiée comme étant celle de la reproduction, ou de l'information. Huneman, dans son étude sur la constitution du concept d'organisme chez Kant, prenait en effet l'épigenèse comme fil conducteur de son analyse des paragraphes 64 et 65, puisqu'il y voyait d'abord une réflexion sur la reproductivité des êtres vivants, laquelle ne pouvait prendre sens que sur fond du déploiement d'une théorie non mécaniste de l'épigenèse. C'est

⁷⁹⁰ Sur cette opposition entre force motrice et force formatrice chez Kant, nous renvoyons à Lenoir (1980), (1989), Look (2006), Zammito (2007), (2016), Mensch (2015).

⁷⁹¹ Nous soulignons. Kant (1793), AK V: 374.

⁷⁹² Kant (1793) AK V: 371.

pourquoi il mettait en résonance ces textes avec la théorie wolffienne de la *vis essentialis* qui devait inaugurer l'introduction d'une nouvelle dynamique de la génération : l'épigenèse ainsi libérée de l'analogie avec la physiologie – et en particulier de l'analogie nutritive (nous reviendrons sur ce point dans un instant) – pouvait renvoyer à l'hétérogénéité des phases du développement embryonnaire et à la force essentielle mettant en relation ces moments hétérogènes. Autrement dit, cette productivité spécifique que Kant diagnostiquait dans l'organisme, comme capacité à s'auto-organiser, devait se concevoir selon Huneman à partir de l'épigenèse wolffienne :

« c'est à Wolff que renvoie Kant, parce que celui-ci montre que l'organisme ne saurait être conçu sans une puissance épigénétique en lui répandue partout, une force certes impossible à cerner dans ses lois, mais à postuler nécessairement dès que quelque chose doit être perçue comme vivante. Dire de l'organisme qu'il s'organise lui-même, cela n'est possible qu'en vertu de la transformation wolffienne qui a libéré la conception de cette 'organisation' de tout modèle physique (...) »⁷⁹³.

Pour séduisante que soit cette lecture, la filiation conceptuelle qu'elle tisse entre Wolff et Kant nous semble exagérée pour plusieurs raisons. Si Huneman ne prétend pas défendre ici une thèse historique, au sens où la productivité organique kantienne serait historiquement conditionnée par la lecture et l'adoption des thèses de Wolff (que Kant ne cite nulle part), il n'en affirme pas moins 1) que Kant et Wolff s'inscrivent dans un même espace de concepts, et 2) que l'espace épistémique ouvert par la redéfinition wolffienne de l'épigenèse devait être compris comme une condition de possibilité de l'élaboration du concept kantien d'organisme. Tout d'abord, comme l'ont déjà remarqué Duchesneau, Goy ou Zammito⁷⁹⁴, et comme Huneman le concède d'ailleurs⁷⁹⁵, Kant s'inscrit davantage dans l'espace de concepts de Blumenbach⁷⁹⁶ (ici la

⁷⁹³ Huneman (2008), p. 137.

⁷⁹⁴ Voir Duchesneau (2006), (2014) ; Goy (2014) ; Zammito (2003), (2007), (2016),

⁷⁹⁵ Huneman (2008), p. 305.

⁷⁹⁶ Sur Blumenbach, voir en particulier Lenoir (1980), (1981), (1989), Mc Laughlin (1982), Duchesneau (2014). Selon Lenoir, la théorie du *Bildungstrieb* (qui oriente les processus physico-chimiques selon un ordre qui est celui de l'organisation) allie deux types d'explication dans les êtres vivants, téléologie et causalité physicomécanique, et a servi de modèle dans le développement de la biologie allemande au 19^e siècle, en particulier dans les programmes de recherche cherchant à conjuguer les explications mécaniques (processus physico-chimiques non

« force formatrice », par opposition à la *vis essentialis* wolffienne), qui est son interlocuteur. Ensuite, la thèse défendue par Huneman repose sur une prémisse qui nous semble contestable et dont nous réservons la discussion à la section suivante, à savoir la supposée rupture opérée par Wolff entre embryogenèse et nutrition. Mais surtout, cette lecture exclusivement embryologique nous semble enracinée dans l'omission de la référence discrète mais continue (dans les § 64 et 65) aux processus de nutrition et d'assimilation : en effet, même si l'emploi du concept de « force formatrice » semble une référence (implicite) à Blumenbach, celui-ci est néanmoins mobilisé par opposition au concept de force motrice, et caractérisé, entre autres, comme la capacité d'un être vivant à organiser une matière étrangère, c'est-à-dire à lui imposer sa propre organisation. Ainsi, l'autorégulation et l'autoréparation sont mobilisées, au même titre que la reproduction, comme preuves de cette force formatrice spécifique aux êtres organisés.

Dans le §64, Kant avait déjà élaboré les caractéristiques que doivent présenter les choses pour être décrites comme fins naturelles à partir de la productivité spécifique qu'exhibent les êtres organisés : un arbre⁷⁹⁷ s'autoproduit selon espèce, il se produit lui-même en tant qu'individu, et enfin ses parties sont à la fois cause et effet du tout. Le deuxième aspect de cette productivité présente un intérêt particulier pour notre démonstration. L'arbre s'autoproduit en tant qu'individu car il croît. Cependant, Kant indique que cette croissance doit être distinguée « totalement de tout accroissement de grandeur selon des lois mécaniques » (AK V : 371). Cette opposition entre croissance organique et accroissement mécanique ravive ici la distinction que nous avons analysée au chapitre 2 entre une croissance par agrégation et une croissance par intussusception.

téléologiques) avec l'idée d'un ordre d'organisation vitale (embryologie de Karl Ernst Von Baer et Robert Remak, physiologie expérimentale de Johannes Müller, théorie cellulaire de Rudolf Virchow, etc.). Il analyse ce modèle d'explication comme étant « téléomécaniste », modèle qui constitue donc moins une doctrine qu'un programme de recherche visant à concilier deux voies explicatives apparemment exclusives afin de rendre compte des caractéristiques spécifiques des êtres vivants. Pour des interprétations divergentes ou contradictoires de la relation entre Kant et Blumenbach, voir Richards (2000), Look (2006), Zammito (2007), (2012).

⁷⁹⁷ Il nous intéresse particulièrement que Kant choisisse l'arbre, plutôt que l'animal ou l'homme, dans la description phénoménologique de cette productivité vitale, puisqu'elle permet de détacher la construction du concept d'organisme de celui d'âme, et de neutraliser le rapprochement entre vie et désir (ou mouvement volontaire). Voir par exemple dans les *Rêves d'un visionnaire* : « Le signe incontesté de la vie dans ce qui tombe sous nos sens externes est sans doute le libre mouvement sur lequel l'origine volontaire est visible ; mais il n'est pas prudent de conclure qu'il n'y ait aucun degré de vie là où ce signe nous échappe. », in Kant (1989), p. 62

La croissance spécifiquement vitale, commune aux végétaux et aux animaux, n'est donc pas une simple agrégation, ou une simple accréation, mais doit être considérée comme une production – *Zengung* – « équivalente, sous un autre nom, à une génération » – *Erzeugung*. Kant remobilise donc en quelque sorte ici l'analogie entre la nutrition et la génération, mais dans une direction profondément non-mécaniste, puisque l'analogie ne désigne plus l'accroissement d'une structure préexistante, mais la productivité vitale à travers la capacité des organismes à s'auto-organiser. Caractérisée comme un processus d'assimilation, la croissance doit donc être comprise comme une autoproduction constante de l'organisme. Par conséquent, l'assimilation ne peut plus être pensée sous le modèle méréologique de l'agrégation – soit ce modèle méréologique qui redéfinit chez Kant le mécanisme comme rapport entre le tout et les parties, le tout n'étant que la somme de ses parties –, elle doit plutôt être pensée comme l'expression de la productivité spécifique des êtres vivants, puisqu'elle consiste, en fin de compte, en la production d'une organisation particulière.

Si l'on compare cette description de la croissance de l'arbre comme autoproduction avec celle que proposait Buffon dans l'*Histoire naturelle* nous pouvons mesurer de la distance qui sépare désormais deux schèmes de l'organisation vitale. Buffon décrivait ainsi croissance la croissance de l'arbre :

« (...) d'ailleurs, si nous réfléchissons sur la manière dont les arbres croissent, et si nous examinons comment d'une quantité qui est si petite ils arrivent à un volume si considérable, nous trouverons que c'est par la *simple addition de petits êtres organisés semblables entre eux et au tout*. La graine produit d'abord un petit arbre qu'elle contenait en raccourci, au sommet de ce petit arbre il se forme un bouton qui contient le petit arbre de l'année suivante, et ce bouton est une partie organique semblable au petit arbre de la première année ; au sommet du petit arbre de la seconde année il se forme de même un bouton qui contient le petit arbre de la troisième année, et ainsi de suite tant que l'arbre croît en hauteur, et même tant qu'il végète, il se forme à l'extrémité de toutes les branches, des boutons qui contiennent en raccourci de petits arbres semblables à celui de la première année : il est donc évident que les arbres sont composés de petits êtres

organisés semblables, et que l'individu total est formé par l'assemblage d'une multitude de petits individus semblables. »⁷⁹⁸

Comme nous l'avons montré au chapitre précédent, le modèle que Buffon propose de l'assimilation, malgré son effort pour penser l'intériorité et l'intimité d'un processus organique, malgré son effort pour penser par-delà la surface des corps donc, présuppose nécessairement la ressemblance ou l'identité des molécules organiques avec le tout organique qui les assimile : les organismes assimilent (ou additionnent) des molécules organiques, et croissent en conséquence. Un tel modèle ne pouvait donc penser la capacité des êtres vivants à produire leur propre substance par l'assimilation d'une matière extérieure, c'est-à-dire, en définitive, la productivité spécifique du vivant. Au contraire, la théorisation kantienne des êtres organisés comme fins naturelles intègre cette capacité des organismes à produire leur propre substance par l'assimilation d'une matière étrangère, si bien que la nutrition ne peut plus se concevoir comme une simple faculté conservatrice mais devient, dans le déploiement de ce schème épigénétique de l'organisme, l'indice de cette productivité vitale spécifique.

L'intussusception est par conséquent un processus non-mécaniste non seulement par ce qu'il agit sous la surface des corps, intimement, mais surtout parce que son produit (la substance végétale ou animale) ne se réduit pas à la somme de ses parties, ou à celle des éléments qu'elle met en relation :

« (...) on doit rencontrer cependant dans l'analyse et la recomposition de cette matière brute une originalité telle, quant au pouvoir dont dispose ce genre d'êtres naturels pour dissocier et former, que tout art en reste infiniment éloigné quand il essaye de reconstituer ces produits du règne végétal à partir des éléments qu'il obtient par leur décomposition ou bien aussi à partir de la matière que la nature leur fournit comme nourriture. »⁷⁹⁹

Ce passage rappelle la distinction chimique que Kant avait introduite dans les *Leçons de métaphysique* entre « éducation » et « production » : alors qu'une « éducation » n'est que la recombinaison en une nouvelle configuration d'éléments déjà donnés, une « production » renvoie à l'émergence de nouvelles propriétés qui n'étaient pas déjà

⁷⁹⁸ Buffon (1749), vol. II, pp. 24-25.

⁷⁹⁹ Kant (1793), AK V : 371.

présentes dans les éléments à l'état de séparation⁸⁰⁰. Les processus de nutrition et d'assimilation sont alors susceptibles d'une double lecture : dans la mesure où l'organisme reçoit dans la nutrition des éléments matériels – ses composants – de l'extérieur, le résultat de cette assimilation peut être considéré comme une « éduction » ; mais, parce qu'à travers la nutrition un organisme ne se contente pas d'agrèger des composants élémentaires préexistants en une nouvelle forme, l'assimilation doit au contraire être conçue comme la production, par l'organisme, de sa propre substance. Par l'assimilation d'éléments étrangers, l'organisme produit en effet un nouveau composé qui ne saurait être simplement conçu comme la somme, ou le réarrangement de ses composants. En d'autres termes, une plante (ou tout autre être vivant) synthétise sa propre substance par l'intermédiaire de la nutrition et par l'assimilation des composants que la nature extérieure lui fournit : elle organise la matière qu'elle assimile. Nous retrouvons là l'intuition d'Astruc sur les produits de la nutrition : la chair vivante est une mixtion irréductible à la somme des éléments introduits par la nutrition, et l'analyse de ces derniers ne permet de déduire ni la composition, ni les propriétés chimiques de cette mixtion vitale hétérogène (puisque les produits de cette synthèse vitale dans la nutrition sont hétérogènes et spécialisés). Quand la plante croît, elle ne fait donc pas que s'étendre, elle produit en réalité sa propre substance par la nutrition, et cette production n'est pas réductible aux lois de la physique et de la chimie. Réciproquement, la synthèse chimique ne permet pas de reproduire l'action de cette force formatrice des êtres organisés – ou plutôt elle en est infiniment éloignée. Autrement dit, les voies analytiques et synthétiques rencontrent des obstacles symétriques : l'analyse bute sur l'incommensurabilité des composants élémentaires et de la substance vivante ; la synthèse des composants élémentaires se montre impuissante à produire le moindre composé vivant. La force formatrice vitale excède donc radicalement à la fois la mécanique et la chimie, parce qu'elle opère en accord avec l'idée du tout – idée dont la signification biologique est fondamentalement étrangère aux mécanismes de la nature (comme nous l'avons établi plus haut). Surtout, cette impossibilité de réaliser la moindre synthèse vitale en dehors de l'organisme – sorte de laboratoire au sein duquel des forces opèrent ce que la mécanique est impuissante à

⁸⁰⁰ « En chimie nous distinguons entre la matière *tanquam eductum* (par exemple, l'oxyde de potassium est une éduction), et *tanquam productum*, dont il n'y avait rien auparavant (...) », (AA 28, 684). Nous traduisons.

réaliser – indique en creux le refus d’une dérivation de l’organisation vitale à partir de l’inorganique.

Cette réflexion kantienne sur l’auto-organisation ne pouvait donc pas se développer dans la direction que nous avons indiquée au début du chapitre 4 (c’est-à-dire dans la direction d’une réflexion sur les conditions de production de l’organisation vitale à partir d’éléments inorganiques), puisqu’elle devait rencontrer, et être contenue dans les limites assignées par, l’anti-hylozoïsme radical de Kant⁸⁰¹. Ce refus d’attribuer à la matière en tant que telle soit l’organicité, soit la capacité à s’auto-organiser (puisque l’hylozoïsme revient pour Kant à « doter la matière comme simple matière d’une propriété » (§65), ou à tout animer⁸⁰²) repose en définitive sur une définition de la matière comme occupation d’un espace et comme impénétrabilité, propriétés dont le corollaire est la position de deux forces – force d’attraction et force de répulsion⁸⁰³ (puisque la matière n’est ni condensée en un seul point, ni dispersée dans tout l’espace – de telle sorte que sa densité serait nulle). De cette définition il découle donc que la « matière comme simple matière » ne contient en elle aucun principe d’organicité ou d’information (qui serait « en contradiction avec son essence » §65) qui puisse rendre raison de la distinction entre l’organique et l’inorganique, et c’est pourquoi l’organisation (qui seule pouvait rendre cette distinction intelligible) devait être nécessairement présumée. Symétriquement la possibilité qu’une telle transition fût assumée par des principes immatériels, comme une âme agissant sur la matière, devait être rejetée comme un « refuge de la philosophie paresseuse »⁸⁰⁴, puisque cela revenait à

⁸⁰¹ Voir Zammito (1992), (2003).

⁸⁰² Voir les *Rêves d’un visionnaire* : « L’hylozoïsme anime tout, le matérialisme au contraire tue tout si l’on y regarde bien », p. 63.

⁸⁰³ Voir en particulier les *Premiers principes métaphysiques de la nature*.

⁸⁰⁴ Voir dans les *Rêves d’un visionnaire*, p. 64 : « Au demeurant, le fait d’invoquer des principes immatériels est un refuge de la philosophie paresseuse, aussi faut-il dans toute la mesure du possible éviter l’emploi de ce style dans les modes d’explication, afin que les causes données aux phénomènes du monde à partir des lois du mouvement de la matière pure et simple, les seules qui soient intelligibles, soit reconnues dans toute leur extension. » Notons que dans le passage qui suit immédiatement cet extrait, Kant réhabilite cependant l’usage stahléen d’un principe hégémonique de gouvernance organique, limitant – en même temps qu’il en conçoit la nécessité – la portée d’une méthode réductionniste dans l’étude des êtres organisés : « Et pourtant, je suis convaincu que Stahl qui aime expliquer d’un point de vue organique les changements dans l’animal, est souvent plus près de la vérité qu’Hofmann, Boerhaave et consorts, lesquels mettent de côté les forces immatérielles et s’en tiennent aux causes mécaniques, en quoi ils suivent une méthode plus philosophique, en défaut sans doute çà et là, mais le plus souvent confirmée, et seule profitable à la science, au lieu que, dans l’autre parti, quant à l’influence des êtres de nature

réintroduire dans la nature une causalité technique dont on avait précisément cherché à la libérer (ce serait faire de l'âme « l'artiste de la construction et ainsi soustraire le produit à la nature »). Si bien que l'articulation de ces deux refus, ou plutôt de la double exigence requise pour penser la finalité naturelle, impliquait d'admettre qu'une « organisation originare insondable » fût au principe de la production des êtres organisés. Ainsi, si le §58, qui achève la première partie de la *Critique de la Faculté de Juger* consacrée à la faculté de juger esthétique (et non téléologique), semblait provisoirement envisager l'hypothèse d'une formation métabolique du vivant à partir de la solidification des fluides – « aussi bien les plantes que les corps des animaux se sont formés à partir d'une matière alimentaire fluide, dans la mesure où elle-même se forme en repos » – celle-ci était immédiatement contenue à l'intérieur des limites assignées par une organisation originare – « processus qui, il est vrai, s'est développé (...) d'abord selon une certaine disposition originelle orientée par référence à des fins »⁸⁰⁵. En réalité, l'hypothèse d'une continuité entre l'inorganique et l'organique opérée par les seules lois mécaniques, ou d'un auto-assemblage de la matière inerte sous la forme d'une fin naturelle auto-organisée ne pouvait qu'apparaître à Kant comme une aberration devant laquelle la raison devait reculer d'effroi⁸⁰⁶.

Nous avons en effet relevé (ch. 4) que le 18^e siècle distinguait mal (parfois à dessein, comme dans la controverse entre Haller et Wolff) entre deux sens d'épigenèse : la formation embryonnaire non préformée d'un individu, et la génération spontanée

incorporelle, tout ce qu'on peut en connaître est le fait qu'elle existe, mais jamais comment elle s'exerce ni jusqu'où va son efficace.» Notons que cette contradiction entre d'un côté le mécanisme et de l'autre l'admission de forces immatérielles sera résolue par la voie transcendante dans la 3^e *Critique*, puisque ce que ces forces immatérielles étaient chargées de penser – soit la finalité organique – devra finalement être compris comme un principe régulateur du jugement réfléchissant, comme nous l'avons vu. Stahl avait donc en quelque sorte raison d'affirmer l'irréductibilité de l'organisation vitale aux forces mécaniques (ou chimiques en l'occurrence) mais tort d'attribuer ces prestations spécifiques du vivant à une force immatérielle hégémonique conservant actuellement la mixtion vitale et dirigeant efficacement les mouvements du corps (l'âme).

⁸⁰⁵ Kant (1793), AK V : 349.

⁸⁰⁶ Cette épigenèse « radicale » confine en effet à l'hylozoïsme pour Kant, et rend la science impossible, puisqu'en supprimant les frontières, elle supprime la possibilité de classer et de déterminer des lois de la nature. Dans sa recension de la première partie des *Idées pour une philosophie de l'histoire de l'humanité* (janvier 1785) de Herder, Kant exprimait son rejet d'une telle épigenèse des espèces : « une parenté (naturelle) entre les espèces : l'une étant issue de l'autre et toutes d'une espèce originelle unique, ou encore d'un sein maternel unique qui les aurait enfantées – nous entraînerait à des idées (...) si extraordinaires que la raison recule d'effroi devant elles ».

(génération de l'organique à partir de l'inorganique) puis, par dérivation, la génération d'une espèce à partir d'une autre. Kant se montre très critique à l'égard de cette seconde acception de l'épigenèse, et c'est pourquoi il s'aligne sur la définition qu'en donne Blumenbach, lequel opposait à la *vis essentialis* de Wolff (force analogue à celles qui opèrent dans le monde inorganique, et qui ne porte pas la marque de l'espèce) une force prenant appui sur des formes originaires :

« Cet homme pénétrant n'accorde pas le *Bildungstrieb*, l'instinct de formation – par lequel il a apporté une telle lumière dans la théorie de la génération – à la matière inorganisée, mais seulement aux membres des êtres organisés »⁸⁰⁷

« Concernant cette théorie de l'épigenèse, personne n'a fait plus que M. le conseiller aulique Blumenbach, tant pour ce qui est de lui apporter des preuves que pour fonder les principes authentiques de son application, et cela en partie à travers la limitation d'un usage de ceux-ci qui était souvent trop dépourvu de démesure. *C'est à la matière organisée qu'il fait débiter tout mode d'explication physique de ces formations.* Car que la matière brute se soit formée elle-même originellement selon des lois mécaniques, que de la nature inanimée ait pu surgir de la vie, et que de la matière ait pu d'elle-même s'adapter à la forme d'une finalité se conservant elle-même, il le déclare à juste titre

⁸⁰⁷ AK VIII : 180. Fondamentalement, il s'agit de récuser l'idée de continuité dans la nature, d'une *scala naturae*, affirmant « le soi-disant continuum de formes (*continuum formarum*) selon une analogie avec le continuum physique (*continui physici*), continuum où les minéraux commencent un ordre qui va à travers les mousses, les lichens, les plantes, les zoophytes, à travers le règne animal pour s'élever jusqu'à l'être humain. Ceci n'est rien d'autre qu'un rêve dont Blumenbach a montré l'absence de fondement. » (Ak. XVIII, 762.). La réfutation de la chaîne des êtres est donnée par Blumenbach dans le *Handbuch der Naturgeschichte* §§8-9, l'argument étant que le *Bildungstrieb* est hétérogène à la cristallisation : « l'idée de corps organisés, idée qui emporte avec elle nécessairement celle d'une fin, d'un but, détruit absolument toutes les explications purement mécaniques de la formation des corps organisés par le moyen de ce que les anciens appelaient une force plastique, force pareille à ce qui a lieu dans le règne minéral. », §8, note ; « j'appelle cette force tendance génératrice (*nisus formativus*) *Bildungstrieb* ; elle se distingue de toutes les forces formatives (telle que celle qui produit les cristallisations dans le règne minéral) en ce que les corps organisés et leurs parties étant destinés à tant de fonctions, elle peut donner à la substance séminale susceptible de diverses organisations des formes tout aussi variées que ces fonctions ; seulement ces formes sont toujours modifiées conformément à une fin ; ainsi cette tendance (par la réunion de principes purement mécaniques avec ceux qui sont susceptibles de modification conformément à une fin) opère d'abord lors de la conception la formation successive ; elle conserve ensuite par le moyen de la nutrition cet être organisé pendant tout le cours de sa vie, et lorsque ce corps a fait par hasard quelques pertes, elle les répare autant que possible par la reproduction », §9.

contraire à toute raison ; mais il laisse au mécanisme de la nature, sous ce principe pour nous insondable d'une *organisation originnaire*, une part indéterminable, pourtant en même temps impossible aussi à méconnaître – ce à l'égard de quoi le pouvoir de la matière dans un corps organisé (à la différence de la force formatrice (*Bildungskraft*) qui lui appartient généralement) est nommée par lui tendance formatrice (*Bildungstrieb*) (se tenant en quelque sorte sous la direction supérieure de la première et recevant d'elle ses instructions). »⁸⁰⁸

L'auto-organisation devait donc se déployer à l'intérieur d'une organisation originnaire « insondable », hypothèse sans laquelle le problème de la génération devenait proprement impensable. Comme le remarque Zammito, pour Kant « toute forme organique doit être fondamentalement distinguée de la matière. L'organisation exigeait nécessairement une création séparée »⁸⁰⁹. En effet, dans le cadre théorique kantien, l'épigenèse – bien qu'opposée à la préformation – devait être définie comme une préformation générique (AK V : 423), puisque la possibilité de l'embryogenèse dépendait, en définitive, d'une « création originelle qui instillait l'organisation dans la matière inerte »⁸¹⁰. En d'autres termes il était inconcevable que l'ordre téléologique caractéristique des êtres vivants, leur organisation proprement vitale eussent émergé d'une organisation spontanée de la matière inerte, ni qu'ils fussent le résultat de conditions chimiques spécifiques – précisément parce que cet ordre, cette organisation, et la norme vitale qu'ils définissent sont fondamentalement contingents par rapport aux lois de la nature. Ainsi, non seulement l'auto-organisation ne pouvait renvoyer à la capacité de la matière à s'auto-organiser pour produire l'ensemble des phénomènes vitaux, mais l'anti-hylozoïsme radical de Kant semblait accroître la distance entre une biologie et une chimie (aucune des deux ne pouvant revendiquer le statut de science) dans la recherche des lois d'organisation vitale – non pas que cette distance fût l'indice d'une infirmité épistémique, mais plutôt de l'insuffisance des explications mécaniques, par définition aveugles (ou indifférentes) à la téléologie organique, dans l'explication des formes vitales. S'il ne peut y avoir de Newton du brin d'herbe⁸¹², c'est bien parce que

⁸⁰⁸ Kant (1793), AKV: 424. Nous soulignons.

⁸⁰⁹ Zammito (2003), p. 94.

⁸¹⁰ *Ibid.*

⁸¹² « Il est en effet tout à fait certain que nous ne pouvons même pas connaître de façon suffisante les êtres organisés et leur possibilité interne suivant des principes simplement

Kant a rompu la solidarité initiale du brin d’herbe et du flocon, solidarité qui dans l’*Unique argument* le rapprochait encore de Descartes (comme nous l’avons déjà noté au ch. 2), au profit de la reconnaissance d’une finalité se produisant et se conservant elle-même, sanctionnant par là non seulement la reconnaissance de processus spécifiquement organiques (intussusception) mais davantage encore celle de leur signification proprement vitale. Or c’est cette signification qui devait demeurer contingente (et opaque) vis-à-vis des lois de la nature (vis-à-vis d’un pur déterminisme physico-chimique) et interdire que l’organisation vitale pût être élucidée par elles seules⁸¹³.

6.2.2 C. F. Wolff et la force nutritive

i. Vis essentialis : de l’inorganique à l’organique

Alors que la théorisation kantienne de l’auto-organisation présuppose une organisation originaire et ne peut se résoudre en un ensemble de processus purement physico-chimiques, C. F. Wolff développe un modèle matérialiste et néo-mécaniste de l’épigenèse – au sens kantien d’un tout séquentiellement construit à partir de ses parties

mécaniques de la nature, bien moins encore nous les expliquer ; et c’est même si certain que l’on peut sans hésiter dire qu’il est absurde pour des êtres humains même simplement de concevoir un tel projet, ou d’espérer que puisse un jour surgir encore un Newton qui rende compréhensible ne serait-ce qu’un brin d’herbe d’après des lois naturelles que nulle intention n’a ordonnées », §75, AK V : 400.

⁸¹³ Est-ce que l’approche dite de « biologie de synthèse » en biologie affaiblirait aujourd’hui cet argument kantien ? Nous ne le pensons pas dans la mesure où une grande part de la biologie de synthèse – qui pourrait se définir dans ce cas comme de l’ingénierie génétique – présuppose en réalité l’organisation d’un génome à partir duquel elle travaille. Une autre approche en biologie de synthèse consiste, à partir de la reconnaissance de propriétés fondamentales du vivant (métabolisme, autoréplication, hérédité et capacité à évoluer) à tenter de générer des formes de vie simples, s’auto-organisant, en partant de leurs composants chimiques. Mais justement, une telle approche consiste à reconnaître des propriétés irréductibles à une approche strictement mécaniste (au sens kantien de construction séquentielle du tout à partir d’entités discrètes). Cette seconde voie n’est pas encore parvenue à susciter l’auto-organisation d’un organisme vivant minimal à partir de ses composants inanimés. Bien sûr le succès d’une telle synthèse invaliderait *de facto* les conclusions de Kant – à savoir qu’il était impossible d’élucider la possibilité interne de la moindre forme vivante à partir de principes simplement mécaniques –, mais il nous semble 1) qu’elle vaudrait comme reconnaissance de dynamiques systémiques propres au vivant, 2) qu’elle resterait précisément muette sur la signification de l’organisation vitale dans la diversité de ses manifestations.

– qui impliquait la possibilité d’une continuité entre l’inorganique et l’organique⁸¹⁴. Le statut épistémologique de la notion wolffienne de *vis essentialis* (force essentielle) comme cause suffisante de l’embryogenèse, ainsi que la nature du modèle qu’il propose pour l’épigenèse – matérialiste ou vitaliste ? – ont été amplement discutés. Huneman et Dupont ont ainsi soutenu que la refondation wolffienne de l’embryologie devait permettre de comprendre les êtres vivants comme des entités capables de réaliser leur identité dans le temps, en reliant les phases hétérogènes et discontinues de leur développement – autrement dit que la *vis essentialis* comme force immanente au vivant permettait d’ordonner cette hétérogénéité des séquences temporelles du développement. Cette rénovation non-mécaniste de l’épigenèse aurait alors ouvert un espace théorique à l’intérieur duquel la conception kantienne des êtres vivants comme entités organisées et s’auto-organisant pouvait se développer⁸¹⁵. À l’inverse, Zammito et Goy ont défendu que le matérialisme et l’hylozoïsme constitutifs du modèle wolffien de l’embryogenèse devaient nécessairement interdire à Kant d’y adhérer⁸¹⁶. En nous fondant sur ces dernières interprétations de l’embryologie wolffienne, nous proposons de réexaminer la compréhension de la *vis essentialis* comme « force chimique »⁸¹⁷ et celle de l’auto-organisation comme « suite de réactions chimiques »⁸¹⁸, afin d’analyser le rôle assumé par la redéfinition des processus nutritifs dans cette réforme de l’embryologie.

Dans l’explication wolffienne de l’épigenèse, la cause prochaine du développement réside dans la mise en mouvement des fluides par la *vis essentialis* et la solidification qui s’ensuit, l’émergence de structures organisées rudimentaires

⁸¹⁴ Sur la relation entre Kant et Wolff, nous renvoyons en particulier à Goy (2014) et à Zammito (2016) et (à paraître) dans Bognon-Küss et Wolfe (éds.). Pour une étude détaillée de la théorie wolffienne de l’épigenèse, et notamment le débat qui l’opposa à Haller, on lira l’étude classique de Roe (1981), ainsi que Roe (1975), Duchesneau (1979).

⁸¹⁵ Huneman (2007), p. 75: « the Wolffian embryology (...) enabled Kant to resolve the philosophical problem of natural generation, and subsequently to determine what is proper to the explanation of living processes » ; (2008), pp. 127-136 ; Dupont (2007), pp. 37-8: « even though it is to Blumenbach and not to Wolff that Kant refers (...) in the third *Critique*, Wolff’s embryological works do represent a condition of realizability of the Kantian project for the biology ».

⁸¹⁶ Zammito (2003), à paraître dans Bognon-Küss et Wolfe (éds.), Goy (2014), voir aussi Duchesneau (2012) [1982], (2006).

⁸¹⁷ Mc Laughlin (1982), p. 65.

⁸¹⁸ Zammito, *op. cit.*

(vaisseaux, vésicules ou cellules) étant la conséquence de cette coagulation progressive⁸¹⁹ :

« la force essentielle, avec la capacité qu'a le nutriment à se solidifier, constitue le principe suffisant de toute végétation, tant chez les plantes que chez les animaux »⁸²⁰

Si la force essentielle est définie comme étant propre aux êtres organisés – végétaux et animaux – et est ultimement responsable des phénomènes vitaux (un corps ne la possédant pas ne peut être vivant), Wolff n'en fait pas pour autant une force vitale immatérielle, hégémonique et téléologique, irréductible à une suite de processus physico-chimiques. Comme il l'écrit dans la *Theorie von der Generation* :

« C'est sur la base de cette force, par laquelle toutes ces choses (la génération) sont accomplies dans le corps végétal, que nous attribuons la vie à celui-ci ; et sur cette base, je l'ai nommée force essentielles de ces corps, parce que, précisément, une plante cesserait d'être une plante si cette force lui était retirée. Elle trouve aussi bien place dans les animaux que dans les plantes, et tout ce que les animaux ont en commun avec les plantes dépend principalement de cette force. »⁸²¹

La *vis essentialis* doit donc être définie, d'après Zammito, comme une « force [matérielle] newtonienne, qui déclenche, par l'intermédiaire de processus chimiques déterminés, la production de matière organique à partir de matière inorganique conformément à des schémas réguliers et empiriquement démontrables »⁸²². Il semble donc que chez Wolff les deux significations d'épigenèse – formation successive des parties de l'embryon, et formation de l'organique à partir de l'inorganique – soient, non pas confondues, mais intimement mêlées dans un modèle hylozoïste et, comme nous le verrons, nutritif, de la génération. Une telle interrelation entre épigenèse radicale et épigenèse modérée doit, corrélativement, inciter à séparer Kant de Wolff.

⁸¹⁹ « La vitesse du courant de la sève décide de la formation des tissus : coulant lentement, la sève fabrique des vésicules ; coulant vite (dans une même direction) elle fabrique des vaisseaux », in H.D. de Wit (1992), II, p. 351.

⁸²⁰ Wolff (1759), p. 115, §242. Cité dans Roe, (1981), p. 114.

⁸²¹ Wolff (1764), §26, p. 160. Traduit par Huneman (2008).

⁸²² Zammito (2003), p. 87.

En 1789, soit une vingtaine d'années après la *Theorie von der Generation*, Wolff publiait un essai sur la nature de la « force nutritive » dans lequel il tentait de clarifier sa conception de la *vis essentialis*, dont la nature était restée relativement obscure dans ses premiers travaux (à la fois dans la *Theorie von der Generation* et le *De formatione intestinorum*). Cet essai répondait à une question que Wolff avait lui-même proposée en 1782 à l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg. La question proposée au prix de l'Académie définissait alors la nutrition comme un processus s'exerçant sur toutes les parties du corps (y compris les parties qui ne sont pas reliées aux vaisseaux – comme les ongles, les cheveux, etc. – ainsi que celles qui leur sont vaguement connectées – comme les os), par lequel de nouvelles parties de l'embryon sont formées (sa « rapide végétation »), et qui est finalement responsable des phénomènes de réparation et de croissance organiques. En outre, puisque la nutrition a lieu dans l'organisme avant que celui-ci ne soit complètement formé (avant la formation du cœur dans l'embryon par exemple), il est inconcevable qu'elle puisse être causée par une structure hautement intégrée et déjà fonctionnelle (puisque l'on ne peut, par exemple, présupposer l'existence du cœur et des vaisseaux). La nutrition doit donc être imputable à une force « propre à la substance animale » agissant sur un amas relativement indéterminé de matière organique – un processus antérieur à la formation de la structure organique donc. La question mise au concours cherche alors à spécifier cette force :

« Quelle est cette force ? Est-elle la même que la force d'attraction commune aux solides et aux fluides des corps ? Ou bien appartient-elle proprement et uniquement à la substance vivante des animaux et des plantes ? Sont-ce peut-être des forces différentes ou des causes d'où dépendent les diverses opérations qui viennent d'être détaillées : par exemple l'absorption des sucs par les racines, la continuation de leur mouvement dans les vaisseaux, leur séparation pour servir à la nutrition, enfin leur évaporation ; ou bien ne serait-ce autre chose qu'une série d'opérations dont la suivante dépendrait toujours immédiatement de la précédente, de manière que toutes provinssent originellement d'une seule et même force ? Le mécanisme et l'organisation contribueraient-ils à ces effets, ou bien ces causes ne pourraient-elles jamais y avoir aucune influence essentielle, de façon qu'au contraire l'organisation résulterait de ces diverses opérations, tant dans les animaux, que dans les plantes ? Enfin n'y aurait-il dans la nature aucune autre opération connue qui put être comparée à ces

divers mouvements des suc dans les plantes, et dans les animaux, qui serait alors une espèce subordonnée de ce genre, ou pourrait lui être rapportée ? »⁸²³

La formulation de la question nous semble indiquer un déplacement majeur dans la conceptualisation la nutrition, celle-ci n'étant à l'évidence plus conçue comme l'agrégation ou l'insertion de molécules indifférenciées ou déjà identiques à l'intérieur d'un patron d'organisation préexistant, mais comme une force à travers laquelle peuvent se déployer des processus de formation d'une organisation spécifiquement organique. Par conséquent, la nutrition n'est plus comprise à partir de la physiologie comme une fonction associée à des organes ou à des appareils spécifiques, mais plus généralement comme un processus agissant au sein d'éléments matériels hétérogènes, avant la formation d'un tout organique – processus précisément chargé de rendre compte de la formation de ce tout, ou de l'organisation vitale en tant que telle. Répondant aux essais de Blumenbach et de Born, tous deux lauréats du prix de l'Académie, Wolff détaille sa conception de la nature et des opérations de la *vis essentialis* – ce qui lui permet notamment de mieux la démarquer du *Bildungstrieb* de Blumenbach.

Alors que dans la troisième *Critique* aucune analogie (avec l'art ou la vie⁸²⁴) ne permettait de saisir adéquatement la manière dont les êtres vivants instancient la finalité naturelle sous leur capacité à s'auto-organiser (« Précisément parlant, l'organisation de la nature n'a donc rien d'analogue avec une quelconque causalité dont nous avons connaissance », AK V : 375) ; l'analogie, chez Wolff, devient non seulement possible mais encore définitionnelle de la *vis essentialis* elle-même, puisqu'elle devait finalement en venir à désigner une force matérielle analogue aux forces opérant dans la nature inorganique – cristallisations, affinités, attraction⁸²⁵. Pour mieux saisir la rupture opérée par Wolff, il nous faut nous arrêter sur l'aporie kantienne (dont la résolution est, on le

⁸²³ Blumenbach et Born, (1789), ii-iii, cité par Roe (1981), p. 115. Traduit en français dans le *Mémoire sur la nutrition* de Grimaud (1789), p. 2.

⁸²⁴ AK V : 374 : « On dit beaucoup trop peu de la nature et de son pouvoir dans les produits organisés quand on nomme ce pouvoir un *analogon* de l'art ; car dans ce cas, on se représente l'artiste (un être raisonnable) comme extérieur à elle. (...) On s'approche peut-être davantage de cette qualité insondable quand on la nomme un *analogon* de la vie ; mais dans ce cas, il faut ou bien doter la matière comme simple matière d'une propriété (hylozoïsme) qui entre en contradiction avec son essence, ou bien lui associer un principe étranger qui serait avec elle en communauté (une âme) ».

⁸²⁵ Sur la multiplication des forces au 18^e siècle, nous renvoyons à notre note n. 698.

sait, transcendante), et plus particulièrement le deuxième terme de l'alternative : la productivité de la nature dans les êtres organisés ne peut être dite « *analogon* de la vie ». Qu'est-ce à dire ? Sous « *analogon* de la vie », Kant entend deux choses : 1) soit l'admission de l'hylozoïsme, qui consiste à renvoyer cette productivité de la nature, ou l'auto-organisation des êtres organisés, à une propriété actuelle de la matière ; 2) soit l'admission d'une âme, ou plus généralement de principes immatériels de directionnalité capables d'informer la matière, ou de l'organiser. La « vie » renvoie donc ici à un terme insaisissable ou plutôt à une double impossibilité : que la matière puisse en elle-même rendre raison de la distinction entre l'organique et l'inorganique ; que des forces immatérielles dirigent actuellement la production de l'organicité (hypothèse qui retombait toutefois sous la critique de la causalité technique).

Wolff rompait donc en quelque sorte avec l'aporie kantienne de l'analogie, refusant les deux termes de l'alternative : la *vis essentialis* n'était ni un *analogon* de l'art, ni un *analogon* de la vie, puisqu'elle permettait de faire l'économie à la fois de l'hypothèse d'un être raisonnable extérieur à la nature organisée (ou d'un principe immatériel responsable de la production de l'organisation vitale), et d'un hylozoïsme confondu avec une attribution actuelle de vitalité à la matière, mais devait au contraire manifester la possibilité de concevoir des changements d'états internes à l'organisation matérielle, changements à partir desquels la vitalité pouvait mécaniquement émerger. Plus fondamentalement donc, le statut de la *vis essentialis* permettait de renverser l'ordre de l'engendrement, puisque cette force ne dépendait pas d'une structure préexistante (ou d'une organisation originaire) mais était à l'inverse, via l'action combinatoire qu'elle exerçait sur les éléments matériels, responsable de son émergence.

L'action de la *vis essentialis* consiste donc d'abord à produire, à partir d'éléments matériels hétérogènes et non-organisés, une structure provisoire et amorphe (non organisée) qui déclenche à son tour les activités nutritives et végétatives, lesquelles doivent permettre à ce processus structurant et organisateur qu'est la force essentielle de complexifier graduellement l'ébauche de structure, jusqu'à la formation complète de la machine structuro-fonctionnelle :

« Il y a une certaine force propre aux corps vivants, par laquelle les sucs nourriciers sont distribués dans toutes leurs parties (...) ainsi ai-je découvert à partir d'observations la vraie constitution des

vaisseaux dans les plantes, et en ai déduit comment ils doivent s'être nécessairement formés. »⁸²⁶

McLaughlin a décrit la *vis essentialis* en ce sens, comme « une force chimique d'attraction-répulsion »⁸²⁷ interne à des arrangements matériels hétérogènes, autrement dit comme une force qui, loin d'être surimposée à la matière inorganique à la manière d'une force vitale hégémonique stahlienne, émergeait au contraire de ses combinaisons. Zammito souligne en effet que, dans le cadre théorique wolffien, les arrangements différentiels de matière permettent d'atteindre des *niveaux* d'organisation spécifiques – le seul franchissement de certains seuils provoquant une suite de réactions chimiques capables d'initier la vie⁸²⁸.

Ainsi, c'est précisément parce que l'organisation n'est pas déjà donnée ou présupposée dans l'embryogenèse que le fait même de la génération doit être expliqué. Autrement dit, c'est bien parce que la structure organique ne préexiste pas à la génération – comme l'observation empirique le montre – que l'organisation doit nécessairement et logiquement renvoyer à un processus de structuration organique à partir d'éléments de matière inorganiques. La *vis essentialis* peut corrélativement être conçue comme une force épigénétique interne à des combinaisons d'éléments matériels inorganiques susceptibles, dans des conditions adéquates, de s'organiser en une structure de plus en plus complexe : elle « découle de l'organisation interne et probablement inanalysable de parties matérielles qui s'assemblent pour former des combinaisons 'séminales' », analyse Duchesneau⁸²⁹. Les semences ne peuvent alors plus apparaître comme les marques de la préexistence d'une structure ou d'une organisation vitale (fût-ce sous la forme d'une information ou de consignes de développement), comme c'était le cas chez Bonnet, mais « en tant que premiers ingrédients de la matière organique, [elles] constituent des combinaisons d'éléments matériels qui déclenchent,

⁸²⁶ Wolff (1764), §37.

⁸²⁷ McLaughlin, *op. cit.*, p. 365 : « Wolffs wesentliche Kraft war eine *chemische* Attraktions – und Repulsions- kraft. Die Partikeln der Materie sind nicht nur verschieden gestaltet, sie haben verschiedene chemische Qualitäten und entsprechende Affinitäten. Die Materie ist also qualitativ heterogen » ; « La force essentielle de Wolff était une force *chimique* d'attraction et de répulsion. Les particules de matière ne sont pas seulement différemment conformées, elles ont des qualités chimiques différentes et des affinités correspondantes. La matière est aussi qualitativement hétérogène. »

⁸²⁸ Zammito, *op. cit.*

⁸²⁹ Duchesneau (2006), p. 173.

dans des conditions appropriées, une disposition dynamique à réaliser les structures complexes nécessaires aux fonctions physiologiques »⁸³⁰.

La rupture avec les anciens modèles de l'embryogenèse est alors double. *Contre le préformationnisme*, Wolff déduit de l'impossible observation de la structure préexistante son inexistence actuelle, opposant à l'épistémologie de l'invisibilité de Bonnet⁸³¹ une épistémologie de la visibilité : là où on n'observe ni organisation ni organes, mais un fluide inorganisé s'organisant progressivement, il ne faut pas postuler une organisation cachée, mais bien l'absence de cette organisation. Or c'est moins l'absence de marque sensible qui doit faire conclure à l'absence de la chose, que la discontinuité des phases du développement et l'hétérogénéité des formes embryonnaires avec celles de l'organisme développé : par exemple, là où l'on attendrait de voir se développer une

⁸³⁰ Duchesneau, *ibid.*

⁸³¹ Le critère de la visibilité faible, central au préformationnisme de Bonnet et de Haller, postule un rapport de discontinuité entre ce que l'œil voit et la réalité : il est possible d'admettre l'existence d'une structure organique alors même qu'elle n'est pas visible. Les preuves expérimentales qui assoient la préformation de Bonnet et Haller dépendent ainsi en dernière instance d'une théorie de la visibilité : puisque la préformation repose sur l'observation d'une structure organique transparente, l'interprétation de cette transparence doit être soumise à un appareil théorique et épistémologique. La difficulté posée par l'affirmation de l'existence d'une structure invisible tient précisément à l'impossibilité de la réfuter directement : les partisans de la préexistence répondent à l'argument de l'invisibilité qu'une privation de qualités sensibles ne peut être tenue pour une réfutation directe. Voir : *Considérations sur les corps organisés*, I, 11, §177 : « Mais sur quoi repose l'assertion de Mr Needham ? uniquement sur ce qu'avec les meilleurs microscopes, on ne découvre rien dans la graine d'une plante, jusqu'à ce que les sommets des étamines se soient déchargés de leur poussière. Qui ne voit que cette manière de raisonner n'est pas exacte, et que c'est argumenter de l'invisibilité à la non-existence ? » ; *Considérations sur les corps organisés*, I, 9, §142 : « La membrane externe du jaune est un épanouissement de la membrane externe de l'intestin ; elle se lie au mésentère et au péritoine. Le jaune a des artères et des veines, qui naissent des artères et des veines mésentériques du fœtus. Le sang qui circule dans le jaune reçoit du cœur le principe de son mouvement. Le jaune est donc une partie essentielle du poulet : mais le jaune qui existe dans l'œuf n'a point été fécondé ; le poulet existe donc dans l'œuf avant la fécondation. »

Enfin, l'invisibilité renvoie dans l'objet observé à la transparence et à la texture fluide (mais organisée) du germe, que Haller nomme « glu organique ». Voir : *Considérations sur les corps organisés*, I, 11, §178 : « (...) il doit nous être permis de le penser jusqu'à ce qu'on nous produise des preuves directes du contraire. La petitesse et la transparence des parties du germe peuvent les mettre hors de la portée des plus excellents verres. » ; *Considérations sur les corps organisés*, I, 9, §144 : « Ce n'est qu'au sixième jour que le poumon est visible. Alors il a dix centièmes de pouce de longueur. Avec quatre de ces centièmes il aurait été visible, s'il n'eût point été transparent. Le foie est plus grand encore lorsqu'il commence à paraître. Si donc il n'est pas visible plus tôt, c'est uniquement à cause de sa transparence. » ; *Contemplation de la nature*, partie VII, chapitre 8 : « (...) quand le poumon du poulet commence à être tomber sous les sens, sa grandeur est déjà de dix centièmes de pouce. Il est prouvé qu'il aurait été visible avec quatre de ces centièmes, s'il n'avait pas été de la transparence la plus parfaite. ». Sur cette épistémologie de la transparence chez Haller et Bonnet on lira Cherni (1998).

cage thoracique, on observe en réalité la formation de l'amnios (qui prolonge le tronc chez le fœtus), « nous concluons que la cage thoracique que nous n'apercevons pas ne peut exister, donc n'existe pas. »⁸³² Wolff neutralise donc l'objection que Bonnet soulevait aux épigénétistes, quand ceux-ci concluaient de l'invisibilité à l'inexistence (réfutation indirecte et insatisfaisante), puisque la question est désormais de conclure de la visibilité à l'existence : « la question n'est plus si ce que l'ont ne voit pas n'existe pas, mais bien si ce que l'on voit existe aussi. »⁸³³ L'embryogenèse ne consiste donc pas à rendre visible ce qui était invisible (l'organisation des fluides), mais à ordonner dans une série temporelle des phases discontinues du développement dans laquelle les formes qui se succèdent s'annulent les unes les autres – ce qu'on observe dans l'embryogenèse étant hétérogène au *terminus ad quem* du développement. *Contre l'épigenèse mécaniste* (à la Harvey), Wolff affirme la spécificité d'un processus vital, l'existence d'une force embryonnaire essentielle reliant entre elles ces phases discontinues du développement, ces plis successifs à partir desquels se construisent les organes, force qui n'implique pas pour autant de rupture ontologique (ou mieux, de conflit) avec l'inorganique. Wolff inaugure alors une compréhension de l'organisation vitale comme un processus graduel et discontinu de structuration organique, susceptible d'être observé dans les séquences ordonnées du développement.

ii. *La nutrition comme force d'organisation*

Or il nous semble que l'attention particulière que Wolff porte à la nutrition, comme cela est sensible dans les citations que nous avons déjà données, a joué un rôle crucial dans cette refondation de l'embryologie : loin d'être abandonnée, comme le soutient Huneman, la relation étroite entre embryogenèse et nutrition devait permettre, de subvertir, en la renversant, l'alliance traditionnelle de la nutrition et de la préformation. Nous proposons donc que la rénovation wolffienne de l'épigenèse s'est accompagnée de, ou fut soutenue par, un travail de redéfinition de la nutrition comme processus d'auto-production organique. Si Huneman estime que Wolff ne pouvait rompre avec l'aporie de Buffon, qui émanait de l'analogie avec la physiologie, qu'en

⁸³² *Sur la formation du canal intestinal* (1768), voir l'édition annotée de Dupont (2003).

⁸³³ Wolff (1764), §57.

défaisant le lien entre génération et nutrition, c'est parce qu'il ne voit pas comment chez Wolff (mais pas exclusivement) la nutrition s'est déjà en quelque sorte libérée de la physiologie et de la structure des organes, pour en venir à désigner un processus d'organisation infra-organismique. En ce sens la nutrition n'est déjà plus cette croissance continue d'une forme préexistante, mais un moyen pour l'organisation vitale de se réaliser (au double sens d'émerger et de se développer). Duchesneau s'est à l'inverse montré particulièrement attentif à cet aspect de la théorie de l'épigenèse de Wolff, puisqu'il a montré qu'elle reposait, en définitive, sur des processus d'assimilation et de désassimilation⁸³⁴.

Comme nous l'avons déjà relevé, la théorie de l'épigenèse de Wolff (*Theorie von der Generation*) consiste à observer et à rapporter toutes les transformations survenant pendant le développement embryogénétique, sans présupposer la préexistence de parties invisibles accédant progressivement à la visibilité, ce qui l'amène à reconnaître, dans la dynamique du développement, l'existence de stades transitoires et de structures intermédiaires dans la morphogénèse⁸³⁵ – une vision qui a jeté les bases de la théorie des « feuillets » développée par son disciple Pander⁸³⁶. Afin d'examiner ce qui sous-tend les enchaînements internes au développement embryogénétique, Wolff distingue trois processus partiels dans lesquels la nutrition (redéfinie) doit jouer un rôle déterminant, et propose de celle-ci une double caractérisation que nous allons maintenant reconstruire.

Les processus internes à la morphogénèse sont en effet la « conception », la « végétation » et la « nutrition ». Dans une plante (cas qu'examine Wolff, et auquel nous nous limiterons ici), la « conception » ébauche les premières parties, comme les racines ; la « végétation » désigne la construction de parties plus élaborées ; tandis que la « nutrition » est ce processus par lequel l'organisation interne de ces parties (vésicules, cellules) est produite :

« Comme j'appelle ici *conception* la tâche de la nature par laquelle sont produites les toutes premières parties d'une plante, ainsi dans ma dissertation j'ai nommé *végétation* cette tâche par laquelle, après cette première partie, continuent d'être produites plusieurs autres parties

⁸³⁴ Duchesneau (1982), (2006).

⁸³⁵ Voir Dupont (2007), à propos du traité sur le développement de l'intestin de poulet, *De Formatione Intestinatorum*.

⁸³⁶ Voir Schmitt (2003).

qui se tiennent devant elle, mais j'ai appelé *nutrition* cette tâche par laquelle des vaisseaux et des cellules sont formés dans ces parties »⁸³⁷

Comme on le voit, la nutrition est décrite par Wolff comme un processus responsable de l'organisation interne des parties, capable de façonner des formes régulières et quasiment géométriques : vaisseaux tubulaires et vésicules circulaires (cellules). Contrairement à la vision buffonienne donc, la nutrition ne se contente pas d'apposer une matière organique à une organisation qui la précéderait (comme le moule intérieur) mais façonne progressivement les structures internes des parties organiques. L'apport de nutriments n'est plus simplement renvoyé à la croissance, ou à l'entretien d'une machine déjà construite, de telle sorte que l'organisation devrait s'effectuer par d'autres moyens, c'est aussi – et fondamentalement – un processus structurant en soi.

À partir de cette première caractérisation de la nutrition comme processus de structuration interne, Wolff en développe une seconde, cette fois fondée sur l'étude des nutriments et des semences. Alors que la « nutrition » est initialement un sous-processus de la génération, Wolff propose une seconde approche dans laquelle la nutrition – subsumant une série de processus – peut devenir le noyau du schéma théorique permettant de concevoir l'embryogenèse. La raison d'un tel déplacement réside dans la redéfinition corrélative de la nutrition comme processus structurant et formateur – puisqu'elle permet la formation des structures organiques par l'incorporation des nutriments dans des parties déterminées. Cette seconde caractérisation de la nutrition dans la théorie de la génération est ainsi exprimée par Wolff : « Nous pouvons définir la conception comme une nutrition qui advient de l'extérieur, c'est à dire par laquelle le nutriment est immédiatement apporté à la partie qui doit être nourrie »⁸³⁸. La « conception » et la « nutrition » (en son sens classique) apparaissent dès lors comme deux sous-espèces d'un même type « nutrition », à savoir un processus qui apporte les nutriments aux parties, de sorte à ce que celles-ci

⁸³⁷ Wolff (1764), p. 247 : « Wie ich hier die Verrichtung der Natur, durch welche die allerersten Theile einer Pflanze hervorgebracht werden, Conception nenne, so habe ich in meiner Dissertation diejenige Verrichtung, durch welche nach diesem ersten Theile andere mehrere vor sich bestehende Theile hervorgebracht zu werden fortfahren, Vegetation, diejenige aber, durch welche Gefäße und Zellen in diesen Theilen formiret werden, Nutrition genannt ».

⁸³⁸ *Ibid.* p. 272 : « Wir können also die Conception definieren, sie sey eine von außen geschehene Nutrition, wobey nemlich das Nutriment unmittelbar an die Theile, die nutriert werden sollen, gebracht wird ».

s'organisent. Comme Wolff l'explique, la « conception » apporte les nutriments directement de l'extérieur vers la partie cible, sans passer par l'organisme total et l'appareil digestif, lesquels n'existent pas encore :

« La conception se distingue aussi de la conception habituelle en ceci, que le nutriment n'est pas apporté par son chemin habituel, à travers tout le corps, et aussi de l'intérieur au lieu de la nutrition et aux parties qui doivent être nourries mais il est apporté de l'extérieur, à ces parties mêmes immédiatement »⁸³⁹.

Cette conception suppose que la *graine* elle-même soit comprise comme un nutriment – mais d'une manière qui s'écarte désormais radicalement de Buffon et de Bonnet : « Lorsque j'appelle la graine 'nutriment' dans la théorie de la conception, je parle de son efficace, et veux dire par là qu'elle a, dans la conception, la même efficace que les nutriments dans la nutrition, ou qu'elle fait ce que ceux-ci font dans la nutrition »⁸⁴⁰. La semence étant définie comme un nutriment, agit par suite comme un nutriment, en déclenchant les mêmes types de processus physiques : elle ne porte donc aucune information, ou aucun motif organisationnel, mais elle est au contraire un élément de ce processus de structuration organique – identique à celui qui façonne les cellules et les vaisseaux par le mouvement physique de la sève dans les parties non encore organisées du corps. Par conséquent, la graine, comme les nutriments, devient une matière susceptible de soutenir un tel processus, et sa composition physico-chimique la fait participer à tout un ensemble de processus structurants⁸⁴¹ :

« Loin que la tâche et l'emploi de la graine doivent être prescrits dans la nutrition, selon cette intention, c'est plutôt qu'elle n'était rien de plus qu'une matière habile (*eine geschickte Materie*) à partir de laquelle un corps organique déterminé pouvait être formé ; mais dans cette

⁸³⁹ *Ibid.* p. 272 : « Also unterscheidet sich die Conception von der gewöhnlichen Nutrition darin, daß das Nutriment nicht durch die gewöhnliche Wege, durch den ganzen Körper, und also von inwendig zu dem Orte der Nutrition, und den Theilen, die nutrit werden sollen, sondern von außen, an dieselbe unmittelbar gebracht wird ».

⁸⁴⁰ *Ibid.*, p. 274 : « wenn ich aber in der Theorie der Conception den Saamen ein Nutriment nenne, so rede ich von seiner Wirkung, und will also damit so viel sagen, er hat bey der Conception eben die Wirkung, die die Nutrimente bey der Nutrition haben, oder er thut bey jener eben das, was diese bey der Nutrition thun ».

⁸⁴¹ Voir le manuscrit *Objecta meditationum* etc. (1973), sur ce qu'il appelle *materia qualifacata*, qui concerne ce problème et qui est commenté par Roe (1981).

intention même, je la nomme un nutriment et je ne me soucie pas de l'origine de la graine, car elle est bien connue en physiologie. »⁸⁴²

Cette deuxième caractérisation de la nutrition, qui s'élabore à partir d'une définition de la nutrition comme processus interne à la génération, renverse alors le schème traditionnel de la génération au profit d'une conception où la nutrition en devient le principe moteur. La nutrition peut ainsi devenir le schème à partir duquel le rejet de la préformation s'actualise en une épigénèse. Ce déplacement, ou plutôt cette inversion des relations qu'entretenaient jusque-là génération, nutrition et croissance devient alors le pivot de l'analyse de cette productivité vitale qui se manifeste dans l'embryogenèse.

Nous retrouvons finalement chez Wolff cette dualité de la nutrition, au croisement de la physiologie spéciale (liée à des appareils et organes) et de ce qui deviendra la physiologie générale (dans laquelle les fonctions organiques sont analysées comme processus physico-chimiques au niveau moléculaire), qui fonde pour nous une double lecture possible de la nutrition : d'un côté à partir des fonctions et des organes, de l'autre à partir du niveau élémentaire où sont réalisés ces actes physico-chimiques – dualité qui se prolonge entre l'ordre vital de la synthèse, et l'ordre analytique des moyens servant à la mettre en œuvre. Mais justement, comme nous l'avons relevé à plusieurs reprises, l'intérêt de l'étude de la nutrition était de faire se rencontrer ces deux niveaux, analytique et synthétique, spécifiquement vital et inorganique. Or c'est justement à partir de cette dualité de la nutrition, à partir du décalage par rapport à la hiérarchie organique traditionnelle entre organes et fonctions qu'elle autorise, que devient progressivement possible une caractérisation de la nutrition (puis du métabolisme) comme propriété vitale universelle, ou de la vie comme processus métabolique, appréciation qui culminera au 19^e siècle comme nous le montrerons au chapitre suivant. Et c'est pourquoi nous voyons dans l'étude de la nutrition à la fois le lieu d'une tension et la voie de sa résolution entre le tout et les parties, l'organique et l'inorganique, un vitalisme faisant un usage réaliste ou constitutif (plutôt que régulateur,

⁸⁴² *Ibid.*, p. 274 : « Weit gefehlt also, daß sie die Verrichtung und den Nutzen des Saamens in der Nutrition setzen sollten, so war er vielmehr in dieser Absicht betrachtet weiter nichts als eine geschickte Materie, aus welcher ein bestimmter organischer Körper formirt werden könnte; aber in eben dieser Absicht nenne ich ihn ein Nutriment und um die Entstehungsart des Saamens bekümmere ich mich nicht, denn diese ist in der Physiologie bekannt genug ».

comme cela était prescrit par Kant) de l'idée de totalité organique et des forces vitales, et un réductionnisme physico-chimique – cherchant dans des processus inorganiques les lois d'organisation vitales – puisque la nutrition, et le métabolisme, deviendront précisément le lieu de cette synthèse organique vitale opérée par des moyens chimiques, c'est-à-dire aussi le lieu à partir duquel l'organisation vitale comme processus original pouvait se penser indépendamment de toute directionnalité immatérielle ou subjectivité organisatrice.

6.2.3 Conclusion

Dans les *Rêves d'un visionnaire* Kant exposait, en passant, les termes de l'antinomie entre hylozoïsme (qui anime tout) et matérialisme (qui tue tout) à partir, étonnamment (mais cela doit-il encore nous étonner ?), de la nature vivante ou non des particules alimentaires : pour Maupertuis, dit-il, ces particules représentent le plus bas degré de la vitalité et, en tant que tel, composent la texture animale organique ; pour les matérialistes, ces particules sont inertes et viennent s'intégrer à un patron d'organisation préexistant (la machine)⁸⁴³. D'un côté donc, une matière déjà vivante qui s'organise, d'où la vie totale de l'organisme ; de l'autre, une matière inerte organisée par des principes d'animation extérieurs. Il nous semble que Kant aura fourni une voie de résolution de cette aporie, telle qu'elle se dessinait alors, en considérant, dans la troisième *Critique*, la nutrition comme le *locus* d'une productivité vitale spécifique, à savoir sa faculté à s'auto-organiser.

Dans la réévaluation que nous avons proposée du rôle de la nutrition chez Kant et Wolff se dessinent alors deux manières d'envisager cette relation entre nutrition et organisation vitale : dans un organisme donné, comme processus d'auto-organisation chez Kant ; dans la matière inerte comme processus faisant passer de l'inerte au vivant chez Wolff, lequel joue sur les deux sens d'épigenèse, à la suite de Diderot en quelque sorte. Nous pensons que ces deux sillons ne cesseront d'être creusés et approfondis par la suite : du côté kantien, dans la recherche des processus chimiques qui sous-tendent la capacité des organismes à s'auto-organiser par assimilation et transformation des

⁸⁴³ Voir Kant (1989), p. 63.

matières étrangères chez Claude Bernard⁸⁴⁴ (ce que nous montrerons au chapitre 7) ; du côté wolffien, dans une certaine tradition réductionniste cherchant dans la nutrition (ou le métabolisme⁸⁴⁵) un mécanisme permettant d'expliquer l'organisation de la vie dans la matière. Ce second sillon se développera aussi bien du côté d'une physiologie générale et d'une théorie cellulaire chez Schwann (qui conçoit réductivement la formation de la cellule comme un processus de cristallisation à partir du cytoblastème, et la formation de toutes les structures histologiques à partir des cellules)⁸⁴⁶, que du côté d'une spéculation sur les origines métabolique de la vie chez Lamarck⁸⁴⁷, Chambers ou Huxley⁸⁴⁸.

⁸⁴⁴ Nous voudrions montrer dans ce qui suit que Claude Bernard peut apparaître, si l'on nous permet de nous exprimer ainsi, comme la « vérité » du moment kantien, au sens où Pascal par exemple pensait que le christianisme représentait la vérité du judaïsme, puisque Claude Bernard nous semble réaliser ce programme que d'autres auront appelé « téléomécanisme », et que nous appellerions plus volontiers « téléochimisme » – quoique Kant ait interdit à la chimie et à la « biologie » de se constituer comme sciences –, programme qui nous semble consister chez Bernard dans la recherche des déterminismes physico-chimiques (mais disons-le, plus particulièrement chimiques) propres à la totalité organique, c'est-à-dire propres à cette individu biologique qui sécrète pour lui-même son propre milieu, comme nous le verrons au chapitre 7. Bernard nous semble ainsi plus proche de la voie transcendantale prescrite par Kant pour l'étude des fins naturelles, jusque dans sa relation complexe au vitalisme (le condamnant, tout en appelant de ses vœux le développement d'un vitalisme physico-chimique dans les *Leçons sur les phénomènes de la vie*), dans la mesure où, contrairement à de nombreux physiologistes et chimistes organiques qui voient dans l'admission de forces vitales efficaces un prix nécessaire à payer pour la finalité et la directionnalité organiques, dans la mesure où Bernard donc cherche dans des voies strictement matérielles, mais organiquement déterminées, les conditions de réalisation de cette totalité vivante que l'on nomme organisme.

⁸⁴⁵ Le chapitre suivant éclairera cette juxtaposition entre nutrition et métabolisme qui pourrait être ici troublante

⁸⁴⁶ Schwann (1839) détaille ainsi l'action de la « force métabolique » à partir de laquelle la cellule puise dans le cytoblastème des substances qu'elle altère et à partir desquels elle se forme progressivement, acquérant la capacité de différencier, par sa membrane, un intérieur et un extérieur. Pour une étude détaillée de la théorie réductionniste de Schwann, voir Duchesneau (1987).

⁸⁴⁷ Voir Lamarck (1809), II, ch. 6, pp. 83-85 : « On ne saurait donc douter que des portions de matières inorganiques appropriées, et qui se trouvent dans un concours de circonstances favorables, ne puissent, par l'influence des agents de la nature, dont la chaleur et l'humidité sont les principaux, recevoir dans leurs parties cette disposition qui ébauche l'organisation cellulaire, de là, conséquemment, passer à l'état organique le plus simple, et dès lors jouir des premiers mouvements de la vie. Sans doute, il n'est jamais arrivé que des matières non organisées et sans vie, quelles qu'elles pussent être, aient pu, par un concours quelconque de circonstances, former directement un insecte, un poisson, un oiseau, etc., ainsi que tel autre animal dont l'organisation est déjà compliquée et avancée dans ses développements. De pareils animaux n'ont pu assurément recevoir l'existence que par la voie de la génération ; en sorte qu'aucun fait d'animalisation ne peut les concerner. Mais les premiers linéaments de l'organisation ; les premières aptitudes à recevoir des développements internes, c'est-à-dire, par intussusception ; enfin, les premières ébauches de l'ordre de choses et du mouvement intérieur qui constituent la

Dans ce qui suit, nous nous attachons à creuser plus particulièrement ce premier sillon de la nutrition : ce que nous voudrions saisir c'est justement la manière dont la nutrition, comme processus d'auto-organisation vitale, a été le lieu d'un approfondissement des relations entre les entités organiques et leurs conditions chimiques d'existence.

La nutrition, parce qu'elle renvoie à quelque chose comme une production du vivant par lui-même (production de parties spécialisées – chair, muscle, tendon, etc. et production de qualités nouvelles – sensibilité, irritabilité) en vertu d'un certain rapport à son milieu (échanges continuels de matières et transformations réciproques) devait ainsi permettre d'élaborer ce critère d'épigénéticité par lequel les parties du vivant se produisent les unes les autres – critère d'épigénéticité de l'organisme dont nous avons montré, à la fin du chapitre 2, qu'il devait aussi s'affranchir des forces immatérielles habituellement convoquées pour rendre compte de la directionnalité des mécanismes du développement. Il nous semble justement que la nutrition pouvait fournir à l'épigénèse, dans un travail parfois souterrain que nous nous sommes efforcés de mettre au jour, un outil pour se constituer en un schème de l'organicité affranchi de l'intervention hégémonique d'opérateurs immatériels. En quelque sorte, nous avons voulu montrer que l'épigénèse – dont beaucoup d'historiens et philosophes ont fait le pivot à la fois de la biologie naissante et d'une épistémologie matérialiste et vitale – devait être conçue sous la juridiction de la nutrition. Ce tournant dans l'appréciation de la nutrition, qui nous a fait passer d'un schème préformationniste dans lequel la nutrition n'était qu'absorption et assimilation (quand elle n'était pas qu'agrégation) de matériaux déjà identiques à la substance organique, à l'intuition d'une productivité vitale spécifique manifestée dans la nutrition, posait alors de nouveaux problèmes : si la nutrition était création ou synthèse, quels en seraient les opérateurs chimiques ? Ne

vie, se forment tous les jours sous nos yeux, quoique jusqu'à présent on n'y ait fait aucune attention, et donnent l'existence aux corps vivants les plus simples, qui se trouvent à l'une des extrémités de chaque règne organique. Il est bon d'observer que l'une des conditions essentielles à la formation de ces premiers linéaments de l'organisation, est la présence de l'humidité, et surtout celle de l'eau en masse fluide. Il est si vrai que ce n'est uniquement qu'à la faveur de l'humidité que les corps vivants les plus simples peuvent se former et se renouveler perpétuellement, que tous les infusoires, tous les polypes, et toutes les radiaires, ne se rencontrent jamais que dans l'eau ; en sorte qu'on peut regarder comme une vérité de fait, que c'est exclusivement dans ce fluide que le règne animal a pris son origine. »

⁸⁴⁸ Chambers (1994), Huxley (1898). Pour une étude de cette approche matérialiste du problème de l'origine de la vie, voir Mendelsohn (1985).

fallait-il pas à nouveau faire intervenir des forces – qu'on dirait formatrices, organisatrices – pour expliquer ce passage de l'inerte au vivant, c'est-à-dire cette production de la substance vivante à partir des éléments extraits de l'aliment ? En somme, comment penser chimiquement cette épigénèse de la nutrition ?

C'est à considérer cette nouvelle difficulté – la confrontation de cette redéfinition de la nutrition au cadre général d'une chimie – que la section suivante est consacrée.

6.3 LA NUTRITION DIRECTE, LE RETOUR DE LA PREFORMATION ?

Nous avons déjà eu l'occasion de remarquer à plusieurs reprises que la partition des opérations vitales entre plantes et animaux avait pu être représentée selon des rapports de retournement anatomiques : le motif de l'animal – plante possédant ses racines à l'intérieur, dans ses viscères, comme chez Boerhaave⁸⁴⁹. Kant, renversait la proposition en faisant remarquer que « la plante est un animal qui a son estomac dans la racine (vers l'extérieur) », renversement visant à recentrer la vie sur les activités internes des organismes, ou pour le dire autrement à déconstruire l'équation trop rapide de la vie et du mouvement volontaire (laquelle permettait précisément de priver les plantes de cette vie active en quoi consistait le libre mouvement). Le renversement kantien permettait ainsi d'inaugurer une appréciation unifiée du vivant : si la plante pouvait être représentée comme un animal dont l'intériorité était en quelque sorte extériorisée, l'absence de mouvement n'était plus, chez elle, privation de vie, mais réalisation différenciée d'une même propriété vitale générale – la nutrition⁸⁵⁰. Par la nutrition donc, identifiée en quelque sorte comme dénominateur commun du vivant, la vie se détachait du mouvement volontaire (et de l'âme), et la nutrition, corrélativement, pouvait se comprendre indépendamment de la structuration organique.

Tout au long du 18^e siècle, nous l'avons vu, la nutrition a servi de critère instable dans la délimitation d'une sphère du vivant. Tantôt employée comme critère permettant de séparer les opérations de la vie en deux règnes, végétal et animal, quand elle était identifiée à la possession d'organes et d'appareils⁸⁵¹, la nutrition a

⁸⁴⁹ Voir Boerhaave *Elementa chemiae* (1733), II, De theoria artis, De animalibus, p. 35 : « Unde alimenta plantarum radicibus externis, animalium internis, hauriuntur ; terra alens stirpi externa semper, interna vero animali perpetuo habetur... » ; *Historia plantarum quae in horto academico Lugduni batavorum crescunt* (1727), p. 3 : « Planta ergo est corpus organicum, alteri cuidam cohaerens per aliquam partem sui, per quam partem cui inhaeret nutrimenti incrementi et vitae materiam capit et trahit ».

⁸⁵⁰ « C'est dire que les organes du mouvement volontaire et avec eux les signes extérieurs de la vie peuvent faire défaut aux plantes, et qu'ils sont nécessaires pourtant aux animaux, car un être dont les instruments de sa nutrition sont internes doit forcément pouvoir se déplacer lui-même conformément à son besoin, mais celui pour lequel ils s'enfoncent au dehors dans son milieu alimentaire reçoit des forces extérieures un soutien déjà suffisant et, tout en détenant le principe d'une vie interne qui est végétation, n'a que faire d'une structure organique destinée à l'activité extérieure volontaire. », Kant (1989), p. 63.

⁸⁵¹ Sur ce point, voir Delaporte (1979).

concurrentement été définie comme une propriété générale du vivant, commune aux plantes et aux animaux, lorsqu'elle était définie comme une opération générale de conversion des substances étrangères en substance organique – opération qui permettait aux organismes vivants à la fois de subsister et de se maintenir dans le temps comme individus identiques à eux-mêmes. Une nouvelle partition de la nature se dessinait alors : tandis que plantes et animaux déployaient des processus relevant du même ordre – et que la vie, corrélativement se détachait définitivement de la possession d'une âme –, la distinction ontologique majeur passait alors entre vivant et non-vivant, organique et inorganique – et à cet égard, la vie semblait se définir comme une force productive et auto-organisatrice spécifique.

Dans les chapitres 5 et 6 nous avons montré l'inconsistance de cette intuition initiale selon laquelle l'analogie entre nutrition et génération serait *en soi* trompeuse, au motif qu'elle devait *nécessairement* se déployer dans une direction préformationniste. À rebours, nous avons établi que la nutrition, redéfinie comme un processus organisateur (Kant, C. F. Wolff) plutôt que simple croissance / réparation par assimilation d'éléments préformés (Bonnet, Buffon), avait pu constituer un outil stratégique dans la réfutation du schème préformationniste de l'organicité et dans la rénovation du schème épigénétique. Cette concentration sur les processus de nutrition devait par suite révéler sa fécondité en ce qu'elle permettait d'éclairer l'émergence d'une approche matérialiste de l'auto-organisation vitale.

C.F. Wolff et les physiologistes qui, après lui, élaborèrent le cadre d'une physiologie générale⁸⁵², pouvaient ainsi reconnaître la potentialité épigénétique de la nutrition reconceptualisée comme processus organisateur d'assimilation et de désassimilation, en supprimant le lien entre nutrition et organisme pleinement formé et en décalant l'attention vers les niveaux infra-organiques (molécules, substances organiques, cellules, etc.). Cependant, les mécanismes de la nutrition devaient rester en grande partie opaques. En d'autres termes, alors que la nutrition était redéfinie comme une propriété générale de la vie, s'émancipant ainsi progressivement de la physiologie spéciale, centrée sur les organes et appareils, la (mé)compréhension de ses mécanismes sous-jacents est devenue la base d'un nouveau dualisme vital, d'inspiration chimique, entre plantes et animaux. Tandis que la nutrition, nous venons de le voir, avait réuni

⁸⁵² Voir par exemple la préface de Littré de l'édition (1851) du *Handbuch der Physiologie* de Müller.

plantes et animaux dans une communautés d'opérations vitales détachées des structures anatomiques, et que l'on quittait cet ordonnancement de la nature en trois règnes (minéral, végétal, animal) au profit d'une distinction entre l'organique et l'inorganique, une nouvelle partition de la nature, dans le cadre d'une grande vision de son économie globale, s'élaborait sur des bases chimiques – partition qui devait diviser les actes de la vie organique entre plantes et animaux. Dans un renversement somme toute dialectique, la nutrition devait donc devenir le principe d'une nouvelle division chimique de la vie, tableau dans lequel des opérations chimiques complémentaires étaient distribuées aux plantes (synthèse) et aux animaux (analyse), et où la nutrition animale était interprétée comme une fonction passive d'assimilation directe. Si le développement d'un point de vue chimique sur la nutrition avait, dans le courant du 18^e siècle, permis de rompre l'alliance mécaniste traditionnelle de la nutrition et de la préformation, une nouvelle théorie chimique allait jeter les bases d'un dualisme renouvelé dans lequel l'opposition entre assimilation et désassimilation, composition et décomposition, création organique et destruction organique, vie et mort, devait recouvrir la division chimique entre plantes et animaux. Dans le chapitre 6, nous avons identifié dans ce schème nutritif de l'organisation vitale une condition de l'émergence d'un espace du concept d'auto-organisation au tournant du 19^e siècle. Cependant, ce schème de la productivité vitale devait être entré en conflit avec les théories de la nutrition directe en leur base chimique.

6.3.1 Réguler la machine animale

Comment cette nouvelle partition chimique de la nature, qui était en même temps division chimique des processus de nutrition, s'est-elle cristallisée à la fin du 18^e siècle ?

Cette cristallisation est partiellement le résultat des travaux consacrés à la physiologie végétale au 18^e siècle, centrés sur la respiration et la nutrition des plantes. Les travaux de Priestley sur la respiration végétale montrent par exemple que les plantes purifient en quelque sorte l'air respiré par les animaux : placée sous un bocal, une souris meurt d'asphyxie, comme la flamme s'éteint ; si l'on introduit un pied végétal dans ce même bocal (dont l'air vicié a semble-t-il causé la mort de la souris) alors il est possible

d'y faire vivre l'animal⁸⁵³. Dans le même temps, Ingenhousz puis Senebier⁸⁵⁴ mettent en évidence le rôle de la lumière dans les processus de « végétation » des plantes (nutrition et respiration végétale).

Les mémoires de Seguin et Lavoisier sur la respiration et la transpiration des animaux apportent un éclairage chimique aux expériences de Priestley en établissant un cadre général de compréhension de la respiration animale⁸⁵⁵ comme combustion lente : « la respiration n'est qu'une combustion lente de carbone et d'hydrogène, qui est semblable en tout à celle qui s'opère dans une lampe ou dans une bougie allumée, et que, sous ce point de vue, les animaux sont de véritables combustibles qui brûlent et se consomment. »⁸⁵⁶

En effet, l'air vital – qui, inhalé par les animaux se décompose dans les poumons en calorique et en oxygène (dont Lavoisier a auparavant montré qu'il était la partie de l'air propre à la respiration) – ne contient plus la même quantité d'oxygène quand il est expiré, et contient en outre une quantité importante d'acide carbonique et d'eau. Or ajoute le texte, l'air vital (l'oxygène) ne se convertit en acide carbonique que par addition de carbone, et en eau que par une addition d'hydrogène. D'où l'on conclut nécessairement que « l'effet de la respiration est d'extraire du sang une portion de carbone et d'hydrogène et d'y déposer à la place une portion de son calorique spécifique, qui, pendant la circulation, se distribue dans toutes les parties de l'économie animale. »⁸⁵⁷

À partir de cette conception de la respiration comme combustion – conçue sous l'analogie avec la flamme – se dessine une nouvelle image de l'économie animale, qui ravive en quelque sorte sous une nouvelle forme la chimie vitale de Stahl. La mixtion vitale n'est certes plus le lieu de fermentations putrides agissant contre la vie, mais de combustions successives. L'animal est saisi comme s'autodétruisant lui-même dans l'accomplissement même des fonctions qui lui permettent de subsister : « (...) si les animaux ne réparaient pas habituellement par les aliments ce qu'ils perdent par la

⁸⁵³ Priestley (1772).

⁸⁵⁴ Senebier (1799).

⁸⁵⁵ Voir Lavoisier et Seguin (1789), (1790).

⁸⁵⁶ Lavoisier et Seguin (1789), p. 71.

⁸⁵⁷ *Ibid.*, p. 72.

respiration, l'huile manquerait bientôt à la lampe, et l'animal périrait, comme une lampe s'éteint lorsqu'elle manque de nourriture »⁸⁵⁸.

Par quoi l'on voit que la chimie lavoisierienne réactive cette conception exclusivement réparatrice de la nutrition que nous avons un instant laissée en nous intéressant à son potentiel organisateur et épigénétique chez Diderot, Kant ou Wolff. L'économie animale n'est plus saisie à partir de ses centres (tête, peau, épigastre) comme elle l'était avec les médecins de Montpellier, mais à partir des grandes fonctions qui régulent la machine – respiration (combustion), transpiration (compensation de l'excès de chaleur), nutrition (compensation des pertes). La nutrition est donc chimiquement déterminée comme fonction de réparation des pertes occasionnées par la respiration et la transpiration, c'est-à-dire comme un renouvellement constant de la matière du corps.

« On voit que la machine animale est principalement gouvernée par trois régulateurs principaux : la respiration, qui consomme de l'hydrogène et du carbone et qui fournit du calorique ; la transpiration, qui augmente ou qui diminue, suivant qu'il est nécessaire d'emporter plus ou moins de calorique ; enfin la digestion, qui rend au sang ce qu'il perd par la respiration et la transpiration. »⁸⁵⁹

Le mémoire de 1790 sur la transpiration animale précise ce point de vue : « la digestion fournit au sang de l'eau, de l'hydrogène et du carbone, rend habituellement à la machine ce qu'elle perd par la transpiration et par la respiration, et rejette ensuite au dehors, par les déjections, les substances qui nous sont nuisibles ou superflues. »⁸⁶⁰ À ce stade il nous faut tirer quelques conséquences de ce qu'implique, pour notre propos, cette conception de la nutrition. Tout d'abord Lavoisier et Seguin introduisent un point de vue élémentaire sur ce que les aliments doivent fournir à l'économie vitale, éléments qui se réduisent à trois – eau⁸⁶¹, hydrogène et carbone – dans une circulation ininterrompue entre ce qui est perdu par combustion et réintroduit par la digestion.

⁸⁵⁸ *Ibid.*, p. 71.

⁸⁵⁹ *Ibid.*, p. 84.

⁸⁶⁰ Lavoisier et Seguin (1790), p. 84.

⁸⁶¹ Laquelle eau en réalité n'est déjà plus un élément pour Lavoisier, mais une substance composée d'oxygène et d'hydrogène.

L'établissement de telles circulations et conversions chimiques entre ce qui est consommé, ce qui est consommé et ce qui expulsé détermine par suite la possibilité de faire les bilans chimiques de la nutrition, et donc de quantifier les processus physiologiques. Possibilité en somme renforcée par la caractérisation secondaire de la nutrition à partir de la respiration – caractérisation toute entière déterminée par la logique du raisonnement chimique – qui la conçoit donc, chimiquement, comme son envers. La mise en bilan des fonctions physiologiques (puisqu'il s'agit alors d'établir des équivalences entre les entrées et les sorties) sous l'horizon de cette circularité entre les régulateurs de la machine animale continue de préciser une conception du vivant qui serait à la fois autorégulé, autonome et en quelque sorte, plastique, puisque « l'intensité de l'action de ces trois agents peut varier dans des limites assez étendues »⁸⁶². Cette plasticité demeure tout de même encadrée par les normes que la vie s'impose à elle-même ou à ses régulateurs : « il est des bornes au-delà desquelles les compensations ne peuvent plus avoir lieu, et c'est alors que commence l'état de maladie. » Chimiquement, la machine animale est donc conçue comme le maintien dynamique de son propre équilibre : non plus équilibre des humeurs, ou équilibre des centres, mais des régulateurs. Cependant, la nutrition confère une certaine indépendance vis-à-vis du maintien de ce réquisit en fournissant à l'organisme des réserves qui lui permettent de faire face aux brusques variations des dépenses :

« l'équilibre de l'économie animale n'est pas troublé, tant que les aliments plus ou moins digérés qui sont presque toujours en réserve dans le canal intestinal fournissent aux pertes ; mais si la dépense qui se fait par le poumon est supérieure à la recette qui se fait par la nutrition, le sang se dépouille de plus en plus d'hydrogène et de carbone ; et telle est la cause sans doute des maladies inflammatoires proprement dites. »⁸⁶³

Équilibre, recettes, dépenses : l'économie animale telle que la chimie physiologique la dessine fait singulièrement écho à l'économie – et nous verrons dans quelques instants comment cette vision est plus généralement enveloppée dans une économie de la nature. Bernard Balan, dans son article classique dédié aux « Premières

⁸⁶² Lavoisier et Seguin (1789), p. 84.

⁸⁶³ *Ibid.*, p. 85.

recherches sur l'origine et la formation du concept d'économie animale » (1975), s'intéressait à l'articulation entre les concepts de « division du travail » – introduit par Adam Smith⁸⁶⁴, sur le modèle de la manufacture d'épingles emprunté à l'*Encyclopédie*⁸⁶⁵ – et d'économie animale, et montre que celle-ci « est autre chose qu'un banal effet de voisinage ». En effet, plus que d'un glissement simplement métaphorique entre l'organique et l'économique cette proximité sémantique relèverait, selon Balan, d'une matrice conceptuelle dont le foyer n'est autre que le travail chimique enveloppé dans les phénomènes de nutrition, comme le montre un texte de vulgarisation de Peter Roget, *An introductory lecture on human and comparative physiology* (1826). Pour Balan donc, plus qu'une philosophie du vivant annexant la physiologie au mécanisme (comme le modèle de l'usine pourrait le laisser croire initialement), c'est le développement d'une physiologie chimique qui est à l'origine de ce rapprochement où l'usine est en réalité laboratoire. À propos de l'économie du vivant telle qu'elle se déploie dans la *Theoria medica vera* de Stahl et où Balan croit reconnaître une anticipation du concept d'autorégulation, il déclare : « En un mot, l'économie du corps humain est avant tout le pouvoir de réaction régulatrice caractéristique de l'essence du corps vivant en face des atteintes portées à son intégrité. »⁸⁶⁶

Dans le prix proposé par l'Académie des sciences pour l'année 1794 (rédigé en 1792), Lavoisier exporte, hors de l'animal, cette nouvelle conception chimique de la régulation nutritive :

« Les végétaux puisent dans l'air qui les environne, dans l'eau et en général dans le règne minéral, les matériaux nécessaires à leur organisation. Les animaux se nourrissent ou de végétaux, ou d'autres animaux, qui ont été eux-mêmes nourris de végétaux; en sorte que les matériaux dont ils sont formés sont toujours, en dernier résultat, tirés de l'air ou du règne minéral. Enfin la fermentation, la putréfaction et la combustion rendent continuellement à l'air de l'atmosphère et au règne animal les principes que les végétaux et les animaux en ont empruntés. Par quels procédés la nature opère-t-elle

⁸⁶⁴ Smith (1776)

⁸⁶⁵ Voir Delaire, art. « Épingle », in Diderot et d'Alembert (1755), t. V, p. 804-807. Delaire y décrit les 18 opérations réparties sur autant de machines spécialisées, permettant de produire quotidiennement 36 000 épingles. Par contraste, une production artisanale, ignorante de cette division des tâches, ne permettrait de produire que quelques dizaines d'épingles par jour

⁸⁶⁶ Balan, *op. cit.*, p. 297.

cette circulation entre les règnes? Comment parvient-elle à former des substances fermentescibles, combustibles, avec des matériaux qui n'avaient aucune de ces propriétés »⁸⁶⁷

La nutrition, d'abord saisie dans la circularité des régulateurs de la machine, doit désormais être élucidée dans les circulations qui s'établissent entre les règnes : si la machine animale s'auto-consume, le végétal est chimiquement son envers. À l'économie animale répond alors, dans l'élucidation des voies chimiques de la nutrition, une économie de la nature. Nous proposons une clarification rapide de cette relation entre économie animale et économie de la nature, étape nécessaire pour concevoir le fond philosophique à partir duquel se construit cette théorie de la circulation et de la complémentarité chimique des règnes.

i. L'économie de la nature

Il est bien connu que l'on doit sinon le concept du moins le terme d'économie de la nature à Linné, auteur en 1749 de l'*Œconomia Naturae*⁸⁶⁸. L'idée d'économie, plus ancienne, renvoie à l'héritage aristotélicien (*Politiques*, 1253b 6-14) où elle désigne l'art de gérer les biens de la famille, l'administration des biens domestiques, ou encore l'art d'obtenir des biens utiles à la vie dans le cadre restreint de la famille, ou par extension dans celui de la cité. De ce point de vue, l'économie requiert l'utilisation d'instruments inanimés (matières premières et machines) ou animés (esclaves) pour la satisfaction de ces besoins. Notons que ce concept d'économie accorde une importance toute particulière aux réserves qui confèrent au vivant une certaine autonomie par rapport aux fluctuations du milieu (raréfaction des ressources en hiver, guerre). Aussi le poulpe est-il décrit comme cet animal économe (quoique stupide) :

« Le poulpe (*políþous*) est un animal stupide (...), mais il est ménager (*oíkonómikòs*) dans sa manière de vivre : il ramasse toute sa proie dans

⁸⁶⁷ Lavoisier (1792).

⁸⁶⁸ *Specimen academicum de œconomia naturae, quod, consensu Ampliss. Facult. Med. in Reg. Academia Upsaliensi praeside viro celeberrimo et experientissimo Dn. Doct. Carolo Linnaeo ... publico examini modeste submittit Isacus J. Biberg, Medelpadus. In Audit. Carol. Maj. Ad Diem IV. Mart. Anni MDCCXLIX.*

le gîte où il a élu domicile, et quand il a consommé ce qui est bon à manger il jette dehors les coquilles et les tests des crabes et des coquillages ainsi que les arrêtes des poissons »⁸⁶⁹

En bref, pour Aristote l'économie désigne cet ordonnancement architectonique de moyens en vue d'une fin dans l'administration domestique. À partir de là, « économie » peut s'étendre progressivement à la fois en dehors de l'animal – dans la nature comme totalité – et à l'intérieur de lui – dans son corps. Au 17^e siècle par exemple, Walter Charleton dans l'*Œconomia animalis* (1659) désigne par là la fonction et l'organisation des systèmes composant le corps humain. On sait l'usage médical et physiologique que l'école de Montpellier fera de ce concept, nous ne nous attarderons donc pas dessus. Du côté de la nature, c'est à Linné que l'on doit cette extension de la signification physiologique à la nature dans son entier : l'économie de la nature reprend cette détermination aristotélicienne d'agencement réciproques de moyens en vue d'une fin⁸⁷⁰. Par cet agencement harmonieux il faut entendre que, dans la nature, la destruction d'un être ou d'un élément doit nécessairement servir à la subsistance d'un autre : ainsi la putréfaction des plantes nourrit le sol qui offre en retour à la plante les éléments nécessaires à sa nutrition. Les processus naturels doivent alors nécessairement procéder selon un ordre, dans lequel chaque séquence dépend de la précédente. De la même manière que les appareils et organes jouent des rôles différenciés dans l'économie organique, de même les espèces jouent rôles fonctionnels différenciés dans l'économie de la nature. Chaque type d'organisme a donc une place et une utilité, une fonction dans cette économie de la nature, qui doit en retour assurer l'équilibre du monde naturel comme l'économie animale assure la santé et l'équilibre de l'organisme.

Une autre voie analogique avec le gouvernement ou la police permet de penser cette conservation autodéterminée de l'économie de la nature – mais au lieu d'émerger de l'action extérieure d'une autorité transcendante comme dans le cadre de la cité, l'ordre et le maintien dans la nature sont plutôt la conséquence de son autorégulation : la nature, en assignant à chaque organisme une place et un rôle – par cette division du travail écologique en somme –, s'autogouverne.

⁸⁶⁹ Aristote, *Histoire des animaux*, 622a5 - mentionné par Balan, *op. cit.*, p. 314

⁸⁷⁰ Linné (1749), p. 31.

Enfin, on retrouve dans la géologie du 18^e siècle les principes de cette grande vision d'un ordre circulaire de la nature, comme l'a montré Stephen Jay Gould dans son livre consacré *Aux racines du temps*⁸⁷¹. Gould analyse par exemple les travaux de Hutton comme exemplaires de cette économie globale. Pour Hutton, en effet :

« Nous vivons dans un monde où partout règne l'ordonnance, et où les causes finales sont pour le moins aussi connues que les causes efficientes. (...) Il s'ensuit que l'explication qu'on donne des différents phénomènes de la Terre doit s'accorder avec la constitution actuelle de cette Terre, au sens où elle est un monde habité, à savoir un monde où peut se perpétuer un système d'animaux et de plantes. »⁸⁷²

Or si la finalité de la Terre est d'abriter des êtres vivants, c'est que la géologie elle-même doit être analysée comme permettant d'accomplir ce dessein. C'est ainsi que Gould analyse par exemple le « Paradoxe des sols » : « Pour que [s'accomplisse] ce grand dessein du monde (soit abriter les vivants), il faut que soit sacrifiée la structure solide de la Terre, car la fertilité de notre sol dépend de l'état d'effritement et de l'absence de cohésion de ses matières »⁸⁷³ Mais si l'érosion est continue et sans fin, alors les sols finiront nécessairement par se dissoudre. Autrement dit, c'est le même processus géologique d'érosion par lequel la Terre pouvait précisément accomplir son dessein (héberger les vivants dans leur diversité) qui contredit en même temps ce dessein, c'est-à-dire qui détruit les conditions physiques propices au développement de la vie qu'il avait d'abord permis :

« La dissolution de la matière de cette Terre dans la mer mettrait un terme à la durée d'existence du système sur lequel repose l'admirable constitution de ce monde vivant »⁸⁷⁴

Bien entendu, c'est a priori impossible, puisque les causes efficientes et finales ne peuvent se contredire – ce serait invalider la causalité finale elle-même. Et force est de constater que les sols persistent : c'est pourquoi Hutton conclut à l'existence d'une

⁸⁷¹ Gould (1990) [1987]

⁸⁷² Hutton (1795), II, pp. 545-546.

⁸⁷³ *Ibid.*, II, p. 89.

⁸⁷⁴ *Ibid.*, I, p. 555.

force restauratrice, responsable du maintien des continents terrestres. Pour Gould, Hutton déploie donc une théorie d'un système cyclique autorégulé (« une opération reproductive capable de réparer une constitution ruinée »⁸⁷⁵) qui permet à la vie de se maintenir (« un monde offrant un asile aux plantes et aux animaux »⁸⁷⁶). Résoudre le paradoxe des sols – la non-contradiction de la causalité finale – consistera alors à concevoir un mécanisme compensateur de l'érosion capable de maintenir la perpétuation de la vie et le maintien des activités agricoles. Gould détaille les analogies anatomiques et physiologiques sous lesquelles sont pensés ces phénomènes géologiques : la cyclicité des processus géologiques est conçue comme une circulation sanguine⁸⁷⁷ ; la régénération de la topographie rappelle les phénomènes de croissance, de nutrition et de guérison :

« Nous sommes ainsi amenés à voir en la circulation qui s'opère dans la matière de ce globe un système d'une admirable *économie*, intrinsèque de l'œuvre de la nature. Cette Terre, à l'exemple du corps d'un animal, *se dégrade en même temps qu'elle se reconstitue*. Elle est dans un état de croissance et d'augmentation, et aussi dans un autre état, qui est celui de diminution et de détérioration »⁸⁷⁸

La complémentarité des cycles de destruction et de restauration est ainsi pensée sous le modèle de la nutrition, et celui-ci indique – hors de lui-même – cet équilibre écologique permanent qui s'établit entre végétaux et animaux et le substrat terrestre qui permet leur croissance et leur multiplication, et qui doit nécessairement persister dans son état :

« Reconnaître la perfection de ces systèmes de plantes et d'animaux perpétuant leurs espèces, et supposer que le système de cette terre,

⁸⁷⁵ Hutton (1788), p. 216.

⁸⁷⁶ *Ibid.*, p. 216.

⁸⁷⁷ « Toute la surface de la Terre s'est formée en accord avec un système singulier de sommets et de creux, de coteaux et de vallées, de rus et de fleuves, et ces fleuves restituent l'eau de l'atmosphère à la masse générale, de la même façon que le sang est acheminé par les veines pour retourner au cœur. » Hutton, 1795, II, p. 533.

⁸⁷⁸ *Ibid.*, II, p. 562.

dont ils dépendent nécessairement, puisse être imparfait, et à la longue périr, serait incompatible avec la raison ou absurde »⁸⁷⁹

La vision lavoisierienne de la complémentarité du travail chimique entre les règnes s'adosse ainsi à une solide tradition – philosophique, physiologique, géologique, économique – qui voit dans la nature un grand système autorégulé. Pour revenir plus spécifiquement à la nutrition animale, le problème se conçoit alors en termes de complémentarité et de conversion du travail chimique entre les plantes et les animaux.

6.3.2 *Animaliser le végétal*

Si nous reprenons la formulation du problème de l'Académie des Sciences par Lavoisier, la question de la nutrition animale se pose en effet en termes d'opérations chimiquement complémentaires et inverses :

« (...) la putréfaction et la combustion sont les moyens que la nature emploie pour rendre au règne végétal les matériaux qu'elle en a tirés pour former des végétaux et des animaux, la végétation et l'animalisation doivent être des opérations inverses de la combustion et de la putréfaction »

Le problème se concentrera dès lors sur la nutrition des herbivores, puisque la matière dont ils se nourrissent est hétérogène à celle de leur corps. On dit que les herbivores « animalisent » le végétal en l'assimilant à leur substance : si la végétation et l'animalisation sont saisies comme des opérations inverses à la putréfaction, c'est qu'elles désignent des opérations d'organisation de la matière. Mais qu'est-ce que cette « animalisation » à laquelle Lavoisier réfère⁸⁸⁰ ?

⁸⁷⁹ *Ibid.*, I, p. 285.

⁸⁸⁰ D'après nos recherches sur les occurrences du terme d'animalisation, celui-ci apparaît d'abord en anglais en 1737 dans un mémoire du médecin de George Martin (de la faculté d'Edimbourg) : « 21. Our aliments are generally of an acescent kind, or the product of such ; but by the action of our bodies on them, they are soon reduced to a neutral state. Yea, such is the frame of animals, that the force of the circulation bringing the particles of the blood always farther and farther from their former acidity, animalizes them (if I may use the word) more and more)... », *Medical Essays and Observations revised and published by a Society of Edinburgh*, ii, art. vii, § 21 ; texte traduit en français en 1741 dans les *Essais et observation de médecine de la société*

À peu près au moment où écrit Lavoisier, l'animalisation renvoie à la succession des fonctions (préparation, digestion, assimilation) qui vont opérer cette conversion des substances alimentaires en substance animale. En 1790, dans l'*Encyclopédie méthodique* de Panckoucke, on lit ainsi à l'entrée « Animalisation » :

« En même temps que la matière nourricière reçoit dans les organes de l'animal, les qualités qui lui sont nécessaire pour réparer ses pertes et le nourrir, elle acquiert celles qui lui donnent l'espèce de vie propre à l'individu dont elle devient partie constituante. Chaque molécule nutritive prend un caractère particulier, parfaitement semblable à la molécule qu'elle doit remplacer. (...) chacune prend le degré d'animalité qui convient au rôle qu'elle va exécuter dans la partie de l'animal où elle sera placée »

L'animalisation désigne ainsi cette conversion spécialisée des substances: le même aliment donnera en effet des parties nerveuses douées de sensibilité, des parties musculaires douées d'irritabilité, etc. Comme nous l'avons déjà vu, telle conversion se conçoit généralement en termes de force ou de puissance parce qu'elle consiste à produire des qualités qui n'étaient pas déjà présentes dans l'aliment. Sur ce point l'entrée de l'*Encyclopédie méthodique* reprend le lexique classique des forces que nous avons déjà rencontré : « J'appelle puissance, ou force animale, cette faculté de l'animal,

d'Edinbourg : « Nos aliments en général sont d'une nature acide, ou participent de cette qualité ; mais par les altérations qu'ils ont à souffrir dans nos corps, ils passent bientôt dans un état neutre. La structure du corps des animaux est telle, que la force de la circulation, en atténuant de plus en plus les parties du sang, corrige leur acidité, et les animalise (s'il est permis de parler ainsi)... ». On retrouvera le terme sous la plume de Diderot dans l'*Entretien* comme nous l'avons vu, puis dans les *Eléments de physiologie*. Aucune entrée ne lui est consacrée dans l'*Encyclopédie*, quoique le terme apparaisse une fois dans l'article « Sang » – il s'agit d'une reprise presque littérale de la traduction du texte de G. Martin, voir Article « Sang » (*Anat. & Physiol.*), vol. XIV (1765), p. 611a–615b : « Nos aliments en général sont d'une matière acide, ou participent de cette qualité ; mais par les altérations qu'ils ont à souffrir dans notre corps, ils passent bientôt dans un état neutre : la structure du corps des animaux est telle, que la circulation par sa force en atténuant de plus en plus les parties du sang, corrige leur acidité, & les animalise pour ainsi dire ; elle les rend volatils & en état de passer par la voie de la transpiration : c'est cette même force qui les dispose enfin à devenir alcalins ; si rien ne s'oppose à cette transformation, l'haleine devient forte & le sang se corrompt. On voit que la bile avant que de se séparer du reste de la masse du sang, a subi une longue circulation : c'est une des liqueurs animales les plus parfaites, & qui s'éloignent le plus de la nature des acides ; elle est abondante & bien conditionnée dans ceux en qui les liqueurs circulent avec force, & en qui toutes les fonctions s'exécutent bien. C'est cette constitution portée à un degré trop fort, qui mérite à juste titre d'être appelée avec les anciens, tempérament cholérique, ou chaud & bilieux »

par laquelle il donne la vie et un caractère particulier aux substances dont il se nourrit ; et j'appelle animalisation l'exercice de cette puissance ».

Cependant, lorsque Lavoisier se réfère à l'animalisation, ce concept s'est en quelque sorte chargé d'une signification chimique que l'*Encyclopédie méthodique* ne mentionne pas. Cette signification s'adosse au cadre général que nous avons posé, de la division du travail chimique de la vie et de la circulation de la matière à travers les trois règnes, et qui va faire de l'azote le nœud de notre problème. Nous avons mentionné que le développement d'une chimie pneumatique avait en quelque sorte posé le cadre chimique des études sur la nutrition : en 1772, Priestley a montré que les plantes purifient l'air vicié par les animaux ; en 1777, Lavoisier a mis en évidence que l'air respiré par animaux était converti en acide carbonique et eau ; en 1782, Senebier a établi que l'air expiré par les animaux permet également la croissance des plantes.

Là où la biologie a longtemps interrogé les spécificités des être vivants dans l'idée de trouver des propriétés qui, comme on l'a vu, rendraient raison de certaines de leurs prestations particulières, avec ce qui a été qualifié comme la « révolution chimique » de Lavoisier, cette quête est comme remplacée par la recherche des conditions physico-chimiques de la vie au moyen de l'analyse chimique des substances organiques. Les théories chimiques des processus biologiques reposent alors sur la connaissance de la composition élémentaire des substances organiques. C'est pourquoi la conception de ces substances et de leurs combinaisons joue un rôle crucial dans de telles théories chimiques.

Parallèlement à cette chimie pneumatique donc, cette conception s'est élaborée progressivement sur la base de multiples travaux de chimie consacrés à dégager les principes organiques fondamentaux : Berthollet, dans des travaux conduits entre 1780 et 1786 souligne l'importance de l'azote dans le vivant en mettant en évidence l'acide nitrique dans la substance des plantes et des animaux. Dans le même temps, Fourcroy parvient à différencier en 1789 la fibrine, l'albumine et la gélatine en fonction de leur teneur en azote. Progressivement, l'idée d'une circulation matérielle entre les règnes prenait ainsi une consistance chimique et l'azote – dont Lavoisier avait déterminé dans le *Traité élémentaire de chimie* qu'il était cette partie non respirable de l'air atmosphérique – en venait à être considéré comme le principal élément caractéristique de la substance

animale⁸⁸¹. En 1786, Fourcroy montre en effet que l'azote, cet air délétère sur les organismes, empêche la poussée de la semence, l'incubation animale, et éteint les bougies – il devrait donc être corrélativement impropre à la respiration. Or cet air vicié et a priori irrespirable se montre cependant nécessaire à la respiration : des cochons d'inde respirant un air où la proportion d'azote est faible meurent. Drôle d'élément que l'azote : cette masse énorme de gaz (l'azote représente 80% de l'air), irrespirable mais néanmoins nécessaire à la respiration, est parallèlement désigné comme le principal composant des substances organiques animales, tandis qu'on le trouve en très faible quantité dans les végétaux.

Si l'air est composé d'oxygène, d'azote, d'hydrogène et d'acide carbonique, les ingrédients de base des substances organiques sont ainsi le carbone, l'hydrogène, et l'oxygène pour les plantes ; le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote pour les animaux. L'économie chimique de la nature fait donc des minéraux le réservoir des végétaux dont se nourrissent les animaux, dans une complexification graduelle de la matière par des procédés d'organisation successifs. Le problème est alors, on le voit, d'expliquer l'origine de cet azote dans les organismes animaux qui ne se nourrissent que de plantes, puisque les herbivores présentent les mêmes quantités d'azote que les carnivores. Ainsi, en 1786, Fourcroy demande :

« (...) le caractère qui distingue les produits du corps des animaux de ceux des végétaux, consiste dans la combinaison de l'azote et dans la fixation, opérée par le travail de la vie ; mais comment s'opère cette fixation ? comment les animaux qui se nourrissent de matières purement végétales absorbent-ils tant d'azote ? »

Quels sont donc les changements chimiques qui altèrent la matière que s'assimilent les animaux ? C'est ici que le concept d'animalisation que nous avons rencontré plus haut se charge d'une dimension toute chimique puisqu'il en vient à désigner un processus d'azotisation :

« La conversion des matières végétales en matières animales, qui ne consiste que dans le fixation ou l'addition de l'azote et dans

⁸⁸¹ Voir Berthollet (1784), Fourcroy (1790), (1794). Pour une étude du développement de l'analyse chimique des substances organiques voir Holmes (1963).

l'augmentation de l'hydrogène, doit être considérée comme le principal phénomène de l'animalisation »⁸⁸²

Nous avons donc vu l'animalisation successivement passer d'une définition générale de transformation la matière alimentaire en substance de l'organisme assimilateur ; à une acception plus spécifique de transformation des substances végétales en substances animales : le végétal ingéré s'animalise durant la digestion ; pour enfin revêtir une dimension exclusivement chimique en désignant le processus de fixation d'azote dans l'économie animale. Or précisément, comment cet azote se fixe, c'est ce qu'on ignore : c'est là que, par la bande, la préformation fait à nouveau effraction dans la chimie de la nutrition.

6.3.3 *La nutrition directe et la passivité chimique des animaux*

Fourcroy avait en effet mis en évidence des analogies entre les principes immédiats des substances végétales et animales : les huiles végétales étaient chimiquement analogues aux graisses animales ; l'émulsion au lait ; le sucre végétal au sucre de lait, etc. Et surtout en 1789, il avait par ailleurs isolé l'albumine et la fibrine dans les substances végétales. Ainsi à rebours de l'idée d'une absence d'azote chez les végétaux, trois substances azotées – albumine, fibrine, gélatine – entraient dans la composition des plantes comme des animaux. Le corps de l'animal présentait seulement de plus grandes quantités d'azote. Animaliser ce n'était donc plus créer de l'azote à partir d'une substance qui n'en contenait initialement pas, cela pouvait désormais s'envisager en terme de dépôt direct des substances azotées dans la nutrition, pour autant que l'on pût déterminer les mécanismes par lesquels l'azote était plus abondant des les produits de la nutrition.

Dans la *Philosophie chimique* Fourcroy décrit les différentes étapes de la nutrition en se concentrant sur l'élément sanguin : c'est en effet dans ce liquide que sont contenus les éléments propres à la formation de tous les organes, à savoir les principes nourrissants. La nutrition c'est alors la « séparation et [le] dépôt dans les différents organes des matières qui les constituent et les réparent, albumine, fibrine, gélatine,

⁸⁸² Fourcroy (1792).

phosphates calcaires et gélatineux des os » (p. 385). Mais si le dépôt direct peut expliquer que l'herbivore contienne autant d'azote que la plante, cela n'explique pas pourquoi il en contient davantage ni comment se spécialisent les produits de la nutrition. Il faut donc recourir à un principe obscur et inconnu – soit une transmutation (à nouveau) : « (...) on voit que cette fonction, considérée dans sa généralité, suppose une assimilation complète, un changement entier de la substance alimentaire primitive en chaque substance organique particulière ; que cette assimilation, commencée dans la digestion, poursuivie dans la respiration, presque achevée pendant les différents termes de la circulation, entièrement terminée à l'entrée de chaque organe à nourrir, consiste principalement dans la perte du carbone et de l'hydrogène, dans l'augmentation de l'azote et dans une sorte de transmutation, nommée jusqu'ici animalisation » (p. 393).

Si la transmutation selon Fourcroy ne fournit pas une réponse satisfaisante au problème de la nutrition animale et aux processus de synthèse qu'elle met en jeu, la chimie de la nutrition, à la fin 18^e siècle, est semble-t-il impuissante à étayer l'hypothèse de la créativité vitale des animaux – opérateurs de synthèses organiques. Le problème du physiologiste qui, dans le cadre de la chimie nouvelle, va donner lieu à une conception renouvelée de la nutrition, reste donc entier : ces grandes quantités d'azote trouvées dans les tissus animaux, d'où viennent elles ? La réponse suivra comme une évidence : la nutrition est précisément une source d'azote ; celui-ci sera donc produit par la plante et directement assimilé par l'animal.

De fait la physiologie pouvait dès lors procéder par inférences à partir de cette nouvelle chimie, sous l'hypothèse que les processus physiologiques n'étaient au fond que l'expression d'un changement de proportion des éléments contenus dans les substances organique, en vertu d'un échange de matière continu entre l'intérieur et l'extérieur. Berthollet exprime cette idée dans ses « Recherches sur la nature des substances animales et sur leurs rapports avec les substances végétales »⁸⁸³, selon laquelle les changements de proportion des éléments sont causes des changements subis par les substances organiques des êtres vivants. C'est ainsi que Cuvier pouvait également observer que « l'essence de la vie consiste dans une perpétuelle variation de la proportion entre les éléments. Plus ou moins d'oxygène ou d'azote, c'est, dans le

⁸⁸³ Voir Berthollet (1784), pp. 120-125.

développement actuel de la science, la seule cause apparente des nombreux produits des êtres organisés. »⁸⁸⁴

Cet énoncé en lui-même enserme un retournement de la conception de cette « essence de la vie » que les physiologistes après Stahl ont constitué en objet. Il s'agit ici à la fois d'une hypothèse concernant les processus et les fonctions physiologiques et d'une conclusion concernant une nouvelle partition des règnes de la nature, basée sur une répartition du travail chimique entre les animaux et les plantes.

L'hypothèse, c'est que les processus physiologiques sont causés par un changement de proportion des éléments contenus dans les substances de l'organisme, et par un continuuel échange entre l'intérieur et l'extérieur. A partir de là les fonctions physiologiques se conçoivent comme le maintien d'un équilibre entre les proportions des éléments qui composent la substance animale : albumine, fibrine, muscle et gélatine. La conclusion, c'est la distinction chimique des deux règnes animaux et végétaux : en effet, les plantes apparaissent comme synthétisant l'azote qui sera ensuite consommé par les animaux. C'est le premier aspect de ce que nous appellerons une théorie de la nutrition comme assimilation directe (chez les animaux). Les opérations chimiques effectuées par les animaux et les végétaux apparaissent alors comme des processus inversés : tandis que les végétaux sont un laboratoire de synthèses organiques (en produisant l'azote), les animaux effectuent l'analyse de ces produits, en extrayant l'azote contenu dans les végétaux qu'ils consomment.

On voit donc conceptuellement comment, à partir de cette nouvelle chimie, s'établissent à la fois une séparation des règnes, et une vision de la nutrition qui s'égalise à l'idée générale d'analyse (vs. synthèse) en chimie. Dans une telle conception de la nutrition directe, la nutrition animale n'est plus que l'absorption d'une matière déjà chimiquement identique à celle de l'organisme. Une substance n'est nutritive, en d'autres termes, que si elle est chimiquement identique à celle de l'organisme qui se l'assimile. C'est ainsi que fibrine et albumine apparaissent comme des nutriments paradigmatiques⁸⁸⁵. Se met alors en place une conception de la nutrition, certes chimique (et non plus mécanique, pour renvoyer aux distinctions que nous faisons aux chapitre 5 et 6), mais que nous pouvons appréhender avec deux couples de concepts :

⁸⁸⁴ Cuvier (1810), p. 99.

⁸⁸⁵ Pour une caractérisation plus complète de cette théorie de la nutrition directe nous renvoyons à l'étude classique de Holmes (1974).

d'une part, la statique *vs* la dynamique, de l'autre, à nouveau, la préformation *vs* l'épigenèse.

i. Statique chimique

« Statique chimique » : c'est bien ainsi que Boussingault et Dumas nomment en 1842 leur approche post-lavoisierienne des êtres organisés, centrée sur le rôle prééminent de la combustion dans la physiologie animale. La combustion des matériaux organiques contenant de l'hydrogène et du carbone n'a en effet pas lieu tout d'un coup : en les détruisant, les animaux

« Les animaux s'assimilent ou absorbent les matières organiques formées par les plantes. Ils les altèrent peu à peu, ils les détruisent. Dans leurs tissus ou leurs vaisseaux, des matières organiques nouvelles peuvent naître ; mais ce sont toujours des matières plus simples, plus rapprochées de l'état élémentaire que celles qu'ils ont reçues. Ils défont donc peu à peu ces matières organiques créées lentement par les plantes ; ils les ramènent donc peu à peu vers l'état d'acide carbonique, d'eau, d'azote, d'ammoniaque, état qui leur permet de les restituer à l'air.»⁸⁸⁶

D'où une qualification chimique lapidaire de l'animal : « les animaux constituent au point de vue chimique de véritables appareils de combustion, au moyen desquels du carbone brûlé sans cesse retourne à l'atmosphère sous forme d'acide carbonique ; dans lesquels de l'hydrogène brûlé sans cesse, de son côté engendre continuellement de l'eau ; d'où enfin s'exhalent sans cesse par la respiration de l'azote libre, de l'azote à l'état d'oxide d'ammonium par les urines »⁸⁸⁷

Epistémologiquement, il faut bien saisir que cette vision de la combustion dans l'animal, et donc de la complémentarité animal-végétal, ne repose pas sur une preuve directe des processus ; elle procède d'une compréhension générale des compositions élémentaires et des propriétés chimiques des trois catégories basiques de substances organiques : carbohydrates, graisses et corps albuminoïdes azotés. Parce que ces trois

⁸⁸⁶ Dumas et Boussingault (1842), p. 46.

⁸⁸⁷ *Ibid.*, p. 4.

types de substance sont quasiment identiques chez les plantes et chez les animaux, il était évident pour Dumas et Boussingault que les plantes créent elles-mêmes les substances nécessaires aux animaux, de sorte que ceux-ci n'ont pas besoin de les créer eux-mêmes.

La chimie de la nutrition ici est donc bien une *statique* : les processus sont inférés des compositions et des bilans. Mais dans le même temps, la conception chimique de la nutrition qui s'élabore et que l'on applique aux animaux s'avère, en reprenant un coupé conceptuel qui nous fut précieux pour comprendre les élaborations précédentes, une conception chimique *préformationniste* de la nutrition.

ii. Préformationnisme

La statique chimique a décomposé les éléments histochimiques qui composent l'animal : ceux-ci sont un simple agrégat des nutriments ingérés, dont les principes immédiats sont ensuite sélectionnés et séparés pendant la digestion. Que fait donc l'animal qui se nourrit ? Il sépare en quelque sorte ces principes, selon une réaction chimique analogue à celle que théorisait Lavoisier lorsqu'il étudiait la combustion *in vitro*. Le lieu de cette réaction pour ces auteurs, c'est le sang, plutôt que les tissus – simples réceptacles des principes extraits par la digestion. Le sang est alors ce liquide issu en quelque sorte de la dissolution des éléments qui composent les nutriments et qui, ensuite, viennent s'agrèger dans l'organisme – comme le résume Bernard, dans cette théorie de la nutrition directe « tout élément histochimique du corps animal devait avoir son origine dans les aliments ingérés », l'organisme n'étant au final, et dans un sens très littéral, que ce qu'il mange, à savoir, sur le plan chimique, un agrégat des « principes immédiats préformés de l'alimentation ou de la digestion. »⁸⁸⁸

Certes, si l'on se réfère aux modèles précédents de la nutrition – desquels nous avons, pour ainsi dire écarté le modèle mécaniste – les opérations en jeu sont ici conçues selon les principes de la chimie. Mais pour ce qui est de l'organisme animal, cette chimie est d'analyse et non de synthèse, c'est-à-dire qu'elle extrait des principes déjà-là et ne transforme, ni ne crée rien. L'animal détruit, ou assimile directement ce que la plante a produit. La passivité chimique de l'animal sur le plan de la nutrition est

⁸⁸⁸ Bernard (1878), t. II, p. 382.

en quelque sorte l'envers de la théorie qu'emploient Boussingault et Dumas : là où la statique chimique guide l'examen, nulle action transformatrice ou créatrice ne saurait être saisie. Ce point sera essentiel dans l'argument de Claude Bernard comme nous le verrons. Ultimement, la nutrition des animaux, chimiquement conçue, s'avère alors *préformationniste* : les formes ne sont plus des formes individuelles organiques, certes, elles ne sont plus des molécules organiques dont l'agencement s'opérait via le patron qu'était le moule intérieur, elles sont des éléments chimiques – mais des éléments chimiques que l'animal reçoit tout faits, et qu'il ne saurait produire.

On comprend ainsi la solidarité théorique entre l'entrée dans les processus qu'on dirait biochimiques par la *statique* chimique, la conception *préformationniste* renouvelée de la nutrition envisagée sous son aspect chimique, et finalement, la *complémentarité* entre passivité chimique des animaux et activité chimique des plantes. Citons encore Boussingault et Dumas sur ce dernier point :

« Ainsi c'est dans le règne végétal que réside le grand laboratoire de la vie organique ; c'est là que les matières végétales et animales se forment, et elles s'y forment aux dépens de l'air ; Des végétaux, ces matières passent toutes formées dans les animaux herbivores, qui en détruisent une partie et qui accumulent le reste dans leurs tissus ; Des animaux herbivores, elles passent toutes formées dans les animaux carnivores, qui en détruisent ou en conservent selon leurs besoins... »⁸⁸⁹

Il ne s'agit point là d'une particularité de l'école française de chimie – la chimie organique, dès lors qu'elle s'institue et se développe comme cadre conceptuel, intègre cette notion de complémentarité, dont nous avons vu qu'elle fait écho à une idée d'économie de la nature :

« Les herbivores, dit Liebig, reçoivent de la plante les composants du sang, de l'albumine et de la fibrine (...) Ils se nourrissent de la chair, du sang et du fromage qui sont fabriqués par la plante. »⁸⁹⁰

⁸⁸⁹ Dumas et Boussingault (1842), p. 6.

⁸⁹⁰ Liebig, « Sur les matières alimentaires azotées du règne végétal », *Ann. Chim. Phy.* 1842, 4 (1836).

Et plus loin, dans le même texte, il écrit :

« Du point de vue de la chimie un carnivore se mange lui-même parce que sa nourriture est identique avec les parties constituantes de son organisme et un herbivore se mange lui même parce que sa nourriture est identique à son sang »⁸⁹¹

Corolairement, dans cette théorie préformationniste de la nutrition, les éléments histochimiques du corps animal ne sont plus qu'un agrégat physique d'aliments ingérés, dont sont extraits les principes immédiats, séparés et élus par les tissus lors de la digestion. Le focus corrélatif sur le sang, comme locus de la nutrition, en fait une simple dissolution des éléments déjà présents dans les substances alimentaires (isolés, sélectionnés, extraits pendant la digestion). Alors le sang n'est plus que cette « chair coulante » qu'anticipait en quelque sorte Bordeu, à savoir une dissolution des éléments constitutifs de l'organisme – eux-mêmes tirés de l'aliment.

6.3.4 Conclusion

Une contradiction forte se dessine alors entre le rôle philosophique accordé à la nutrition au tournant du 19^e siècle dans l'élaboration du concept d'auto-organisation comme caractéristique spécifique des êtres vivants et les théories de la nutrition en leur base chimique. Contradiction dont l'effet le plus spectaculaire revient, nous pensons, à aliéner la vie organique à elle-même, c'est-à-dire à dissocier ses opérations au motif d'une division chimique de la nature : la complémentarité chimique de l'analyse et de la synthèse, de la destruction et de la création, de la décomposition et de la composition ne renvoie plus aux phases d'un même processus s'exerçant à l'intérieur du vivant, mais à des opérations distribuées dans la nature à des agents qu'une sage économie aura astucieusement disposés. Cette contradiction massive avec l'élaboration physiologique qui, au même moment, cherche à penser la coexistence des processus de composition et de décomposition dans la vie organique nous paraît un obstacle majeur qu'une physiologie générale aura à surmonter. Bichat pouvait ainsi penser les caractéristiques

⁸⁹¹ *Ibid.*

propres de la vie organique, commune aux végétaux et aux animaux, comme la dualité d'un processus engageant continuellement des forces opposées :

« Les fonctions de l'animal forment deux classes très distinctes. les unes composent d'une succession habituelle d'assimilation et d'excrétion ; par elles il transforme sans cesse en sa propre substance les molécules des corps voisins et rejette ensuite ces molécules lorsqu'elles lui sont devenue hétérogènes »

« Un double mouvement s'exerce aussi dans la vie organique: l'un compose sans cesse, l'autre décompose l'animal »⁸⁹²

Si la chimie post-lavoisierienne pense l'animal comme le lieu d'une autodestruction continuée, ou plutôt d'une auto-combustion, celle-ci ne renvoie plus à un conflit intérieur ou à la nécessaire complémentarité de processus contradictoires, mais à une harmonieuse distribution du travail chimique dans la nature. Le conflit chimique se voit en quelque sorte extériorisé à mesure que la vie organique se dissocie d'elle-même et que l'organisation animale se résout dans celle du végétal. La nutrition désigne alors toujours ce moyen qu'ont les vivants de persister dans leur état – de cette persistance non stationnaire qui contraste avec celle des corps bruts⁸⁹³ –, toutefois le « tourbillon vital »⁸⁹⁴ n'est plus dans l'animal l'indice de sa productivité, mais de sa passivité. Alors que pour Lamarck – dont on sait qu'il résistait pour ainsi dire à la chimie lavoisierienne – l'impératif de nutrition renvoyait à l'activité d'une synthèse organisatrice⁸⁹⁵ –, la synthèse ne pouvait se concevoir en dehors de la désorganisation à laquelle les êtres vivants sont corrélativement soumis. Une théorie en quelque sorte vitaliste de la nutrition se développait alors aux marges de l'assimilation directe à laquelle les chimistes organiques avaient réduit la machine animale – théorie dont nous

⁸⁹² Bichat (1994), §1.

⁸⁹³ Voir par exemple l'article « Nutrition » de Chaussier et Adelon » dans le *Panckoucke*, 1819 : « Tandis que la conservation du minéral consiste dans un état stationnaire, celle du corps organisé offre un flux continu d'une matière qui entre et d'une matière qui sort »

⁸⁹⁴ Voir Cuvier : « La vie est donc un tourbillon plus ou moins rapide, plus ou moins compliqué, dont la direction est constante, et qui entraîne toujours des molécules de mêmes sortes, mais où les molécules individuelles entrent et d'où elles sortent continuellement, de manière que la *forme* du corps vivant lui est plus essentielle que sa *matière* », Cuvier (1817) p. 13.

⁸⁹⁵ « Les êtres vivants qui sont doués de la vie, ont, eux seuls, la faculté, par le moyen des fonctions de leurs organes, de former des combinaisons directes, c'est-à-dire d'unir ensemble des éléments libres et de produire immédiatement des composés » : Lamarck (1797), p. 245.

trouvons l'intuition chez Bichat, Lamarck, mais également Chaussier et Adelon ou encore Richerand, pour qui « les corps vivants sont de vrais laboratoires dans lesquels s'opèrent des combinaisons et des décompositions que l'art ne peut imiter (...) »⁸⁹⁷

Or une telle intuition de la productivité vitale des animaux ne pouvait plus se développer aux marges ni de la chimie organique, ni de la physiologie générale. Il fallait donc que soit subverti ce cadre chimique qui avait réactivé une théorie préformationniste de la nutrition tout en scellant la passivité chimique des animaux : restaient donc à élaborer les conditions proprement chimiques des processus organisateurs (et corrélativement, désorganiseurs) de nutrition, conditions qui allaient jeter les bases d'une nouvelle théorie unificatrice pour la biologie. Décrire le mouvement de cette élaboration, à laquelle la physiologie bernardienne apporta une contribution capitale : tel est l'objet du chapitre suivant.

⁸⁹⁷ Richerand (1817), p. 524.

Chapitre 7. NUTRITION INDIRECTE ET SYNTHESE ORGANISATRICE

7.1 GLYCOGENESE, CHIMIE ET PROCESSUS

Le développement de la chimie organique à partir de Lavoisier devait entraîner, comme nous l'avons vu, l'élaboration d'une conception de la « nutrition directe », corrélative à une interprétation de la différence entre plantes et animaux, qui s'avérait être un dernier obstacle au projet d'une physiologie générale dans lequel la nutrition pouvait être reconnue comme une propriété essentielle du vivant, selon un concept neuf dépassant à la fois ce que l'on a nommé la conception préformationniste de la nutrition, et la référence exclusive à la statique chimique pour ce qui est de la chimie.

Nous sommes en 1841. Quelques années plus tard, Claude Bernard développera l'expérience célèbre du « foie lavé », qui, selon ses dires, en établissant la réalité de la fonction glycogénique du foie, donnera un argument majeur pour penser la notion proprement bernardienne de « milieu intérieur ». La chose est fameusement relatée dans *l'Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* dans laquelle le « milieu intérieur » constitue sans doute le concept physiologique original majeur. Dans notre perspective, il s'agit surtout, avec la conceptualisation de cette expérience, de construire une notion de nutrition susceptible de rendre compte de la glycogénèse et qui, pour ce faire, devra s'opposer point par point avec la théorie de la nutrition directe telle que l'usage de la

chimie nouvelle, post-lavoisierienne, en physiologie l'avait amenée. Là où la nutrition était directe, renvoyait pour l'établissement de sa réalité à la statique chimique, investissait une conception préformationniste de la nutrition comme processus chimique, et impliquait une vision ontologique opposant la passivité des animaux à l'activité des plantes « laboratoires chimiques », complémentarité pensable comme celle de l'analyse et de la synthèse, Claude Bernard va proposer une théorie de la nutrition indirecte qui, ultimement, permettra de penser quelque chose comme un métabolisme.

7.1.1 *Les expériences sur le foie*

L'expérience dite du foie lavé est relatée dans l'article de 1848, « De l'origine du sucre dans l'économie animale »⁸⁹⁸. Des chiens, toutes choses étant égales par ailleurs, sont nourris avec un régime de sucre, d'amidon, de viande, ou à jeun pendant deux jours. Curieusement, dans tous les cas on trouve du sucre dans le sang (l'amidon se digère en sucre ; mais le sucre, telle est la chose surprenante, est aussi dans l'organisme à jeun). Ce sucre n'est donc pas le résultat d'une absorption directe, contrairement à la thèse des partisans de la nutrition directe, et il s'agit donc de chercher sa source à l'intérieur de l'animal.

L'expérience consiste alors à retirer, des chiens que l'on n'a pas nourris avec de l'avoine ou du sucre, des échantillons de sang prélevé dans la veine porte (située entre foie et intestin) et les cavités du cœur, et du chyle du canal thoracique (route alternative par laquelle on suppose que les nutriments digérés gagnent la circulation générale). Or l'on trouve que le sucre est abondant dans la veine porte, rare dans le sang du cœur, et inexistant dans le chyle et les conduits alimentaires. La question est alors de déterminer d'où provient le sucre présent dans la veine porte, « quand les intestins n'en renfermaient aucunement »⁸⁹⁹. Une fois un chien sacrifié au plus près de la digestion par section du bulbe rachidien, Claude Bernard ouvre la cavité abdominale et place des ligatures « 1° sur des rameaux veineux qui émanent de l'intestin grêle, non loin de cet intestin ; 2° sur la veine splénique, à quelques centimètres de la rate ; 3° sur les rameaux

⁸⁹⁸ Bernard (1848)

⁸⁹⁹ *Ibid.*, p. 8.

veineux sortant du pancréas ; 4^o sur le tronc de la veine porte, avant son entrée dans le foie »⁹⁰⁰. Des « quantités énormes » de sucre se trouvent dans le sang refluant du foie (dans les veines hépatiques) vers les vaisseaux de la veine porte. Il est « évident, poursuit Bernard, que c'était du foie que le sucre provenait » – conclusion par suite confirmée par l'extraction du sucre des tissus du foie. La conclusion qu'en tire Bernard va à rebours de la théorie de la nutrition directe et de la distinction corrélatrice des animaux et des plantes :

« Il est évident que devant ces faits, cette loi, que les animaux ne créent aucun principe immédiat, mais ne font que détruire ceux qui leur sont fournis par les végétaux, doit cesser d'être vraie, puisque en effet les animaux, à l'état en face de ces faits que la loi selon laquelle les animaux à l'état physiologique, peuvent, comme les végétaux, créer et détruire le sucre. »⁹⁰¹

Cette conclusion sera développée par la théorie du glycogène élaborée dans les années 1850. Mais soulignons déjà la distance épistémologique prise envers les théories de la nutrition directe. Là où Boussingault et Dumas inféraient à partir de l'analyse de composés organiques les produits finaux des processus physiologiques et, à partir de là, les processus propres aux animaux, Claude Bernard étudie directement l'animal lui-même, et les processus dont il est le siège. L'inflexion ici, va d'une science des résultats ou produits des processus physiologiques élémentaires, à une investigation des processus eux-mêmes. Tout se passe comme si là où ses prédécesseurs usaient d'une inférence physiologique à partir de la statique chimique, Bernard pouvait construire la physiologie expérimentale à même les processus chimiques, répétant ainsi le geste par lequel au début du siècle la physiologie expérimentale se déployait contre l'inférence anatomique – de la structure à la fonction – qu'opéraient les physiologistes avec Haller⁹⁰². Mais ici, l'enjeu est le rapport de la physiologie à la chimie (statique), non plus de la fonction à la structure (soit de la physiologie à l'anatomie).

Il s'agit en effet d'une alliance inédite entre méthodes expérimentales et chimie : le test de Barreswill que Bernard utilisait permettait de détecter la présence de sucre –

⁹⁰⁰ *Ibid.*, p. 8

⁹⁰¹ *Ibid.*, pp. 16-17.

⁹⁰² Voir Cunningham (2003)

sans pour autant donner des indications quantitatives fines. Il fallut donc articuler la chimie avec la vivisection, qui, elle, permettait de suivre le processus de production du sucre lui-même. C'est là que la statique chimique, l'analyse des produits, est comme complétée par une autre approche chimique plus attentive aux processus chimiques, à leurs continuités et leurs états intermédiaires. Après avoir détecté la présence du sucre, Bernard entendait en effet retracer les changements chimiques au-dedans de l'organisme entier afin de déterminer le lieu et les conditions de leur occurrence. Les états intermédiaires entre l'entrée des nutriments dans l'organisme et la présence finale du sucre : tels sont les cibles de l'investigation bernardienne, et en ce sens la statique chimique, orientée sur les résultats, ne suffit plus. Passer de l'attention aux produits à l'attention aux processus, c'est certes décaler les rapports de la physiologie et de la chimie, articuler cette dernière à l'expérimentation plutôt qu'à l'inférence – mais c'est aussi et surtout infléchir le sens de la chimie elle-même, passer de la statique à la dynamique.

7.1.2 Dynamique chimique

C'est ainsi aussi qu'il fait comprendre à méfiance toute bernardienne envers les mathématiques, telles qu'elle s'énonce dans *l'Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Curieusement, une telle méfiance est souvent l'apanage de théories vitalistes, pour lesquelles la vie, dans sa continuelle plasticité et créativité, ne saurait se laisser quantifier. Bichat soulignait ainsi l'idiosyncrasie des forces vitales rétives au calcul⁹⁰³. Or Bernard est plutôt critique (comme nous l'avons vu au chapitre 3) de ce qu'il nomme « vitaliste », dès lors sous sa plume la critique des mathématiques

⁹⁰³ Bichat (1994) : « Cette instabilité des forces vitales, cette facilité qu'elles ont de varier à chaque instant en plus ou en moins, impriment à tous les phénomènes vitaux un caractère d'irrégularité qui les distingue des phénomènes physiques, remarquables par leur uniformité : prenons, par exemple, les fluides vivants et les fluides inertes. Ceux-ci, toujours les mêmes, sont connus quand ils ont été analysés une fois avec exactitude ; mais qui pourra dire connaître les autres d'après une seule analyse, ou même plusieurs faites dans les mêmes circonstances ? On analyse l'urine, la salive, la bile, etc., prises indifféremment sur tel ou tel sujet ; et de leur examen résulte la chimie animale ; mais ce n'est pas là la chimie physiologique ; c'est, si je puis parler ainsi, l'anatomie cadavérique des fluides. Leur physiologie se compose de la connaissance des variations sans nombre qu'éprouvent les fluides suivant l'état de leurs organes respectifs », pp. 121-122.

surprend : ce grand défenseur du déterminisme, qui forgea même l'idée scientifique moderne de déterminisme scientifique⁹⁰⁴, est, dans le même temps, un contempteur des méthodes mathématiques. Or au contraire, dans la perspective de ce déplacement interne à l'usage de la chimie, de la statique vers la dynamique, on comprend la réticence de Bernard envers la quantification. Ce qu'il critique, c'est en réalité les statistiques, et avant tout les moyennes⁹⁰⁵. Or les moyennes sont exemplairement une approche centrée sur les résultats, la statique et non le dynamisme du processus chimique. Deux processus chimiques auraient beau être totalement déterminés, au sens où ils suivent des lois physiques inflexibles qui les font découler des conditions d'ensemble initiales, la moyenne de leurs résultats combinés, par exemple la moyenne de la quantité de glucose dans une journée ou une semaine, ne nous dira rien sur ces processus eux-mêmes et s'ils sont, ou pas, différents. Si l'on veut adosser l'analyse physiologique à la dynamique et non à la statique chimique, alors il faut effectivement se méfier des moyennes et des statistiques, sans pour autant récuser toute mathématique, pour autant que celle-ci puisse avec ses outils épouser les contours de la dynamique elle-même.

⁹⁰⁴ Sur le déterminisme de Claude Bernard voir Gayon (10996), et en général, voir Gayon (1998).

⁹⁰⁵ Nous faisons ici référence à la critique serrée que Claude Bernard fait de la statique chimique, de la moyenne et de la statistique en physiologie, voir Bernard (1865), Deuxième partie, chapitre 2, §9 « De l'emploi du calcul dans l'étude des phénomènes des êtres vivants ; des moyennes et de la statistique ». Contre la statique chimique, Bernard écrit : « Les phénomènes chimico-physiques de l'organisme vivant sont donc encore aujourd'hui trop complexes pour pouvoir être embrassés dans leur ensemble autrement que par des hypothèses. (...) au lieu d'embrasser le problème de la nutrition en bloc, il importe d'abord de déterminer la nature des phénomènes physico-chimiques qui se passent dans un organe formé d'un tissu défini, tel qu'un muscle, une glande, un nerf ; (...) il est nécessaire en même temps de tenir compte de l'état de fonction ou de repos de l'organe. (...) Quand on aura ainsi analysé les phénomènes physico-chimiques propres à chaque tissu, à chaque organe, alors seulement on pourra essayer de comprendre l'ensemble de la nutrition et de faire une statique chimique fondée sur une base solide, c'est-à-dire sur l'étude de faits physiologiques précis, complets et comparables. » ; contre le calcul de moyennes chimiques et physiologiques Bernard cite le nombre de pulsation cardiaque et l'intensité de la pression sanguine sur 24 heures ; la moyenne de l'urine sur 24 heures (ou pire, la moyenne de l'urine européenne par recueil des urines dans une gare) ; les moyennes pathologiques quand les maladies ne renvoient pas à des classes bien définies.

7.1.3 Nutrition indirecte et vie

Dans la perspective de ce glissement épistémologique bernardien, la théorie de la nutrition indirecte peut se déployer, et en particulier révéler une matière intermédiaire qui ne pouvait pas être détectée par les seuls moyens de la statique chimique, soit ce que Bernard baptise en 1857 le « glycogène », substance stockée dans le foie qui permet dans certaines conditions de produire le glucose. L'attention fine à la dynamique chimique permet de voir que le sucre n'est pas fabriqué dans le sang ; il l'est, en revanche, dans le foie à partir de cette « matière glycogénique » que découvre Claude Bernard. L'activité sécrétrice du foie s'avère double, dès lors qu'on l'étudie comme le siège de divers processus chimiques : non seulement le foie produit de la bile disséminée dans le corps (sécrétion externe) mais, à l'intérieur de lui-même, il secrète ce glycogène, à partir duquel il pourra produire du glucose. Le glycogène est comme une réserve nutritive que l'organisme produit à partir de lui-même. C'est pourquoi le processus nutritif est comme découplé de l'ingestion d'aliments. La nutrition n'est jamais la simple ingestion et analyse d'éléments en quelque sorte déjà formés, de sorte que l'on retrouverait à l'arrivée par analyse chimique ce qu'on y a mis au départ ; elle est indirecte, au sens où l'activité propre de l'organisme – celle du foie, sécrétant d'abord le glycogène à partir duquel du sucre peut être produit selon les besoins de l'organisme quels que soient les aliments ingérés – s'interpose entre l'ingestion et le produit final pour créer une matière spécifiquement appropriée aux conditions et besoins dans lesquelles l'organisme se trouve.

Une distinction conceptuelle se fait jour, corrélative de l'abolition de la distinction chimique entre animaux et plantes – et propre à solidifier le projet de « physiologie générale » que Bernard développe. Il s'agit de la séparation entre nutrition et digestion : la digestion est le processus par lequel l'aliment est apporté au corps ; tandis que la nutrition – comme il est dit dans les *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*⁹⁰⁶ qui ramassent en quelque sorte le projet même de la physiologie générale comme une conclusion synthétique d'un certain nombre de travaux dont ceux qui suivirent l'expérience du foie lavé – est l'ensemble des processus

⁹⁰⁶ Bernard (2009b).

d'altérations qui adviennent dans les fluides, les tissus et les organes. On conçoit donc que s'il faut un appareil digestif pour digérer, la nutrition puisse être commune aux animaux et aux végétaux – et l'est d'autant plus qu'elle mobilise les mêmes processus chimiques. La physiologie générale pour Bernard se définit comme « l'étude des propriétés des êtres organiques, de leurs manifestations isolées et des manifestations complexes qui naissent de leur arrangement en organismes plus ou moins élevés. »⁹⁰⁷ L'organisme avec Claude Bernard peut alors devenir l'objet d'une physiologie générale, d'abord parce que l'analyse de la nutrition indirecte a révélé la communauté de phénomènes processuels entre tous les vivants, ensuite parce que, justement, cette nutrition s'avère un signe de l'activité vitale elle-même. Bernard écrit ainsi :

« La nutrition est la continuelle mutation des particules qui constituent l'être vivant. L'édifice organique est le siège d'un perpétuel mouvement nutritif, qui ne laisse de repos à aucune partie ; chacune, sans cesse ni trêve, s'alimente dans le milieu qui l'entoure et y rejette ses produits. Cette rénovation moléculaire est insaisissable pour le regard ; mais comme nous en voyons le début et la fin, l'entrée et la sortie des substances, nous en concevons les phases intermédiaires, et nous nous représentons un courant de matière qui traverse incessamment l'organisme et le renouvelle dans sa substance en le maintenant dans sa forme. L'universalité d'un tel phénomène chez la plante et chez l'animal et dans toutes leurs parties, sa constance, qui ne souffre pas d'arrêt, en font un signe général de la vie. »⁹⁰⁸

Ainsi, lorsqu'il s'agit de lister les caractéristiques de la vie qui permettent de « caractériser les corps vivants par rapport aux corps bruts » (*Leçons*, p. 32), Bernard cite l'organisation, la génération, « la caducité et la mort », la nutrition et l'évolution (par quoi il entend le développement individuel). Ce dernier est bien « le trait le plus remarquable de la vie » (p. 33) ; toutefois, Bernard hésite lorsqu'il s'agit de déterminer ce qui, ultimement, caractérise au plus près le vivant : la nutrition peut se substituer à l'évolution car elle est « une génération continuée »⁹⁰⁹ ; c'est ainsi que la nutrition peut à

⁹⁰⁷ Bernard (1878), chapitre 27.

⁹⁰⁸ *Ibid.*, pp. 35-36.

⁹⁰⁹ Bernard (2008), p. 130.

son tour être conçue comme « cause et but » de l'organisation⁹¹⁰, et intègre en elle la circularité propre à ces explications téléologiques dont on sait, depuis Kant, qu'elles ont essentiellement à voir avec la logique de la compréhension du vivant.

7.1.4 Milieu intérieur, téléochimisme ?

Claude Bernard, on le sait, a avancé son concept de « milieu intérieur » comme une de ses contributions majeures à la biologie. Si cette théorie est trop connue pour qu'on s'y attarde ici, il faut noter sa solidarité avec l'affirmation précédente selon laquelle la nutrition est un signe général de vie. Car la nutrition en tant qu'elle est indirecte est typiquement le processus qui signe le fait du milieu intérieur. Elle permet aussi d'en mieux préciser le sens.

Certes le milieu intérieur, dans nombre de présentations que Bernard en fait, est un ensemble de liquides, sang, lymphe etc., dans lequel baignent les cellules et qui en quelque sorte tamponnent les variations du milieu de sorte que les cellules restent dans des gammes faibles de valeur de leurs paramètres environnementaux. L'idée est donc que la relation de l'intérieur de l'organisme avec l'environnement est indirecte – « indirect » est en quelque sorte le maître mot de la théorie du milieu intérieur, et celui-ci devient clairement pensable à partir du moment où une fonction physiologique si évidemment orientée vers l'extérieur, soit la nutrition, s'avère en réalité indirecte. Plus profondément, cela signifie que la constitution interne de l'organisme n'est pas tant donnée par l'ingestion d'éléments extérieurs ensuite répartis dans l'organisme, que par la création, à partir des stimulations extérieures, que sont les aliments, de stock de substances tissulaires ou liquides à partir desquels l'organisme ensuite tire les éléments dont il a besoin. Les animaux, écrit-il dans les *Leçons*, doivent avoir « en eux des mécanismes qui tirent de ces aliments variables des matériaux semblables et qui règlent la proportion qui en doit entrer dans le sang. »⁹¹¹

La notion même de glycogène illustre cette idée que l'organisme ne dépend plus des aléas et des fluctuations de l'apport en glucose – l'organisme n'est pas « à la merci

⁹¹⁰ *Ibid.*, p. 307.

⁹¹¹ Bernard (2009b), t. I, p. 121.

des moindres caprices et des étroites nécessité de l'alimentation. La vérité est qu'il en est indépendant dans une très large mesure, et que la machine vivante possède encore ici une sorte d'élasticité chimique qui est sa sauvegarde »⁹¹² –, mais qu'au contraire il crée un apport continu et une source stable de glucose à partir de ses propres processus internes.

« En un mot, on ne vit pas de ses aliments actuels, mais de ceux que l'on a mangés antérieurement, modifiés et en quelque sorte créés par l'assimilation. »⁹¹³

Ceci bien sûr dépasse le cas du glucose ; ainsi l'animal « crée la graisse au lieu de la trouver toute formée »⁹¹⁴, le chien « ne s'engraisse pas du suif du mouton ; il fait de la graisse de chien » ; dépasse même la nutrition, pour s'appliquer aussi à la respiration, dont la nutrition – dans un ultime renversement par rapport à la chimie organique, qui faisait de la nutrition animale une combustion respiratoire – donne comme le modèle : « il en est de même de la combustion respiratoire ; elle n'est nulle part directe. »⁹¹⁵

En conséquence, il convient de concevoir le milieu intérieur non seulement comme un ensemble de liquides mais avant même cela comme l'effet d'un processus de constitution continue de ce milieu via des processus chimiques qui découlent en quelque sorte la dynamique chimique intérieure organismique, à tous les niveaux, des dynamiques de relation environnement externe/organisme. Si l'organisme inclut un milieu intérieur qui le tamponne au regard des variations extérieures, c'est qu'il a en lui des processus susceptibles de créer cet environnement intérieur sur la base des circonstances extérieures, et la nutrition indirecte est au premier chef un de ces mécanismes.

Le corollaire de cette conception du milieu intérieur touche directement la conception téléologique de la nature que présupposaient aussi bien les successeurs de Stahl que les tenants de la nutrition directe. Pour le dire en quelques mots, si téléologie du vivant il y a – dans un cadre déterministe dont on sait que Claude Bernard y souscrit

⁹¹² *Leçons*, t. II, p. 382.

⁹¹³ *Leçons*, t. I, p. 122.

⁹¹⁴ *Ibid.*, t. I, p. 142.

⁹¹⁵ *Ibid.*, t. I, p. 122.

–, celle-ci est repliée à l'intérieur de l'organisme lui-même, dans des termes qui ne sont pas sans évoquer la téléologie kantienne et son insistance sur la « finalité interne ». L'organisme n'est en vue de rien d'autre que lui ; il est en quelque sorte, totalement en vue de lui-même, et c'est l'existence du milieu intérieur qui le prouve :

« La loi de la finalité organique est dans chaque être en particulier et non hors de lui : *l'organisme vivant est fait pour lui-même* ; il a ses lois propres, intrinsèques. Il travaille pour lui et non pour d'autres. Il n'y a rien dans la loi de l'évolution de l'herbe qui implique qu'elle doit être broutée par l'herbivore. Rien dans la loi d'évolution de l'herbivore qui indique qu'il doit être dévoré par un carnassier ; et rien dans la loi de végétation de la canne qui annonce que son sucre devra sucrer le café de l'homme. Le sucre formé dans la betterave n'est pas non plus destiné à entretenir la combustion respiratoire des animaux qui s'en nourrissent ; il est destiné à être consommé par la betterave elle-même dans la seconde année de sa végétation, lors de sa floraison et de sa fructification. »⁹¹⁶

En ce sens, la figure de Claude Bernard se devait de conclure le parcours généalogico-conceptuel que nous dessinons ici. Là où, de fait, l'embryogenèse a été tenue pour la marque d'un intérêt à une nouvelle téléologie – ainsi que non seulement Blumenbach, mais aussi et surtout les commentateurs de la tradition kantienne ou blumenbacho-kantienne, qu'ils soient historiens comme Lenoir, Zammito, Richards, ou biologistes comme Varela –, nous soulignons que la nutrition constituait un autre enjeu où s'est pensée la spécificité du vivant en ce qu'il résiste en quelque sorte au mécanisme physique, tout en nouant des solidarités neuves avec la chimie. Bernard le confirme, et par là-même nous indique un nom possible pour la figure épistémique que nous tentons de penser. En effet, il n'est pas rare, après Lenoir⁹¹⁷ de caractériser Kant, Blumenbach, Von Baer et quelques autres, théoriciens de l'originalité épistémique de l'embryogenèse, comme un programme « téléomécaniste », au sens où la téléologie fournirait en quelque sorte le cadre à une analyse mécaniste des processus par lesquels les fonctions sont exécutées et l'embryogenèse atteint ses fins, selon une figure

⁹¹⁶ *Ibid.*, t. I, p. 147 ; Ou encore selon une formule plus lapidaire : « le vivant travaille pour lui et non pas pour d'autres », p. 148.

⁹¹⁷ Lenoir (1989).

conceptuelle dont les grandes lignes étaient dégagées par Kant. Ce que nous voyons, en analysant la conception de la nutrition indirecte selon Bernard aussi bien que la contribution théorique massive qu'elle fournit à l'idée de « milieu intérieur » et les déplacements épistémiques dont elle procède, c'est plutôt une sorte de « téléochimisme » : l'examen des processus chimiques – selon un tour épistémique inverse de ce qui est en jeu dans le téléomécanisme – permet de penser l'avènement d'une sorte de téléologie, en tant qu'orientation autocentrée des processus internes à un organisme. Nutrition indirecte et milieu intérieur ne sont donc pas seulement les pièces majeures d'un dispositif théorique qui deviendra pour Bernard la physiologie générale, science expérimentale forcément déterministe – ils sont aussi les vecteurs d'un déplacement subtil dans l'idée même de téléologie, couronnant en quelque sorte ce qui s'est joué en sous-main dans les analyses chimiques de la nutrition qui, pendant un siècle, courent en parallèle des triomphes de l'embryologie descriptive, et s'articulent selon une logique labile à l'évolution de la chimie organique. Ce téléochimisme a requis des conditions épistémologiques que nous n'avons pas totalement déployées ; il a aussi, fondamentalement, défini philosophiquement l'espace conceptuel d'une notion transversale à la physiologie générale et plus largement à la biologie, si ancrée dans l'idée même d'organisme qu'il ne nous vient même plus à l'idée d'en interroger l'évidence tant il va de soi qu'aucun organisme ne saurait en être dépourvu, à savoir la notion de métabolisme. Nous allons maintenant approfondir ces deux points.

7.1.5 Les déplacements épistémiques

Avant d'expliciter la manière dont cette conception du milieu intérieur constitue essentiellement la possibilité de penser ce que, d'un terme que n'employait pas Claude Bernard mais qui commençait d'être employé en particulier chez des auteurs attentifs à la chimie organique, soit le « métabolisme », il nous faut caractériser le déplacement épistémologique qu'opère la vision bernardienne de la nutrition indirecte par rapport à ce qui précède. Si l'on se réfère maintenant à la conception de la nutrition indirecte, par laquelle la chimie s'était invitée dans la théorie de l'organisation biologique après Lavoisier, on mesure la distance qui l'en sépare de la vision bernardienne. Cinq distinctions sont en jeu, et la cinquième sera à élaborer.

Comme nous l'avons vu, corrélativement à la notion même de nutrition *indirecte* qui s'oppose à la nutrition *directe*, la chimie que Bernard convoque est une *dynamique*, et non plus la *statique* de Dumas et Boussingault ; l'accent est alors déplacé des *produits* de la réaction chimique vers les *processus* eux-mêmes, qu'il s'agit de localiser, d'identifier, de suivre. La distinction entre *analyse* et *synthèse*, qui opposait plantes et animaux, est, elle, révoquée : la synthèse est le fait de l'organisation biologique comme telle, elle a lieu dès que la nutrition procède, et elle se mêle, nécessairement, à l'analyse. Enfin là où la nutrition était conçue certes comme un processus chimique de réorganisation, mais selon un schéma encore *préformationniste*, Bernard inaugure un schème que l'on dira *épigénétiste* de la nutrition entendue chimiquement. Ce sont ces deux distinctions qu'il s'agit maintenant d'élaborer.

i. Préformationnisme et épigénèse

La nutrition directe engage, on l'avait dit, un schème chimique mais préformationniste de la nutrition. Or là où l'on doit saisir les processus même à l'œuvre dans la nutrition, processus qui se tiennent au niveau des liquides et des tissus, on pense autre chose qu'une extraction des éléments chimiques de base – plutôt, on pense la transformation d'éléments chimiques en éléments d'un autre genre, susceptibles d'être synthétisés en une matière homogène à l'organisme, ou adaptée à ses besoins dans des circonstances données, le glucose ou la « graisse du chien », comme dans la page citée plus haut.

La gamme des opérations chimiques s'élargit donc au-delà de la combustion. Les destructions organiques de molécules ingérées sont des combustions parfois, mais aussi des putréfactions et des fermentations. Bernard s'écarte donc de Lavoisier non seulement en relativisant la combustion, mais en caractérisant ensuite chimiquement ces trois ordres de destruction : il s'agit, en reprenant le terme de Berzelius, d'actions catalytiques. Le ferment est un catalyseur et, à partir de là, les trois ordres de destruction se ramènent au fond à la fermentation, laquelle caractérise donc la chimie vivante (« le

chimisme de l'être vivant est exécuté à l'aide d'agents et d'appareils que l'organisme a créés »⁹¹⁸).

Mais quant à la nutrition elle-même, elle n'est plus ingestion, elle n'est même plus analyse de composés carbonés en vue d'extraction de la fibrine et de l'albumine qui s'y trouvaient déjà – elle est, avant tout, transformation chimique de composés hétérogènes à l'organisme en composés neufs qui sont lui sont homogènes et adaptés, transformation intégralement déterminées par des conditions du processus qui, à leur tour, sont co-déterminées par le milieu extérieur – lequel conditionne l'état de l'organisme (faim, satiété, etc.) – et le milieu intérieur auquel les tissus et les cellules en quelque sorte réagissent selon leur déterminisme propre.

Dans un passage explicite de *l'Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Bernard reconnaît lui-même que ce tournant théorique doit se lire comme un abandon d'une certaine vision préformationniste de la nutrition :

« Les principes immédiats inorganiques (sels terreux, phosphates, chlorures, sulfates, etc.) entrent comme éléments constitutifs essentiels dans la composition des corps vivants, mais ils sont pris au monde extérieur directement et tout formés. Les principes immédiats organiques sont également des éléments constitutifs du corps vivant, mais ils ne sont pas empruntés au monde extérieur; ils sont formés par l'organisme animal ou végétal; tels sont l'amidon, le sucre, la graisse, l'albumine, etc. Ces principes immédiats extraits du corps conservent leurs propriétés parce qu'ils ne sont point vivants; ce sont des produits organiques, mais non organisés. Les éléments anatomiques sont les seules parties organisées et vivantes. Ces parties sont irritables et manifestent, sous l'influence d'excitants divers, des propriétés qui caractérisent exclusivement les êtres vivants. Ces parties vivent et se nourrissent, et la nutrition engendre et conserve leurs propriétés, ce qui fait qu'elles ne peuvent être séparées de l'organisme sans perdre plus ou moins rapidement leur vitalité. »⁹¹⁹

Claude Bernard saisit donc la différence qu'introduit sa conception de la nutrition : les principes qui alimentent ne sont pas « tout formés » ; ils sont « formés par l'organisme animal et végétal » ; celui-ci, par cette formation, a le pouvoir d'« engendrer

⁹¹⁸ Bernard (2009b), t. I, p. 226.

⁹¹⁹ Bernard (2008b), p. 149.

et conserver » les propriétés qui font la vitalité. La conséquence de cette affirmation réside dans la distinction faite d'entrée de jeu entre « principes immédiats inorganiques » et « organiques » : seuls les seconds, en quelque sorte, relèvent de la nutrition entendue au sens chimique et épigénétique que nous explicitons. La nutrition indirecte, pour être conçue, implique un passage à un schème épigénétique de la nutrition chimique ; mais en corollaire, il faut reconnaître qu'il y a, du point de vue du vivant, deux chimies – la chimie minérale et la chimie organique. Non que l'une s'oppose à l'autre, comme par exemple Stahl eût dit ; c'est simplement qu'elles manifestent des dynamiques différentes, et que seule la seconde concerne la nutrition en tant que processus spécifique au vivant ; et inversement, cette seconde chimie va être de part en part la théorie de processus qui adviennent dans le vivant et par lesquels les propriétés qui signent la vie sont chimiquement engendrées et maintenues.

ii. Analyse et synthèse

On pourrait dire que là où la nutrition directe définissait une conception qui assigne aux animaux la seule puissance chimique de dissocier, soit d'analyser, la vision bernardienne de la nutrition insiste sur la synthèse. C'est en partie vrai, puisque synthétiser, être un « laboratoire de la vie organique » comme le dit Dumas des plantes, doit maintenant s'attribuer à tout ce qui vit. Mais en partie seulement, car la synthèse et l'analyse en réalité sont deux opérations chimiques strictement corrélées qui adviennent solidairement. Sans cesse, la nutrition analyse des composés hydrocarbonés, des alcools, des nitrates ou des aldéhydes, et les recompose en des molécules que les organes et les tissus vont pouvoir stocker, pour les délivrer à l'organisme lorsqu'il le faut. Ainsi, le déplacement de la statique à la dynamique chimique n'est pas corrélatif d'un accent sur l'analyse à un accent sur la synthèse, au contraire il impose de reconnaître que la chimie du vivant, qu'il soit animal ou plante, est indissolublement chimie synthétique et analyse chimique. Ce point très général, marqueur d'une originalité de l'usage de la chimie organique dans la physiologie générale, c'est la conception de la nutrition qui le met en évidence. Claude Bernard y insiste bien : synthèse et analyse sont l'envers l'une de l'autre.

Chaque opération saisie comme analyse, comme décomposition, dégradation, par exemple la dégradation de l'alcool ou du sucre, est en quelque sorte l'envers d'une synthèse. Les *Leçons* vont théoriser cette solidarité de l'analyse et de la synthèse. Nous nous y attarderons pour souligner la rupture décisive qui s'instaure avec ce qui restait des présuppositions stahliennes dans la physiologie.

Dans un dernier temps, nous montrerons comment, sur cette base de la solidarité de l'analyse et de la synthèse telle qu'elle a lieu dans les processus constitutifs du milieu intérieur, se dégagent les linéaments de ce que nous nommons métabolisme. Nous mettrons alors les conceptions de Bernard en relation avec les usages du terme qui lui sont contemporains.

Décomposer, recomposer sont donc deux processus chimiques qui, loin de se distribuer complémentirement entre animaux et végétaux, adviennent indissociablement lors de l'exécution des fonctions physiologiques. Pour dire cette indissociabilité, dans les *Leçons*, Bernard mobilise un lexique large, métaphysique en quelque sorte, parlant de destruction et de création, et réinstaurant au dedans du vivant une notion de mort qui n'est plus tant mort instantanée d'un individu que mort continuée de ses parties. « L'existence de tous les animaux et végétaux se maintient par deux ordres nécessaires et inséparables : organisation et désorganisation. » (*Leçons*, p. 41) ; « La désorganisation ou la désassimilation use la matière vivantes dans les organes en fonction ; la synthèse assimilatrice régénère les tissus; elle rassemble les matériaux des réserves que le fonctionnement doit dépenser. » (*Leçons*, p. 126) Désorganisation et « synthèse assimilatrice » sont « absolument connexes et inséparables en ce sens au moins que la destruction est la condition nécessaire de la rénovation. » (*ibid.*) De la sorte, « toute manifestation d'un phénomène dans l'être vivant est nécessairement liée à une destruction organique » (*Leçons*, 41).

Cela explique les difficultés de l'approche purement chimique initiale, celle de la statique, à saisir ce qui est authentiquement vital : la désorganisation, voilà ce que l'on constate dès que l'on cherche la trace de l'activité vitale dans ses produits. Métaphysiquement, la vie des tissus est l'envers de leur mort et c'est celle-ci qui, pour la statique chimique, se donne à voir : « Il y a de vrai que la vie ce n'est que la mort, et que nous sommes constamment sur la pente de la mort par cela même que nous vivons. » (*Principes de médecine expérimentale*, p. 242). Saisir les éléments organiques dans les liquides, c'est saisir les résultats de cette activité de mort élémentaire qui est l'envers de la

synthèse organisatrice. Et cette mort elle-même rend la vie possible, comme l'illustre l'expérience par laquelle Bernard met en évidence le mécanisme de l'empoisonnement au monoxyde de carbone. Dans l'état physiologique, en effet, les liaisons oxygène-globules rouges sont altérables et fragiles, et cela permet précisément le transport et la fixation de l'oxygène dans les cellules; l'action du monoxyde de carbone stabilise ces lésions – contrecarrant donc la désassimilation constamment en cours – et par là même, rend la respiration des tissus impossibles et tue (*Leçons sur la chaleur animale*, p. 176).

Ainsi, voir la vie, c'est voir cette mort en elle, comme le dit Bernard en une formule saisissante qui renverse l'intuition basique de Stahl par laquelle le mécanisme fut pour la première fois radicalement contesté au dedans de la science : « la vie c'est la mort. » (*Leçons*, 41).

iii. Rompre avec Stahl

Stahl, nous l'avions montré, inaugurerait une première solidarité entre chimie et biologie. Certes la vie n'était que de résister à une mort promise d'entrée de jeu par les dynamiques de la chimie, et manifestait donc une âme, mais la raison d'être de l'âme, épistémologiquement parlant, se trouvait dans l'affinité de la chimie du corps vivant pour la destruction de ce qu'il appelait « organisme », dont la chimie propre, laissée à elle-même, avait pour destin de succomber à une décomposition chimique imminente. Ce schème de la lutte entre chimie et vie, pensé comme un affrontement essentiel entre vie et mort, a perduré. La théorie bernardienne de la nutrition indirecte introduit une articulation neuve de la chimie et de la vie, qui exclut définitivement le motif stahléen de la physiologie générale.

De fait, si la vie elle-même c'est la mort, si les processus les plus fins par lesquels l'organisme se maintient en vue de lui-même et génère ses propriétés vitales sont bien des processus de synthèse chimique, ceux-ci sont, on l'a vu, indissociables de processus d'analyse. La dualité de la vie et de la mort n'est plus instanciée par l'affrontement de la chimie et de la vie : elle est réalisée à chaque étape des processus par lesquels l'organisme se fait ou, pour reprendre le terme que Kant nous a rendu familier, s'auto-organise. La vie même de la vie, si l'on voulait oser ce néologisme, se comprend comme indissociabilité de la vie et de la mort réalisée par une dualité

irréfragable de processus chimiques. La vie n'affronte pas la chimie : la chimie en quelque sorte, si l'on veut filer la métaphore, s'affronte elle-même, dans des processus irréductiblement duels, et l'auto-organisation propre à la vie, dans l'ensemble de ses déterminismes les plus caractéristiques, montre au physiologiste cet affrontement. La nutrition indirecte, ultimement, est la défaite de Stahl, premier physiologiste de « l'organisme » au lieu même où s'établit la physiologie générale.

Cette rupture bernardienne, une fois envisagée dans son intégralité, s'avère alors double : la chimie n'affronte plus la vie, on vient de le voir ; mais la chimie de la vie animale, elle, n'est plus simplement une combustion – la combustion est au contraire un moment de l'ensemble des processus chimiques par lesquels ce que nous nommons la téléchimie de la vie définit un domaine intégralement investigable, selon ses déterminisme propres, par la physiologie expérimentale.

7.2 L'ESPACE DU METABOLISME

7.2.1 « Métabolisme », « Stoffwechsel »

Nutrition indirecte, milieu intérieur, solidarité de l'analyse et de la synthèse chimiques par quoi se manifeste l'exigence du programme que nous nommons téléochimique : il s'agit d'une triade conceptuelle par laquelle un nouveau concept vient sur le devant de la scène. Ce concept, curieusement, Bernard n'en utilise quasiment pas le nom, alors que les déplacements conceptuels qu'il opère, on va le voir, sont si précieux pour le penser. Il s'agit du métabolisme, et plusieurs avancées dans la physiologie du temps indiquent cette direction.

Ce que Bernard en effet pointe, avec la solidarité de la destruction et de la création chimique manifeste dans les processus de la physiologie, c'est la solidarité de ce qu'on appellera plus tard anabole et catabole – autrement dit, les deux temps d'une processualité cyclique que l'on va nommer « métabolisme », comme articulation essentielle de ces deux moments. Catabole, anabole, ce sont, intégrés dans le mouvement par lequel le vivant se maintient, exprimés chimiquement, l'analyse et la synthèse ; pensés physiologiquement, ils deviennent les deux moments d'un processus de nutrition maintenant généralisé à tous les vivants et instanciés au niveau du tissu, comme on l'a vu, soit l'assimilation et la désassimilation.

Le problème que résout ce double mouvement chimique est en quelque sorte vieux comme la reconnaissance même de l'originalité des vivants par Aristote : l'unité de la stabilité et de la continuité avec le changement constant ; depuis Lavoisier, il s'agit de la rénovation moléculaire, comme changement, à laquelle on doit articuler une continuité de forme et de la fonctionnalité organique.

Le milieu intérieur, pour Bernard, donne une première réponse : quelque chose qui se transforme constamment sous l'effet des interactions avec son environnement peut rester lui-même si, en quelque sorte, il se redouble d'un environnement interne qui lui est propre et, comme nous disions, rend indirecte, et donc modère, les effets de l'environnement externe. Il y va de l'idée de régulation – mais avant même la régulation

de la machine organique⁹²⁰, il est question de la production continuée⁹²¹, de la machine organique, et c'est là où le processus de constitution de milieu intérieur alimenté par la nutrition indirecte joue un rôle crucial.

Nous disions que le milieu intérieur, ensemble de liquides, doit aussi être conçu comme le processus par lequel ceci est rendu possible. Bernard en explicitant l'indissociabilité de la catabole et de l'anabole, en mettant au jour ce double mouvement cyclique par lequel la chimie organique, tout en restant chimie, produit des conditions déterminées sous lesquelles ses résultats apparaissent comme essentiellement différents, essentiellement orientés, essentiellement téléologiques – sous le schème de ce que nous nommons téléochimie – Bernard indique comment ce processus peut être pensé, et annonce en creux son nom. Le métabolisme est en quelque sorte la réalité physiologique de l'attitude épistémique que nous nommons téléochimisme – il est ce par quoi le milieu intérieur est produit, et, par là même, ce qui doit captiver l'attention du physiologiste en tant qu'il se veut scruter le processus même de la vie.

Certes, Bernard lui-même n'utilise pas le mot métabolisme ; après coup, ce mot peut venir désigner l'espace conceptuel inauguré par les deux processus complémentaires, « anaboles » et « catabole », qui lui sont étymologiquement apparentés, et qu'il a indiqués. Dans cet espace s'alignent d'abord les moments de la nutrition – assimilation et désassimilation – puis ces opérations chimiques dont nous parlions, mutation, oxydation, fermentation, putréfaction.

⁹²⁰ Voir Canguilhem (1981), pp. 135-136 : « Un fait bien singulier et bien intéressant, du point de vue épistémologique, consiste dans la multiplication des termes formés avec le préfixe *auto-* qu'utilisent aujourd'hui les biologistes pour décrire les fonctions et le comportement des systèmes organisés : auto-organisation, auto-reproduction, auto-régulation, auto-immunisation etc... Sans doute les biophysiciens et les biochimistes s'efforcent-ils de mettre au jour les déterminismes de ces propriétés et de construire des modèles cybernétiques d'automates auto-reproducteurs (J. von Neumann). Mais il reste que ces modèles ne sont que logiques et qu'en fait les seuls automates auto-reproducteurs sont précisément les systèmes organiques naturels, c'est-à-dire vivants. L'obligation épistémologique de désigner par des termes à préfixe *auto-* les propriétés de ces systèmes est l'expression de leur mode de relation à l'environnement. (...) Les systèmes vivants ouverts, en état de non-équilibre, maintiennent leur organisation à la fois *en raison* de leur ouverture à l'extérieur et *malgré* leur ouverture. »

⁹²¹ Voir Bernard (1865), IIe partie, ch. 2, §1 : « Ce qui caractérise la machine vivante, ce n'est pas la nature de ses propriétés physico-chimiques si complexes qu'elles soient, mais bien la création de cette machine qui se développe sous nos yeux dans des conditions qui lui sont propres et d'après une idée définie qui exprime la nature de l'être vivante et l'essence même de la vie. » ; Canguilhem (1981)

Un peu avant les élaborations théoriques de Bernard, des chercheurs allemands qui travaillent sur la chimie organique parlaient de *Stoffwechsel*, soit échange des matières, pour nommer cet ensemble de phénomènes – un terme allemand que l'on va traduire par « métabolisme » assez vite. Mais à y bien regarder, l'espace où travaille Bernard n'est pas exactement celui de ses contemporains chimistes organiques. En allemand même, d'ailleurs, le premier à dire *Metabolismus* est Schwann dans l'élaboration de sa théorie cellulaire⁹²². La chose est donc nommée en quelque sorte à un niveau d'intégration bien plus élémentaire que celui des organes et des tissus où travaille Bernard. Autrement dit, la notion de « métabolisme » a une histoire récente, lorsque Claude Bernard écrit, et son travail va comme naturellement produire un cadre pour unifier les notions éparses de métabolisme – nommées soit ainsi, soit « *Stoffwechsel* » – et en faire un programme de recherche pour la physiologie générale.

Les étapes de cette histoire récente, qui parcourt une triade linguistique et géographique français/allemand/anglais, sont les suivantes : c'est la physiologie du début du siècle en Allemagne qui pointe le double mouvement des matières dans l'organisme, autrement dit pointe une circularité entre composer et décomposer. Une des premières occurrences attestées est précisément dans le traité de Reil sur la force vitale, « *Von der Lebenskraft* » (*Archiv für die Physiologie*, 1796-1813) ; celui-ci toutefois ne dit pas *Stoffwechsel*, mais *Wechsel der Materie*, « l'échange de matières ». L'idée de circulation, d'échange est là, mais pas celle de recomposition, de production, et la nutrition indirecte de Claude Bernard sera le terme d'un mouvement d'élaboration théorique de ce que désigne ce terme. La première occurrence recensée de *Stoffwechsel* est donc dans le *Lerbuch der physiologie des menschen und der Thiere* de Berthold (Göttingen, 1829) : on y lit que le *Stoffwechsel* consiste en 2 phases, *Ansatzes* et *Abhanges*, soit composition (organisation) et décomposition de la matière vivante. Il s'agit d'une remarque en passant, qui n'inclut pas de développement théorique. Dans sa *Physiologie des Menschen*, 1836 (vol. 3), Tiedemann énonce une dizaine d'occurrence de « *Stoffwechsel* ». A la fin d'une section du volume 1 on lit : « tournons nous maintenant vers quelques lois qui concernent le *Stoffwechsel* ». A noter que dans la traduction française publiée peu après (1831) « *Stoffwechsel* » est traduit par « le renouvellement du matériel », et *Wechsel der Materie* par « le changement du matériel ». Mais Tiedemann ne

⁹²² Voir Schwann (1839).

donne aucune définition du terme, alors que dans la lignée des écoles de physiologie française et allemande il s'emploie à définir précautionneusement physiologie, énergie, force, stimulus, tonus, irritabilité, etc. Le terme est toutefois assez usité dans les années 1840 en Allemagne pour que le dictionnaire médical *Encyclopädisches Wörterbuch der medicinischen Wissenschafte* y consacre une entrée. Par *Stoffwechsel* on entend la « transformation de la composition du corps dans d'autres formes, et la formation simultanée de nouvelles substances homogènes par le constant approvisionnement en substances nourrissantes. » (p. 346) ; un peu plus loin on lit que le *Stoffwechsel* inclut deux actes, la destruction et la construction de neuf (*Neubildung*).

L'entrée fait tout de même sept pages. Outre Berthold, cité, le dictionnaire renvoie à deux sources, Liebig et Müller. Johannes Müller en effet réfère, sans ample définition à *Stoffwechsel* dans le *Handbuch der Physiologie des Menschen für Voresungen* (1835). La plupart des occurrences concernent la partie dévolue aux processus chimiques. Il n'y a pas d'élaboration théorique et Müller renvoie d'ailleurs souvent à Tiedemann. Mais le *Stoffwechsel* est souvent associé à un échange de matière dû à la respiration. Dans la section sur la nutrition, le *Stoffwechsel* est aussi décrit comme pouvant prendre place grâce à la circulation capillaire (II, 352).

De son côté, si Liebig, traduit en anglais par Lusk (1922)⁹²³, semble utiliser le terme *metabolism* systématiquement, il s'agit en réalité de l'allemand *die Metamorphose*, et non *der Stoffwechsel*. Il n'existe en fait qu'une occurrence de « *Stoffwechsel* » à laquelle se réfère donc le *Wörterbuch*, elle est dans *Die organische chemie in ihrer Anwendung auf physiologie und pathologie* (1842), où on lit : « la plus ordinaire expérience montre que, à chaque moment de la vie, dans l'organisme animal, un constant et plus ou moins accéléré changement de matière, *Stoffwechsel*, a lieu » – ce qui, dans la traduction française par C. Gerhardt (1842, Fortin Masson) donne: « d'un autre côté il est bien reconnu aussi qu'il s'effectue sans cesse dans l'économie une mutation de substances plus ou moins accélérée ; que les tissus quittent en partie leur état de vie pour se convertir dans des substances dépourvues de forme propre, et qu'ils se renouvellent ensuite après s'être ainsi transformés. » (p. 8). *Stoffwechsel*, en 1842, n'est donc pas traduit par « métabolisme » en français, et en anglais *metabolism* traduit *Metamorphose*. On voit

⁹²³ Voir Lusk Lusk « A History of metabolism » in *Endocrinology and metabolism*, Lewellys F. Barker, R.G. Hoskins and H.O. Mosenthal eds., (New York, 1922), 3 vols., III, 3-78.

que, si la chose, un double processus de composition et décomposition, est reconnue et citée dans les ouvrages de physiologie à divers titres dans l'espace germanophone, aucune terminologie n'est fixée. De fait, aucune élaboration théorique substantielle n'a encore lieu, et les liens soit avec la chimie organique, soit avec les théories de la nutrition, ne sont aucunement systématiques.

Toujours dans l'espace allemand, Schwann – élève de Müller –, lui parle toutefois de *Metabolismus* en 1839 – dans un texte dont la traduction anglaise (*Microscopical researches into the accordance in the structure and growth of animals and plants*, H. Smith, tr. (London, 1847)) donnera naturellement « *metabolism* ». Schwann prend soin de renvoyer à l'étymologie grecque du mot pour justifier son usage ; théoriquement parlant, il assigne maintenant le métabolisme au niveau de la cellule. On peut penser que, du fait qu'il parlait d'un nouveau niveau d'organisation, il avait besoin d'employer un terme neuf – et comme souvent l'étymologie antique permet d'introduire la nouveauté terminologique – plutôt que de prendre *Metamorphose*, comme Liebig, ou ce *Stoffwechsel* en train de devenir courant.

Schwann écrit en effet:

« La question, alors, concernant le pouvoir fondamental des corps organisés se résout d'elle-même en celle des pouvoirs fondamentaux des cellules individuelles. Nous devons maintenant considérer les phénomènes généraux attendant à la formation des cellules, afin de les expliquer. Ces phénomènes peuvent être rangés en deux groupes naturels: d'abord, ceux qui sont liés à la combinaison des molécules afin de former une cellule et qui peuvent être nommés les phénomènes plastiques des cellules; ensuite ceux qui résultent des changements chimiques dans les particules de la cellule elle-même ou le cytoblastème qui l'entoure, et qui peuvent être appelés phénomènes métaboliques (*to metabolikôn*, ce qui concerne ce qui est propre à produire ou subir le changement). Le cytoblastème, dans lequel les cellules sont formées, contient les éléments de la matière dont la cellule est composée, mais dans d'autres combinaisons: il n'est pas une simple solution de matière cellulaire, mais il contient seulement certaines substances organiques en solution. Ainsi, les cellules non seulement attirent des matériaux à partir du cytoblastème, mais elles doivent avoir la faculté de produire des changements chimiques dans ses particules constituantes. En dehors de quoi, les parties de la cellule elle-même peuvent être

chimiquement altérées durant le processus de sa végétation. La cause inconnue de ces phénomènes, que nous comprenons sous le terme de phénomènes métaboliques de la cellule, nous la dénommerons le pouvoir métabolique. »⁹²⁴

Dans la langue française, « Métabolisme » vient plus tard. Les usages allemands et anglais sont sans doute ici influents. En 1855 le *Dictionnaire de médecine* de Nysten, revu par Littré et Robin, et publié chez Baillière, l'éditeur *princeps* de la médecine et de Claude Bernard en particulier, l'introduit dans une définition où résonne l'allemand *Stoffwechsel*; mais le terme est d'entrée de jeu placé sous le signe de la chimie. « Métabolique : qui a rapport aux changements de nature des corps en chimie, etc. : *phénomènes métaboliques* »⁹²⁵. Le terme dans les éditions successives du dictionnaire sera l'objet de changement minimes de définition, et ce processus est parallèle à l'élaboration par Claude Bernard de ses concepts de nutrition indirecte et milieu intérieure qui mèneront à l'usage consolidé de « métabolisme » dans la physiologie.

En effet, la référence à la chimie devient plus forte dans l'édition de 1865⁹²⁶, puisqu'on y réfère au « moléculaire ». « Métabolisme : changement de nature moléculaire du corps. Voir Catalyse. » Quant au renvoi à la catalyse, il consono avec l'importance majeure que prend pour Claude Bernard la catalyse comme essence même des processus de fermentation. D'ailleurs, le *Dictionnaire* procède à la même identification: à Catalyse il note « Catalyse... V. Fermentation ». Cette définition, en 1873⁹²⁷, est solidifiée : « Métabolisme : changement de nature moléculaire des corps. V. Catalyse. » Seul le « des » indique simplement une plus grande généralité. Au fond, le cadre est en place pour nommer par ce mot de métabolisme ce que Bernard théorise

⁹²⁴ Schwann (1847), p. 193. Nous traduisons de l'anglais.

⁹²⁵ Nysten, Pierre Hubert. *Dictionnaire de médecine, de chirurgie, de pharmacie, des sciences accessoires et de l'art vétérinaire* de P.-H. Nysten, 10e édition, entièrement refondue par É. Littré,... Ch. Robin,... Ouvrage augmenté de la Synonymie latine, grecque, allemande, anglaise, italienne et espagnole et suivi d'un glossaire de ces diverses langues, Paris : J.-B. Baillière, 1855

⁹²⁶ Nysten, Pierre Hubert. *Dictionnaire de médecine, de chirurgie, de pharmacie, des sciences accessoires et de l'art vétérinaire* de P.-H. Nysten, 12e édition, entièrement refondue par É. Littré,... Ch. Robin,... Ouvrage augmenté de la Synonymie latine, grecque, allemande, anglaise, italienne et espagnole et suivi d'un glossaire de ces diverses langues, Paris : J.-B. Baillière, 1865.

⁹²⁷ Littré, Emile. *Dictionnaire de médecine, de chirurgie, de pharmacie, de l'art vétérinaire et des sciences qui s'y rapportent...* 13e édition, entièrement refondue par E. Littré et Ch. Robin, Paris : J.-B. Baillière, 1873.

désormais comme le double mouvement d'assimilation-désassimilation caractéristique de la nutrition indirecte.

On voit donc comment à partir des années 1870 en France les physiologistes vont ainsi fusionner le *Stoffwechsel* des allemands avec le milieu intérieur et ses processus téléchimiquement appréhendés, sous le même vocable de métabolisme ou *metabolism*, en unifiant tous les niveaux d'organisation. Mais Claude Bernard avait conscience de parler de quelque chose d'un peu différent du *Stoffwechsel* des chimistes : pour lui, ceux-ci en effet regardent des niveaux élémentaires du vivant sous l'angle de la statique chimique. « Qu'est-ce qui remplace quoi? », en gros, est la question posée, maintenant ramenée à des niveaux que la théorie cellulaire fait voir comme ultime ; certes, mais comment ce remplacement a-t-il lieu ? Telle est pour Bernard la question proprement physiologique, celle que son travail pose au niveau des tissus et des organes. De fait dans une note du *Cahier rouge*, il identifie *Stoffwechsel* et Statique chimique à une métempsychose⁹²⁸ – entendons sans doute par là cette palingénésie des âmes à laquelle renvoie la métempsychose caractérise adéquatement cette statique chimique dont nous avons vu qu'elle servait de base chimique à une théorie de l'assimilation directe, soit le passage intact des aliments dans un autre corps.

Dans son *Textbook of physiology* (1877) Michael Foster fusionne alors explicitement le *Stoffwechsel* et la notion bernardienne de processus engendrant le milieu intérieur. Il synthétise ainsi des éléments de théorie cellulaire, de cette théorie du protoplasme dont à l'époque certains pensaient qu'il était le siège des opérations physiologiques ultimes⁹²⁹ – et qui fut l'objet de débats entre précisément Robin, Littré, Claude Bernard et leurs contemporains parisiens –, et la nutrition indirecte. Le terme *Stoffwechsel*, utilisé pour montrer que le remplacement des tissus usés, censés être l'objet du mouvement anabolique, relève aussi d'une catabole, et l'affirmation du protoplasme comme substance vivante élémentaire contenue dans la cellule, font de la cellule en

⁹²⁸ « La statique chimique des êtres vivants, le *Stoffwechsel* des Allemands, n'est pas autre chose que la métempsychose. Ce n'est pas exact ; ce qu'il faut saisir c'est l'individualité blastématique. L'individualisme est le maître de la physiologie. Il se retrouve jusque dans la digestion, et partout. »

⁹²⁹ En témoignent ces mots cités plus haut de Thomas Huxley en 1868, décrivant sa propre activité nutritive : « un singulier laboratoire intérieur, que je possède, dissoudra une certaine portion du protoplasme modifié et la solution ainsi formée passera dans mes veines et les subtiles influences auxquelles il sera soumis convertiront le protoplasme mort (ingéré) en protoplasme vivant et transsubstantieront le mouton en homme. »

effet le lieu pour situer la biologie de cette transformation élémentaire par laquelle la nourriture est transformée en corps de l'organisme. Schwann, Claude Bernard et Müller se rejoignent ainsi dans un cadre théorique commun.

7.2.2 Un cadre philosophique ? Nutrition vs développement, Hegel vs Kant

La question de la nutrition était notre fil directeur ; elle a permis de ressaisir les étapes par lesquelles l'organisation biologique est devenue une énigme scientifique puis en quelque sorte l'objet d'un programme dans l'idée de physiologie générale, articulée d'une manière spécifique avec la chimie organique naissante en une relation de dépendance qui est en même temps une autonomie. Schème chimique épigénétique de la nutrition, nutrition indirecte, milieu intérieur, métabolisme sont les noms des moments fondamentaux par lesquels le pensable, lorsqu'on parle de l'organisation biologique, pour un biologiste après Claude Bernard n'est plus ni celui de Stahl, ni celui de Wolff ou Diderot, ni celui même de Dumas ou Boussingault.

Autant dire qu'il s'agit aussi bien d'un déplacement scientifique majeur que d'une inflexion philosophique dans ce qu'il est convenu d'appeler « vie ». Les chercheurs attentifs au rôle de la question embryologique dans l'émergence de l'organisation biologique en tant qu'objet scientifique ont vu dans Kant la figure philosophique fondamentale⁹³⁰ ; si nous voulions ressaisir philosophiquement ce qui s'est joué, de l'idée même d'organisme vivant, avec le métabolisme et la nutrition indirecte, nous pensons qu'il faudrait davantage se référer à Hegel.

Celui-ci dans son *Encyclopédie* de 1831, ne connaissait évidemment ni Claude Bernard, ni la nutrition indirecte. Néanmoins, Hegel est l'un des premiers à avoir insisté sur l'importance d'une chimie, et posé la question de l'originalité biologique au niveau même où chimie et biologie semblent passer l'un dans l'autre – à rebours d'une approche qui opposerait en bloc, à la suite de Kant, un mécanisme physico-chimique à une téléologie biologique⁹³¹. La vie, pour Hegel, est un moment de ce qu'il pense

⁹³⁰ Lenoir (1989), Huneman (2008a), Richards (2002).

⁹³¹ Telle aporie entre les mécanismes physico-chimiques et le caractère téléologique du vivant justifiait en quelque sorte, dans le lieu même de la chimie organique, un usage assez massif des forces vitales – usage que Lenoir (1989) interprète comme étant inoffensif au regard du

comme le développement immanent du Concept, dont la *Science de la logique* saisit la logique interne, et l'*Encyclopédie des sciences philosophiques*, la double objectivation systématique dans la nature puis dans l'esprit. De la sorte, la théorie de la vie est pour Hegel déployée en deux lieux du système, dans la science de la logique, et dans la philosophie de la nature, qui étudie comment l'Idée exposée dans la science le logique se réalise une première fois, comme « nature ». Cette seconde occurrence de la vie dans le système entier est saisie à partir de ce que les sciences naturelles disent de la vie, et c'est là où les physiologistes comme Haller, Tiedemann, Zimmermann, Bichat, Treviranus sont amplement cités et discutés (en particulier dans les *Zusätze*, ces Additions qui proviennent de l'exposé oral de l'*Encyclopédie* par Hegel lors de ses Leçons).

Conceptuellement, la vie pour Hegel dans la logique est, si l'on reprend sa terminologie, le moment qui médiatise le concept en tant qu'il est en-soi avec le moment où il se saisit lui-même pour-soi. Dans une langue moins hégélienne, cela signifie que ce qui est, en tant qu'il est, ne se sait pas être ; tandis que lorsqu'il est pour soi, l'être se pense, et saisit le concept de ce qu'il est. Le fait, pour l'être immédiat, de ne pas être pour soi ce qu'il est en soi – puisque pour soi il n'est rien – entame le processus dialectique dont la Logique est le cours. La vie est alors le moment où le concept cesse d'être purement en soi, comme être immédiat, et se rapporte en quelque sorte à lui-même, elle est « le concept parvenu à sa manifestation. » (*Encyclopédie* §251). Tous les motifs de l'autonomie, de l'indépendance relative de la vie par rapport à l'extérieur, s'inscrivent ici.

Pour Hegel, la téléologie, qui est la logique propre de la vie, ne s'oppose pas tant à la chimie qu'elle en est la vérité – selon le motif logique de la dialectique, à savoir : l'incomplétude de x , sa non-égalité à lui-même, fait qu'il n'est pas pour-soi ce qu'il est en-soi, si bien que sa vérité est autre chose que ce qu'il est ; il devient donc

programme téléomécaniste qu'il identifiait. Ainsi Lenoir interprète par exemple le *Bildungstrieb* de Blumenbach, ou plus tard la *Lebenskraft* de Berzelius comme une force émergeant de l'organisation matérielle des éléments plutôt que comme la cause de l'organisation vitale. Dans la continuité de Richards (2000) et Zammito (2012) qui ont au contraire insisté sur le fait que le *Bildungstrieb* n'émergeait pas de l'organisation mais en était au contraire la cause, il nous semble que les chimistes organiques ont fait un usage abondant des forces vitales dans un sens réaliste fort, comme Claude Bernard l'avait lui-même remarqué dans les *Leçons* (voir p. 225). Liebig par exemple explique dans son *Traité de chimie organique* (1840) que celle-ci « traite des matières qui se produisent dans les organes sous l'influence de la force vitale ».

nécessairement quelque chose d'autre, qui était, en-soi, sa propre vérité. Qu'est-ce à dire ? La relation initiale, dans la nature, est le mécanisme physique : deux corps interagissent quels qu'ils soient, sans que ce qu'est l'un, dans cette relation, ne soit déterminant pour la définition de ce qu'est l'autre. Par exemple dans la gravité tous les corps s'attirent, peu importe leur constitution. Or la chimie nous montre un ensemble de relations et d'interactions telles que x et y , s'ils interagissent, ne sont pas quelconques : le motif de l'affinité chimique, par exemple, nous enseigne que l'interaction chimique n'a lieu qu'entre des corps spécifiques. Cette idée de spécificité introduit un nouveau type de relation, distinct du mécanisme : dans la relation chimique, chaque corps en quelque sorte détermine ce qui peut être en relation avec lui. Autrement dit, selon Hegel, au fond de cette relation chimique il y a l'idée que A et B peuvent être en relation si et seulement si A est pour B et B est pour A ; il y a déjà là une notion implicite de téléologie. La téléologie biologique, si elle semble nier la chimie – par exemple, en présentant des phénomènes apparemment chimiquement inexplicables – procède en réalité de la chimie puisque la téléologie est la vérité du chimisme⁹³².

La vie est donc l'unification de ces opposés qui, dans le mécanique et le chimique, restaient séparés : l'extérieur et l'intérieur de l'organisme se définissent l'un l'autre, la matière non vivante extérieure est à la fois cause et effet du vivant, etc. La vie est « l'unification des opposés en général, pas seulement de l'opposition du concept et de la réalité. La vie est là où l'intérieur et extérieur, cause et effet, fin et moyen, sujet et objet etc. (...) sont un et le même. » (*Encyclopédie*, Addition §337).

Tel est le développement que présente la *Science de la Logique*. Philosophiquement, indépendamment de l'idiome spécifiquement hégélien, il s'accorderait avec la notion de téléochimisme que nous avons construite sur la base de l'analyse du milieu intérieur selon Claude Bernard.

La philosophie de la nature de l'*Encyclopédie* considère alors, à partir des sciences de la nature, ce procès logique de la vie. Du mécanisme, purement abstrait – indifférence des x en interaction mécanique les uns envers les autres – à la vie elle-même, selon laquelle les entités vivantes entretiennent des relations spécifiques et

⁹³² Sur le rôle de la négation et du négatif dans l'idée hégélienne de téléologie, qui lui permet de penser la téléologie biologique d'une manière distincte de Kant, et de soutenir que la vie est intrinsèquement téléologique, voir Michelinini F. (2012).

téléologiques, en passant par la chimie et les relations spécifiques, cette philosophie de la nature présente des moments de plus en plus individualisés et concrets. On est aussi dans une progression de ce qui est purement en-soi ce qu'il est – le mécanisme, selon lequel des corps suivent des lois qui sont leur essence mais qu'ils ne posent pas – vers ce qui est pour soi ce qu'il est – les vivants, qui jusqu'à un certain point se déterminent eux-mêmes. Evidemment, selon cette progression, le terme logique est l'esprit, qui se pose à lui-même ses lois et se saisit pour soi de ce qu'il est en soi; mais là, selon Hegel, on sort de la philosophie de la nature.

Pour ce qui nous concerne, la conceptualité hégélienne du vivant, au-delà même de cette dialectique de la chimie et de la téléologie, paraît philosophiquement capturer quelque chose de la notion d'organisation biologique telle que nous l'avons vue s'élaborer autour de l'analyse de la nutrition indirecte. Trois points essentiels de la pensée hégélienne de la vie s'accordent en effet conceptuellement avec ce qui se jouera dans le travail des biologistes entre Dumas ou Liebig et Claude Bernard.

i. La pensée de l'individu comme processus plutôt qu'entité

Dans les chapitres sur la vie, le vivant est d'abord un processus en lui-même (« l'individu vivant » est le titre de cette première section), puis processus de rapport à son opposé – ce que la *Science de la Logique* saisit abstraitement comme « processus vital » et qui dans la *Philosophie de la nature* s'objective, précisément, comme « assimilation » – et enfin « processus du genre », par lequel l'individu vivant se reproduit et meurt et laisse advenir en quelque sorte l'universel (l'espèce) auquel il est par principe inégal (en tant qu'étant un particulier). Fondamentalement, le vivant est donc processus, comme le dit Hegel dans une formule remarquable : « il n'est qu'en se faisant ce qu'il est » (*Encyclopédie*, §351). De fait l'argument philosophique de Hegel annonce déjà, du dedans du système hégélien, la critique bernardienne de la statique chimique au profit d'une chimie dynamique, et encore plus profondément, l'idée de processus de maintien de soi par, en particulier, la nutrition (que Hegel dénomme ici « assimilation »). D'ailleurs Hegel critique radicalement la statique chimique, par exemple Lavoisier, au motif que justement elle ne saurait saisir les opérations proprement vitales mais seulement leurs produits qui ne le sont plus.

ii. Assimilation

L'insistance sur l'assimilation – soit, pour nous, la nutrition – en tant qu'elle est le processus même par lequel le vivant s'affirme comme tel dans son rapport à son Autre, en dégageant celui-ci comme en soi le Même que lui. C'est pourquoi le processus d'assimilation, dans les trois processus du vivant recensés dans le chapitre qui décrit la logique de la vie dans la *Philosophie de la nature*, est le processus médiatisant la forme individuelle et le genre.

Hegel reconnaît cette prééminence de la nutrition :

« le point essentiel ici est le processus de la nutrition. L'être organisé entre en conflit avec l'être inorganique, le nie et le pose comme identique à lui-même. Dans ce rapport immédiat de l'être organique et de l'être inorganique, l'action de l'être organique consiste, pour ainsi dire, à fondre d'une manière immédiate l'être inorganique dans le fluide organique. (...) Le processus de la nutrition n'est autre chose que cette transformation de la nature inorganique en cette nature organique qui appartient au sujet. » (Addition au §365)

Le vivant n'ingère pas, il transforme l'autre en lui-même ; ou encore, il est le processus de rendre l'Autre le Même, et de ce fait, « la vie a son Autre à même elle-même, elle est une totalité circulaire en soi, ou fin à soi-même (*Selbstzweck*). » (*Encyclopédie* §337 Addition). Philosophiquement, c'est l'identité de la vie et de son Autre, soit le fait que la vie est la vérité de la chimie, qui explique que le vivant se subordonne sans cesse le non-vivant et le rend semblable à lui.

« La nature inorganique qui est soumise par le vivant endure cela parce qu'elle est en soi la même chose que la vie est pour soi. Dans l'Autre, le vivant ne s'unit qu'à lui-même. »⁹³³

La *Science de la logique* l'énonce en termes de réalisation de la subjectivité : « l'individu s'approprie l'objet, de telle sorte qu'il lui ôte sa disposition propre, fait de lui son moyen et lui donne pour substance sa subjectivité. »⁹³⁴

⁹³³ *Encyclopédie*, §218 Addition

⁹³⁴ *Science de la logique*, III, t. 2; section 3, ch.1, B, p.425

L'assimilation n'est donc pas un processus passif, ni une transformation simplement mécanique ou chimique, comme Hegel en commentant les expériences de Spallanzani sur la digestion entend le montrer⁹³⁵ – mais un processus par lequel l'organisme engage la réalisation de sa propre essence, pour ainsi dire : par la digestion et l'assimilation, il vise à réaliser sa propre identité. Ce que Spallanzani a « établi expérimentalement » en effet c'est que

« le moment essentiel dans la digestion c'est l'action immédiate de la vie en tant que puissance qui domine l'objet inorganique, objet qu'elle présuppose seulement comme élément qui la sollicite, avec lequel elle est virtuellement identique, mais dont elle constitue en même temps l'existence idéale et absolue. »⁹³⁶

La relation de l'organisme et du chimique contraste donc avec la simple opposition qu'établissait Stahl, parce qu'il s'agit ici de comprendre comment en soi le vivant est la résolution de cette opposition.

« Le conflit mécanique et chimique de ses membres (de l'individu) avec les choses extérieures est un moment objectif de lui. Le mécanique et le chimique est ce par quoi commence la dissolution du corps. Comme la vie est la vérité de ces processus, et du même coup, entendue comme vivant, est l'existence de cette vérité et la puissance de ces mêmes processus, elle s'en saisit, les pénètre comme leur universalité, et leur produit est parfaitement déterminé par cette même vie. »⁹³⁷

A partir de là, Hegel pense exactement ce qui était en jeu dans la conception bernardienne du double mouvement d'assimilation – désassimilation, de l'unité de l'analyse et de la synthèse :

« Le corps vivant est toujours à même de passer dans le procès chimique: matières acides, eau, sel, veulent toujours s'avancer, mais sont toujours supprimées, et c'est seulement dans la mort et la maladie que le procès chimique peut se faire valoir. Le vivant est

⁹³⁵ Voir Spallanzani (1893).

⁹³⁶ *Encyclopédie*, §365

⁹³⁷ *Science de la logique*, III, t. 2; section 3, ch.1, B, p. 426

toujours en danger, a toujours l'Autre à même lui, mais supporte cette contradiction, ce que l'inorganique ne peut pas. »⁹³⁸

Le processus de l'assimilation est en effet double, et ses deux moments logiquement distincts sont absolument solidaires ; Hegel les pense logiquement ainsi, comme répulsion et reproduction :

« Il y a là une double détermination, en ce sens que, d'un côté, l'organisme repousse de lui l'activité qu'il a engagée dans son conflit avec l'extériorité de l'objet et que, de l'autre, en devenant immédiatement identique avec cette activité réfléchie, il se reproduit lui-même dans ce moyen. Par là le processus vers le dehors se trouve transformé en le premier processus, en le processus formel de la simple reproduction de l'animal par lui-même et de son identité réfléchie avec lui-même. »⁹³⁹

Cette dualité est fondamentale et correspond assez précisément au double mouvement que repère Bernard et qui deviendra l'idée de métabolisme : « l'organisme, tout en s'engageant dans l'objet extérieur, revient sur lui-même. Cette négation de l'activité suivant le dehors a cette double signification, à savoir : d'un côté l'organisme repousse de lui-même son activité dirigée contre l'être inorganique, et se pose comme immédiatement identique à lui-même, et de l'autre côté il se reproduit dans cette conservation de lui-même. »⁹⁴⁰ Or l'exemple que donne Hegel, qui est davantage qu'un exemple et propose plutôt l'instanciation exacte de cette notion, est justement la digestion :

« La notion de digestion consiste en ceci qu'après avoir posé par sa médiation ce qu'il contient virtuellement (c'est son triomphe sur les aliments qui tombent dans l'atmosphère de la vie) à l'être organique se saisit maintenant de lui-même dans la conclusion où il est revenu sur lui-même en se dégageant de l'opposition »⁹⁴¹

⁹³⁸ *Encyclopédie* §337 Addition.

⁹³⁹ §365, nous soulignons.

⁹⁴⁰ §366.

⁹⁴¹ *Encyclopédie*, § 366.

Voilà qui fournit une attestation nouvelle de ce lien que nous avons voulu montrer entre l'étude de la digestion et de la nutrition, et la conquête théorique de ce que nous avons nommé l'espace du métabolisme, tout en rendant plus plausible encore que le système hégélien contient des ressources réelles pour penser philosophiquement ce qui s'est joué là.

L'assimilation est donc toujours double ; l'organisme assimile, rend l'extérieur égal à lui-même, et dans le même temps, se sépare de lui-même sur le mode de l'excrétion, en produisant quelque chose d'inorganique qui pourtant garde la trace de lui-même. Le paragraphe consacré à l'excrétion ramasse ces conceptions :

« La conclusion du processus de l'assimilation est l'excrétion, qui est la répulsion abstraite de lui-même par laquelle l'animal constitue sa propre externalité. En tant que l'animal se convertit seulement dans un être extérieur, cette externalité est inorganique; c'est un autre abstrait, qui n'est pas identique à l'animal. Ainsi en séparant soi-même de soi-même, l'organisme exprime sa répulsion pour son manque de consistance en soi; il le fait, en abandonnant la lutte et en se débarrassant lui-même de la bile qu'il a déchargée. Par conséquent la signification des excréments est simplement que à travers eux l'organisme reconnaît son erreur, et se débarrasse de son interaction avec les choses extérieures. Ceci est confirmé par la composition chimique, des excréments. Le moment de l'excrétion est usuellement regardé comme rien que la nécessaire évacuation de matériaux inutiles et inutilisables. L'animal n'a pas besoin d'avoir ingéré quoi que ce soit d'inutile et d'inutilisable pourtant, et même s'il existe quelque chose comme une matière indigestible, la matière évacuée dans les excréments est ou bien principalement assimilée, ou consiste en ce qui est ajouté par l'organisme lui-même aux matériaux ingérés, c'est-à-dire la bile, qui a la fonction de se combiner avec les victuailles. »

L'excrétion fait donc partie intégrante du processus d'assimilation ; elle retourne à l'extérieur, à l'autre, à l'inorganique mais en gardant la marque de l'organisme, exactement comme dans la Logique hégélienne la négation de la négation n'est pas simplement une affirmation indéterminée égale à l'affirmation initiale, mais est spécifiée par la négation qu'elle vient nier. Le processus vital, et exemplairement le processus

d'assimilation dont on a vu le rôle essentiel pour comprendre la vitalité, est essentiellement une dialectique.

iii. Autonomie

La notion résultante *d'autonomie*. Le vivant pour Hegel dépend chimiquement du reste, il est d'ailleurs chimiquement le même que le reste, mais il est l'action de le transformer en lui-même. Conceptuellement, l'opposition de l'indépendance et de la dépendance, de la détermination par l'extérieur et de la spontanéité, est surmontée par ce que Hegel nomme l'individualité vitale et son processus. Du fait que l'activité du processus de l'organisme transforme l'objet en le même que lui-même, note Hegel, ce processus, pourtant d'essence chimique (procédant par fluides comme la lymphe ou la bile, et chaleur) devient d'une autre nature, devient le même que lui-même, un processus proprement biologique :

« Le syllogisme de l'être organique n'est pas le syllogisme de la finalité extérieure, parce que l'organisme ne se borne pas à diriger son activité et sa forme sur l'objet extérieur, mais il fait son propre objet de ce processus qui, à cause de son extériorité, était sur le point de tomber dans la sphère de la nature mécanique et chimique. »⁹⁴²

C'est exactement ce que la notion de « milieu intérieur » tente de penser dans le cadre de la physiologie expérimentale : une dépendance et une identité qui est en même temps un découplage⁹⁴³.

⁹⁴² *Encyclopédie*, §365

⁹⁴³ Bien entendu, on ne saurait égaler Hegel et Claude Bernard pour ce qui est de la physiologie. Du point de vue de la science positive qui serait explicitement de celui de Claude Bernard, bien des affirmations de Hegel sur la physiologie apparaîtraient naïves. Toutefois il nous semble qu'en termes de cadre philosophique pour penser l'enjeu des notions de milieu intérieur et de nutrition indirecte, et l'espace du métabolisme dont nous parlions, la pensée de Hegel doit être considérée. Sur ce dernier point, la notion d'autonomie dans la biologie et l'idée hégélienne de vie on consultera Michelini, Wunsch et Stederth (2018).

7.2.3 Conclusion

Dans « Le tout et la partie dans la pensée biologique » Canguilhem écrivait que l'on « serait mal fondé à dire que Cl. Bernard a ignoré le prestige romantique du concept d'organisme, au moment même où il mettait au point les techniques expérimentales et explicitait les idées qui lui permettaient de rompre, sur le terrain de la biologie, le cercle logique du tout et de la partie. »⁹⁴⁴ Parmi ces idées, nous souhaiterions ajouter, figurait en premier lieu l'espace du métabolisme : ce métabolisme par lequel la vie organique se réconciliait avec elle-même dans l'uniformité de ses processus, et au sein duquel l'individu biologique pouvait maintenir son autonomie vis-à-vis des conditions cosmiques malgré et en vertu des échanges qu'il entretient avec son environnement. C'est un tel espace conceptuel que nous avons cherché à circonscrire dans ce chapitre. Et si nous avons relevé à plusieurs reprises la méfiance toute bernardienne vis-à-vis d'un vitalisme que nous qualifierions de « réaliste », nous avons cependant voulu montrer que, dans cet espace du métabolisme, la physiologie de Bernard avait parallèlement esquissé les contours d'un concept d'organisme.

À propos du métabolisme, nous avons en effet préféré parler d'espace du concept, plutôt que du concept lui-même, puisqu'on sait, comme Holmes l'a montré⁹⁴⁵, que le métabolisme n'en viendrait à désigner un ensemble de mécanismes et un programme de recherche que des décennies plus tard : si bien que la constitution d'un problème proprement biologique – soit l'élucidation des lois chimiques de l'organisation vitale et de la transformation de la matière alimentaire en tissus vivants – anticipait en quelque sorte l'apparition du mot et de la discipline qui devaient par suite le prendre en charge.

Nous avons voulu montrer que la construction de ce problème biologique et de cet espace du concept de métabolisme avait comme déployé au sein de l'organisme une dimension nouvelle d'autonomie. Or cette autonomie de l'organisme (que l'on a principalement saisie chez Bernard comme la constitution d'un « milieu intérieur ») ne se réalisait pas aux dépens du chimique, elle n'était pas conférée par un centre organisateur, une subjectivité ou une force immatérielle, mais n'était construite qu'au

⁹⁴⁴ Canguilhem (2002), pp. 327-328.

⁹⁴⁵ Holmes (1992).

moyen des déterminismes chimiques qui soutenaient les phases complémentaires de l'activité vitale.

L'espace du métabolisme représentait ainsi le corps vivant comme ce corps dont les échanges avec le milieu lui permettaient précisément d'acquiescer vis-à-vis de lui une certaine autonomie et une individualité. Loin donc de dissoudre l'organisme dans le monde, en faisant du corps un simple agrégat des aliments ingérés, la nutrition puis le métabolisme indiquaient plutôt la voie par laquelle il construisait ses propres frontières, et son propre milieu – si bien que le célèbre adage repris par Feuerbach, « l'homme est ce qu'il mange », ne devait plus indiquer la confusion du corps et du monde mais au contraire cette annulation de l'aliment par l'alimenté.



CONCLUSION. CRISE DU METABOLISME ?

L'ouverture d'un espace

Ce travail était consacré à déplier une histoire des conditions conceptuelles de la constitution de la biologie à partir du fil conducteur de la nutrition, fil conducteur qui nous permettait dans le même mouvement d'explorer l'espace des relations entre la vie et la chimie. Tandis que nous avons explicitement assumé ce décalage par rapport aux histoires souvent centrées sur le problème de la génération, nous avons néanmoins mobilisé le couple épigénèse/préformation, qui devait constituer le véritable opérateur de la plupart de nos analyses. Nous avons de fait choisi d'étendre la signification de ces concepts à des enjeux où on ne les convoque pas d'habitude – soit la nutrition – afin de mettre en évidence la centralité proprement biologique des problèmes soulevés par le rapport du vivant à son aliment. Un tel choix nous a d'abord permis, stratégiquement, de révéler que la nutrition n'avait une moindre dignité que la génération au regard de la question de l'organisation biologique, mais surtout de montrer que l'on devait en réalité penser épistémologiquement la génération sous la juridiction de la nutrition et de la digestion.

Alors que la doxa, y compris chez les auteurs que nous avons étudiés, paraît opposer le mécanique et le vivant, une des leçons de notre travail tient plutôt au rôle-

clef de la chimie, ou plutôt des chimies. Au fond l'histoire de la nutrition, c'est plutôt l'histoire qui remplace le rapport de la médecine à une chimie plus ou moins paracelsienne par le rapport de la biologie à une chimie toute différente, post-lavoisierienne. L'antinomie de la biologie selon laquelle elle se constituait comme discipline à mesure que s'effaçait la frontière qui avait auparavant permis de saisir la spécificité de son objet, se lit ainsi à travers les entrelacs de ses relations avec les sciences de l'inerte. Mouvement certes inachevé au moment où nous avons laissé notre histoire, mais qui devait ensuite prospérer de telle sorte que Canguilhem pouvait dire que « paradoxalement, c'est au moment où la biologie a soumis complètement ses objets à la juridiction des physiiciens et des chimistes que se trouve fondée rationnellement l'originalité de ses objets. »⁹⁴⁶

Prendre la nutrition comme fil directeur c'est donc interroger le rapport de la vie à ses conditions chimiques d'existence, et confronter les manières dont ces relations se sont nouées dans l'histoire. C'est, plus fondamentalement, interroger le rapport de la vie à elle-même, dans l'espace des relations qu'elle entretient avec le chimique. Nous avons ainsi déterminé les conditions sous lesquelles une théorie de la nutrition-réparation soutenant une conception agonistique de la vie – dans laquelle la vie s'oppose à la mort et où le chimique ne renvoie jamais qu'à l'horizon de sa décomposition –, fut remplacée par une intuition de la nutrition comme processus dialectique, soutenant une conception de la vie dans laquelle l'instabilité chimique – composition et décomposition – n'est plus un signe de la précarité vitale mais une condition de la vie.

Prendre la nutrition comme fil directeur, c'est également affronter le problème de l'émergence dans le monde biologique : émergence de la vie, émergence de l'organisation vitale, émergence de la pensée – si nous tenons compte des transferts métaphoriques nombreux dont la digestion, l'assimilation et la nutrition ont été les supports. Ainsi Cabanis pouvait-il concevoir la « sécrétion » de la pensée à partir de la digestion : « le cerveau en quelque sorte digère les impressions ; il fait organiquement la sécrétion de la pensée. »⁹⁴⁷ Car ce qui se joue dans la nutrition, à travers ce double

⁹⁴⁶ Canguilhem (1993), p. 134.

⁹⁴⁷ Cabanis (1802), II, 7, pp. 196 : « Pour se faire une idée juste des opérations dont résulte la pensée, il faut considérer le cerveau comme un organe particulier, destiné à la produire ; de même que l'estomac et les intestins à opérer la digestion, le foie à filtrer la bile, les parotides et

mouvement de création / destruction, synthèse / analyse, anabolisme / catabolisme, c'est la possibilité pour les organismes d'être des opérateurs de synthèses – et, derrière cette possibilité, se pose la question du rapport et de l'articulation entre les propriétés des niveaux supérieurs d'organisation et les celles de leurs composants matériels. Il nous semble à ce titre que la nutrition a été comprise comme schème émergentiste, sans que le mot fût employé.

Prendre la nutrition comme fil directeur c'est également proposer une autre histoire de la constitution de la biologie, dans laquelle la nutrition joue un rôle d'unificateur de la discipline. C'est en effet, comme nous l'avons montré, à la faveur des études sur la nutrition qu'une réunification du vivant, sur la base d'une réunification du travail chimique de la vie, fut opérée. Vie végétale et vie animale, synthèse et analyse, composition et décomposition – ces distinctions qui ont longtemps servi de principe à la désunité de la biologie naissante se trouvèrent réunies par la nutrition qui les avait séparées à la fin du 18^e siècle. Aussi, à côté de la théorie cellulaire⁹⁴⁸, de la théorie de l'évolution et de la biologie moléculaire, entendue comme théorie de l'unité matérielle des êtres vivants, dans lesquelles Jean Gayon identifiait trois « modèles schématiques puissants », trois « théories unificatrices des êtres et des phénomènes vivants (...) absolument sans précédent dans l'histoire des sciences »⁹⁴⁹, il nous semble qu'il faille intégrer la nutrition ou plus exactement le métabolisme comme schème unificateur de la vie.

Prendre la nutrition comme fil directeur, c'est enfin se décentrer par rapport à une histoire de la biologie polarisée autour du concept d'organisme, compris comme totalité structurelle fonctionnellement intégrée, pour retrouver l'organisme comme concept désignant l'individualité biologique autonome, concept sous-tendu par le déploiement d'un schème nutritif et métabolique. Or le métabolisme par lequel l'individualité biologique s'est construite contribue, depuis une dizaine d'années, à en redessiner les frontières. En effet, si métabolisme, épigénéticité, auto-organisation

les glandes maxillaires et sublinguales à préparer les sucs salivaires. Les impressions, en arrivant au cerveau, le font entrer en activité ; comme les aliments en tombant dans l'estomac, l'excitent à la sécrétion plus abondante du suc gastrique et aux mouvements qui favorisent leur propre dissolution (...) Nous concluons avec la même certitude que le cerveau digère en quelque sorte les impressions ; qu'il fait organiquement la sécrétion de la pensée. »

⁹⁴⁸ Duchesneau (1987) a montré comment la théorie cellulaire devait être considérée comme fondatrice et unificatrice pour la biologie au 19^e siècle.

⁹⁴⁹ Gayon (2008).

semblaient nouer une figure conceptuelle où l'identité à soi du vivant pouvait se saisir et se dire, comme émergente vis-à-vis du monde chimique, de nouvelles avancées de la biologie, dans le domaine de la microbiologie, de la génomique comme de la biologie évolutive des symbioses, remettent en cause cette figure qui semblait égarer identité, autonomie et clôture sur soi.

Pour finir, nous voudrions donc ouvrir notre réflexion à cette perspective plus contemporaine, et montrer comment notre étude peut éclairer cette crise du métabolisme et de l'organisme puisqu'il nous semble que prendre en compte les strates historiques de signification qui ont constitué le concept de métabolisme doit en retour permettre de comprendre ce qui est conceptuellement problématique dans la notion dominante d'identité biologique lorsque surgissent les questions relatives au microbiote ou à la contribution d'entités hétérospécifiques pour l'individualité biologique.

Une nouvelle frontière ?

Reprenons donc les choses de manière la plus générale : donner un sens au concept d'identité biologique signifie deux choses : expliquer comment X est identique à lui-même dans le sens où il s'agit de X et non de Y et peut donc être conséquemment distingué de n'importe quel Y ; expliquer comment X peut être identifié en tant que X dans différents contextes et intervalles de temps (Wiggins 2001, Snowdown 1995).

Concernant le problème de l'identité biologique, la première question a souvent été formulée autour du concept général d'information et s'est centrée au cours des dernières décennies sur des récits qui mettent les gènes et les génomes au premier plan ; la seconde question mobilise souvent le concept de métabolisme, car celui-ci englobe l'ensemble des processus par lesquels les organismes individuels conservent leur identité au fil du temps. Ainsi, on a souvent proposé que les modèles de la vie se divisent en deux familles, celles qui privilégient les répliqueurs, les gènes, l'information et l'hérédité – et celles qui privilégient le métabolisme (Dupré et O'Malley 2009).

Le métabolisme nous est en effet apparu comme ce processus par lequel le corps vivant ingère une matière externe, possiblement inorganique, et la transforme en sa propre substance ; réciproquement, métaboliser implique de transformer des

substances étrangères en une matière vivante propre à un individu ayant une identité génétique donnée. Nous avons déterminé que l'espace conceptuel du métabolisme était apparu au milieu du 19^e siècle en opposition à une conception du maintien de l'identité comme assimilation directe, à savoir ce processus par lequel les organismes intègrent directement à leur texture organique les constituants organiques élémentaires des aliments qu'ils absorbent. L'émergence de cet espace conceptuel nous est apparu avoir fourni à la biologie une conception des organismes comme individus autonomes, capables de s'auto-organiser et de se maintenir dans une grande variété de contextes. Ultimement, le « métabolisme » devait intégrer les mécanismes permettant de soutenir, dans les organismes, les activités de régulation ainsi que le maintien de l'identité dans le temps à différents niveaux d'intégration (organismes, organes, tissus, cellules, voies chimiques). Le métabolisme permettait donc en un sens de relier la spécificité des organismes à leurs conditions chimiques d'existence, et déterminait un schème à partir duquel la spécificité des organismes, à savoir leur auto-production et leur auto-conservation, pouvait être appréhendée de manière naturaliste.

Or les deux dernières décennies ont été marquées par des avancées théoriques qui viennent ébranler ce schème. La reconnaissance de l'étendue de l'imbrication entre les bactéries symbiotiques et les organismes a mené à de nouvelles découvertes comme le concept d'holobionte (Zilber-Rosenberg et Rosenberg 2001) – à savoir, l'ensemble des hôtes et des microbes, censé être une unité des processus évolutionnaires et du fonctionnement physiologique. En ce qui concerne l'identité, cela signifie que le génome d'un organisme, bien qu'essentiel à sa vie, comme on l'a souvent prétendu, n'est pas seulement le génome de l'hôte. De plus, le microbiote – en particulier le microbiote intestinal – participe à de nombreux processus métaboliques, dont certaines fonctions d'assimilation (Nicholson et al. 2012, Rowland et al. 2018).

Nous nous rendons maintenant compte de l'étendue de l'imbrication entre les bactéries symbiotiques et les organismes. Diverses fonctions chez les animaux et les plantes sont assurées par des symbiotes ou des mutualistes d'espèces différentes : les termites utilisent des bactéries pour digérer la cellulose (Breznak et al 1994), les processus de cicatrisation chez les mammifères sont dus aux symbiotes, et très probablement l'origine du placenta chez les mammifères est due à une symbiose avec un virus (Duretant et al 2004). Même si le rôle du microbiome dans la physiologie et le développement est largement reconnu, il n'y a pas encore de consensus sur l'impact

qu'il devrait avoir sur nos conceptions de l'identité biologique et son maintien (p. ex. Bordenstein et Theis (2015), contre Moran et Sloan (2015)).

Ainsi, tout compte-rendu de l'identité biologique se heurte maintenant à une tension entre la référence traditionnelle au métabolisme et la prise de conscience récente de l'importance de l'implication du microbiote dans les fonctions vitales. Le métabolisme concerne en effet les processus par lesquels la matière étrangère est transformée en matière homogène à l'organisme lui-même ; mais inversement, la contribution du microbiote au maintien de l'organisme est précisément due au fait que la bactérie reste elle-même, donc en quelque sorte hétérogène à l'organisme. Ce contraste entre les deux concepts par lesquels l'identité biologique doit être expliquée est la question philosophique clé qu'un compte rendu actualisé de l'identité biologique devrait aborder. Dans ce contexte récent de reconnaissance du rôle constitutif des bactéries symbiotiques hétérogènes au sein des organismes, les philosophes ont suggéré que l'individualité biologique nécessite une clarification conceptuelle (Gilbert et al 2013, Bouchard et al 2015).

Si l'on devait maintenant cartographier les enjeux d'une réflexion philosophique de l'identité biologique informée par une étude généalogique de la constitution de l'espace conceptuel du métabolisme dans lequel ce problème s'est cristallisé pour la physiologie générale et donc la biologie post-bernardienne, on devrait distinguer ce que nous appellerions la vision égocentrée traditionnelle de l'identité, où l'identité repose sur le métabolisme comme processus justifiant une homogénéité constitutive de l'organisme tout en intégrant des substances étrangères. Il existe théoriquement bien entendu des variétés de cette vision égocentrique, selon qu'elles privilégient la thermodynamique, la chimie organique ou la chimie cinétique comme cadres pour formuler les exigences requises par tout métabolisme, et selon qu'elles se concentrent sur l'intégration dans l'organisme ou l'auto-entretien de la cellule, comme objectifs clés du processus métabolique. A cette vision égoïste, nous opposerions une vision alternative, décentrée, dans laquelle l'identité est le fruit de la coopération et du conflit des organismes de différentes espèces qui composent un organisme – ce que le concept d'holobionte essaye de nommer, mais peut-être en posant davantage de problèmes qu'il n'en résout. Une telle vision intégrerait l'apport théorique de la biologie évolutive des symbioses ou de la métagénomique de l'activité cellulaire, mais on voit bien qu'elle peinerait à rendre compte, précisément, des limites de l'identité, soit les distinctions

entre tous ces microbes, virus, éventuellement insectes, qui contribuent à l'identité d'un vivant donné. Elle semble s'opposer à l'équation traditionnelle entre métabolisme et identité biologique, mais dans le même temps, elle exige sans doute une compréhension renouvelée du métabolisme.

Dans quelle mesure chacun des aspects de la vision égoïste empêche-t-il de faire place à des processus dans lesquels des éléments hétérogènes – à savoir des organismes d'autres espèces, comme les bactéries ou les champignons – remplissent ou contribuent à remplir une fonction vitale ? En particulier, quels aspects des significations complexes du concept de métabolisme sont les plus problématiques pour intégrer le rôle joué par des éléments hétérogènes dans un compte rendu inclusif de l'identité biologique ? Sans doute la différence entre l'intégration et la régulation de l'organisme, et l'auto-entretien de la cellule devrait jouer un rôle majeur ici. Inversement, quels aspects spécifiques du rôle joué par diverses espèces de bactéries dans le microbiote sont les plus difficiles à concilier avec la vision égocentrique de l'identité ? Telles sont les questions qui émergeraient probablement de la prise en compte de cette nouvelle frontière de l'espace du métabolisme que construit, aujourd'hui, la connaissance renouvelée des apports hétérosécifiques dans la construction biologique de l'identité. Comprendre vers où cette histoire de la nutrition, qui était en soi comme une préformation de l'histoire du métabolisme, pourrait s'étendre, constitue le défi philosophique que représente la perception de cette nouvelle frontière.

REFERENCES

Sources

- ARISTOTE. 1990. *Ethique à Nicomaque*. Paris: Vrin.
- . 1999. *Petits traités d'histoire naturelle*. Édité par Pierre-Marie Morel. 1999: Garnier-Flammarion.
- . 2000. *Physique*. Paris: Flammarion.
- . 2007. *Catégories - Sur l'interprétation*. Paris: Flammarion.
- . 2009. [1934]. *De l'Ame*. Paris: Les Belles Lettres.
- . 2011. *Les parties des animaux*. Édité par Pierre Pellegrin. Paris: Garnier-Flammarion.
- . 2013. *De la génération des animaux*. Paris: Les Belles Lettres.
- . 2015. *Marche des animaux - Mouvement des animaux*. Paris: Les Belles Lettres.
- ARRIAGA, Rodrigo de. 1632. *Cursus philosophicus auctore R. P. Roderico de Arriaga,...* Antverpiae: ex officina Plantiniana B. Moreti.
- ASTRUC, Jean. 1711. *Sur la cause de la digestion. Séance de la Société royale des Sciences de Montpellier*. Comptes rendus de la Société royale des Sciences de Montpellier. Montpellier: H. Pech.
- . 1714. *Traité de la cause de la digestion, ou l'on réfute le nouveau système de trituration & du broiement. Et où l'on prouve que les alimens sont digerez & convertis en chile, par une véritable fermentation*. Par Me Jean Astruc, de la Société royale des sciences, conseiller & médecin du Roi, docteur régent de la faculté de médecine de Toulouse & professeur roial d'anatomie & de chirurgie. Toulouse.

- AUGUSTIN. 1972. *Œuvres de saint Augustin*. Édité par Paul Agaësse et Aimé Solignac. Paris, France: Desclée De Brouwer.
- BACON, Francis. 2000. [1605]. *The advancement of learning*. Oxford: Clarendon Press.
- BAGLIVI, Giorgio. 1696. *Georgii Baglivi ... De praxi medica ad priscam observandi rationem revocanda. Libri duo. Accedunt Dissertationes novae*. Romae, Italie: typis Dominici Antonii Herculis, sumptibus Caesaretti bibliop.
- . 1723. *The Practise of Physick*. London.
- BARRAS, Jean Pierre Tobie. 1827. *Traité sur les gastralgies et les entéralgies: ou maladies nerveuses de l'estomac et des intestins*. Paris, France: Béchét jeune.
- BARTHEZ, Paul-Joseph. 1801. *Discours sur le génie d'Hippocrate*. Montpellier: impr. de Tournel.
- . 1806. *Nouveaux élémens de la science de l'homme*. Édité par Jean-Antoine Chaptal et Claude Brunot-Labbe. Seconde édition revue, Et considérablement augmentée. A Paris: chez Goujon, libraire et Brunot, libraire.
- BEAUMONT, William. 1833. *Experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion*. Plattsburgh: F. G. Allen.
- BECHAMP, Antoine. 1883. *Les microzymas dans leurs rapports avec l'hétérogénie, l'histogénie, la physiologie et la pathologie examen de la panspermie atmosphérique continue ou discontinue, morbifère ou non morbifère*. Paris: J. B. Baillière et fils.
- BERGMAN, Torbern. 1788. *Traité Des Affinités Chymiques, Ou Attractions Électives. Avec Planches Traduit du Latin, sur la dernière Édition de Bergman*. Augmenté d'un Supplément & de Notes. Édité par François Buisson et Claude Simon. A Paris, Chez Buisson, Libraire, Hôtel de Mesgrigny, rue des Poitevins, N°. 13.
- BERGSON, Henri. 1938. *La pensée et le mouvant. Essais et conférences*. Paris: Presses universitaires de France.
- . 2012. *La philosophie de Claude Bernard*. Édité par Frédéric Worms et Arnaud François. Quadrige. Paris: PUF.
- . 2013. *L'évolution créatrice*. 12e édition. Quadrige. Paris: Presses universitaires de France.
- BERNARD, Claude. 1843. « Du suc gastrique et de son rôle dans la nutrition ». Thèse de médecine de Paris n° 242.
- . 1848. « De l'origine du sucre dans l'économie animale ». *Archives générales de médecine* 18: 303-19.

- . 1850a. « De l'assimilation du sucre de canne ». *Comptes rendus des séances de la Société de biologie et de ses filiales* 1: 114-15.
- . 1850b. « Présence du sucre dans les matières vomies par un diabétique ». *Comptes rendus des séances de la Société de biologie et de ses filiales* 1: 4-5.
- . 1850c. « Propriété du suc contenu dans l'intestin ». *Comptes rendus des séances de la Société de biologie et de ses filiales* 1: 101-2.
- . 1853. *Nouvelle fonction du foie, considéré comme organe producteur de matière sucrée chez l'homme et les animaux*. Paris: J.-B. Baillière.
- . 1856. *Mémoire sur le pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses neutres*. Paris: J.-B. Baillière.
- . 1858. « Nouvelles recherches expérimentales sur les phénomènes glycogéniques du foie ». *Mémoires de la Société de biologie et de ses filiales* 2 (4): 1-7.
- . 1865. *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris Londres Madrid: J. B. Baillière et fils H. Baillière C. Bailly-Baillière.
- . 1878. *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. 2 vol. Paris, France: J.-B. Baillière et fils.
- . 1942. *Le cahier rouge*. Édité par Léon Delhoume. Paris: Gallimard.
- . 1952. *Esquisses et notes de travail inédites de Claude Bernard*. Édité par Léon Binet. Paris: Masson.
- . 1965. *Cahier de notes 1850-1860*. Édité par Mirko Dražen Grmek et Robert Courrier. Paris: Gallimard.
- . 1966. *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Édité par Georges Canguilhem. Bibliothèque de textes scientifiques. Paris: J. Vrin.
- . 2003a. *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Edition électronique, Numérisation 2003 de l'édition originale de Paris, Londres, New York chez J.-B. Baillière, 1865. Medic. Paris: BIUM. <http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/medica/cote?31054>.
- . 2003b. *Leçons de physiologie expérimentale appliquée à la médecine faites au Collège de France*. Edition électronique, Numérisation 2003. Medic. Paris: BIUM. <http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/medica/cote?164221>.
- . 2008a. *De la physiologie générale*. Edition électronique : numérisation 2008. Medic. Paris: BIUM. <http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/medica/cote?164221x06>.
- . 2008b. *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris: Flammarion.

- . 2008c. *Leçons sur les propriétés des tissus vivants*. Édité par Emile Alglave. Edition électronique : numérisation 2008. Medic. Paris: BIUM. <http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/medica/cote?extulyonun37549>.
- . 2008d. *Mémoire sur le pancréas et sur le rôle de suc pancréatique les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses neutres avec neuf planches gravées, en partie coloriées*. Edition électronique : numérisation 2008. Medic. Paris: BIUM. <http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/medica/cote?extulyonun37543>.
- . 2008e. *Principes de médecine expérimentale*. Édité par Léon Binet et Léon Delhoume. [2e édition]. Quadrige. Paris: Presses universitaires de France.
- . 2008f. *Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France*. Edition électronique : numérisation 2008. Recueil de rapports sur les progrès des lettres et des sciences en France. Paris: BIUM. <http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/medica/cote?extulyonun10510>.
- . 2009a. *Leçons sur le diabète et la glycogénèse animale*. Édité par Mathias Duval. Edition électronique : numérisation 2009. Medic. Paris: BIUM. <http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/medica/cote?164221x09>.
- . 2009b. *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Edition électronique : numérisation 2009. Cours de physiologie générale du Museum d'histoire naturelle. Paris: BIUM. <http://www.biusante.parisdescartes.fr/histmed/medica/cote?164221x10x02>.
- . 2013. *Du suc gastrique et de son rôle dans la nutrition*. Thèse pour le doctorat en médecine présentée et soutenue à l'École de Médecine de Paris, le 7 décembre 1843. Édité par Faculté des sciences (Paris ; 1806-1896). Lyon: Université Claude Bernard Lyon 1. <http://n2t.net/ark:/47881/m6610xht>.
- BERNARD, Claude, et Charles-Louis Barreswil. 1845. *Sur les phénomènes chimiques de la digestion deuxième mémoire analyse du suc gastrique*. [Paris]: [s. n.].
- BERTHELOT, Marcellin. 1860. *Chimie organique fondée sur la synthèse*. Paris: Mallet-Bachelier.
- BERTHOLLET, Claude-Louis. 1784. « Recherches sur la nature des substances animales et sur leurs rapports avec les substances végétales ». *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, 120-25.
- . 1803. *Essai de statique chimique, par C. L. Berthollet, membre du Sénat conservateur, de l'Institut, etc. Première[-seconde] partie*. Édité par Firmin Didot et Antoine-Louis Guénard Demonville. De l'impr. de Demonville et soeurs. A Paris, rue de Thionville, No 116, chez Firmin Didot, libraire pour les mathématiques, l'architecture, la marine, et les éditions stéréotypes. An X I- 1803.

- BERZELIUS, Jöns Jacob. 1814. « Experiments to determine the definite proportions in which the elements of organic nature are combined ». *Annals of philosophy*, n° 4.
- . 1845. *Traité de chimie minérale, végétale et animale*. Édité par Friedrich Esslinger et Ferdinand Hoefer. 2e édition française. Paris: Firmin-Didot frères.
- BICHAT, Xavier-François-Marie. 1800. *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*. Paris: Béchot.
- . 1801. *Anatomie générale*. 4 vol. Paris: Béchot.
- . 1802. *Traité des membranes en général, et de diverses membranes en particulier*. Édité par Henri Marie Husson. Nouv. éd. Paris: Chez Mme. Veuve Richard Chez le C. Méquignon.
- . 1994. *Recherches physiologiques sur la vie et la mort. Première partie ; Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine: préface, considérations générales ; Discours sur l'étude de la physiologie*. Paris: Flammarion.
- BLAINVILLE, Henri-Marie Ducrotay de. 1822. *De l'organisation des animaux, ou principes d'anatomie comparée*. Édité par François-Laurent-Xavier Levrault et Louis-Toussaint Cellot.
- . 1833. *Cours de physiologie générale et comparée professé à la Faculté des sciences de Paris*. Édité par Henry Hollard. Paris Bruxelles Gand: Germer Baillière Tircher Dujardin.
- BLUMENBACH, Johann Friedrich. 1779. *Handbuch der Naturgeschichte*. Göttingen: Dieterich.
- . 1787. *Institutiones physiologicae ...* Gottingae, Allemagne: Jo. Christ. Dieterich.
- . 1789a. *Über den Bildungstrieb*. Göttingen: Johann Christian Dieterich.
- . 1789b. *Zwo Abhandlungen über die Nutritionskraft welche von der Kayserlichen Academie der Wissenschaften in St. Petersburg den Preis getheilt erhalten haben. Die erste von Herrn Hofrath Blumenbach, die zweite von Herrn Prof. Born. Nebst einer fernern Erläuterung eben derselben Materie, von C. F. Wolff*. St. Petersburg: Kayserl. Akademie der Wissenschaften.
- . 1797. *Institutions physiologiques*. Édité par Jean François Xavier Pignet et J. T. Reymann. A Lyon: chez J. T. Reymann et Cie.
- . 2006. *The correspondence of Johann Friedrich Blumenbach*. Édité par Frank William Peter Dougherty. Brosamen zur Blumenbach-Forschung. Göttingen: Klatt.
- BOERHAAVE, Herman. 1754. *Éléments de chymie, par Herman Boerhaave, traduit du Latin*. Édité par Antoine-Claude Briasson et Laurent Durand. A Paris: Chez Briasson.

- . 1743. *Institutions de médecine de Mr. Herman Boerhaave... avec un commentaire par M. de La Mettrie...* - Seconde édition. 3 vols. A Paris, France: chez Huart : chez Biasson : chez Durand.
- BOISSIER DE SAUVAGES, François, et Carl von Linné. 1770. *Les chefs-d'œuvres de Monsieur de Sauvages ou recueil de dissertations qui ont remporté le prix dans différentes académies. Auxquelles on a joint La nourrice marâtre du Chevalier Linné.* Tome premier [-second]. Édité par Fredericus Lindberg. A Lausanne. Et se vend à Lyon: chez V. Reguilliat, Libraire, Place de Louis le Grand.
- BONNET, Charles. 1760. *Essai analytique sur les facultés de l'ame. Par Charles Bonnet, de la Societé royale d'Angleterre, de l'Academie royale des sciences de Suède, de l'Academie de l'Institut de Bologne, correspondant de l'Academie royale des sciences, & des Societés royales de Montpellier, & de Göttingue.* Danemark.
- . 1762. *Considérations sur les corps organisés.* Amsterdam: chez M.M. Rey.
- . 1769. *La Palingénésie philosophique, ou Idées sur l'état passé et sur l'état futur des êtres vivans.* Tome premier [-second]. Édité par Claude Philibert et Barthélemy Chirol. A Genève, chez Claude Philibert et Barthelemi Chirol.
- . 1779. *Œuvres d'histoire naturelle et de philosophie de Charles Bonnet...* Édité par Samuel Fauche. A Neuchatel: De l'imprimerie de Samuel Fauche, libraire du roi.
- . 1781. *Contemplation de la nature. Œuvres d'histoire naturelle et de philosophie de Charles Bonnet t.4.* Neuchatel: S. Fauche.
- BORDEU, Théophile de. 1751. *Recherches anatomiques sur la position des glandes et sur leur action.* Paris: G.-F. Quillau père.
- . 1752. « An omnes organicae corporis partes digestioni opitulentur ? » Paris: Typis viduae Quillau.
- . 1775. *Recherches sur les maladies chroniques, leurs rapports avec les maladies aiguës, leurs périodes, leur nature : & sur la maniere dont on les traite aux eaux minérales de Bareges, & des autres sources de l'Aquitaine. Tome premier, contenant la théorie générale des maladies, & l'analyse médicinale du sang.* A Paris: chez Ruault, libraire, rue de la Harpe. MDCCLXXV. Avec approbation, & privilège.
- . 1800. *Recherches sur les maladies chroniques.* Paris: Gabon.
- . 1818. *Œuvres complètes de Borden, précédées d'une notice sur sa vie et sur ses ouvrages,* par M. le Chevalier Richerand, Professeur de la Faculté de médecine de Paris, etc. Tome premier. [-II.]. Édité par Anthelme-Balthazar Richerand et Charles-François Caille. A Paris,; chez Caille et Ravier, libraires.
- . 1882. *Recherches sur l'histoire de la médecine.* Nouvelle éd., Et corr. Paris: G. Masson.

- BOURGUET, Louis. 1729. *Lettres philosophiques sur la formation des sels et des cristaux et sur la génération & le mécanisme organique des plantes et des animaux à l'occasion de la pierre belemnite et de la pierre lenticulaire avec un Mémoire sur la théorie de la terre*. A Amsterdam: chez François L'Honoré.
- . 1742. *Traité des Pétrifications*. Paris.
- BROUSSAIS, François-Joseph-Victor. 1821. *Examen des doctrines médicales et des systèmes de nosologie*; Tome premier [-second]. Édité par Augustin-Claude-François Méquignon-Marvis et Louis-Toussaint Cellot. A Paris, chez Méquignon-Marvis, libraire pour la partie de médecine, rue de l'École de médecine, n° 3.
- BROWN, Theodore M. 1974. « From mechanism to vitalism in eighteenth-century English physiology ». *Journal of the History of Biology* 7 (2): 179–216.
- BÜCHNER, Ludwig. 1870. *Force and Matter: Empirico Philosophical Studies, Intelligibly Rendered*. London: [s.n.].
- BUFFON, Georges-Louis Leclerc. 1749-1767. *Histoire naturelle, générale et particulière*. 36 vol. Paris: Impr. Royale.
- BUFFON, Georges-Louis Leclerc. 1774-1789. *Histoire naturelle. Supplément*. 7 vol. Paris: Impr. Royale.
- BUFFON, Georges-Louis Leclerc. 1783-1788. *Histoire naturelle des minéraux*. 5 vol. Paris: Impr. Royale.
- . 2007. *Œuvres complètes*. Édité par Stéphane Schmitt et Cédric Crémère. 10 vol. Paris: Honoré Champion.
- BURDACH, C.F. 1800. *Propädeutik zum Studium der gesammten Heilkunst*. Leipzig: Breitkopf & Härtel.
- CABANIS, Pierre-Jean-Georges. 1802. *Rapports du physique et du moral de l'homme*. Édité par Jean-Baptiste-Nicolas Crapart et Charles-François Caille. A Paris: de l'imprimerie de Crapelet, Chez Crapart, Caille et Ravier, An X.
- CELSE. 1995. *De la médecine Tome I [Livres I et II]*. Paris: Les Belles Lettres.
- CHAMBERS, Robert. 1994. *Vestiges of the natural history of creation and other evolutionary writings*. Chicago: University of Chicago Press.
- CHARLETON, Walter. 1659. *Natural history of nutrition, life, and voluntary motion*. London: Henry Herringman.
- COMTE, Auguste. 1838. *Cours de philosophie positive. Tome troisième. La philosophie chimique et la philosophie biologique*. Paris: Bachelier.

- CULLEN, William. 1773. *Lectures on the materia medica*. London: T. Lowndes.
- CUVIER, Georges. 1797. *Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux*. Édité par Buvry et François-Jean Baudouin. A Paris: Baudouin.
- . 1799. *Leçons d'anatomie comparée de G. Cuvier*. Paris: impr. de Baudouin.
- . 1810. *Rapport historique sur les progrès des sciences naturelles depuis 1789 et sur leur état actuel*, présenté à Sa Majesté l'empereur et roi, en son Conseil d'état, le 6 février 1808, par la Classe des sciences physiques et mathématiques de l'institut, conformément à l'arrêté du gouvernement du 13 ventôse an x. Édité par Académie des sciences (France). Paris: De l'Imprimerie impériale.
- . 1817. *Le règne animal distribué d'après son organisation: pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée*. Bruxelles: Culture et civilisation.
- . 1992. *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes où l'on établit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paraissent avoir détruites discours préliminaire [et mémoire sur l'ibis des anciens Égyptiens]*, 1812. Édité par Pierre Pellegrin. GF 631. Paris: Flammarion.
- CUVIER, Georges, et Christoph Heinrich Pfaff. 1858. *Lettres de Georges Cuvier à C.M. [i.e. C.H.] Pfaff sur l'histoire naturelle, la politique et la littérature, 1788-1792*. Édité par Louis Marchant. Paris: V. Masson.
- DARWIN, Charles. 1868. *De la variation des animaux et des plantes sous l'action de la domestication*. Traduit par Jean-Jacques Moulinié. Paris: C. Reinwald.
- DESCARTES, René. 1664a. *Le monde de Mr Descartes, ou Le traité de la lumière et des autres principaux objets des sens. Avec un discours de l'action des corps et un autre des fièvres, composez selon les principes du même auteur*. Paris: T. Girard.
- . 1664b. *L'homme de René Descartes, et un Traité de la formation du fœtus, du mesme auteur. Avec les Remarques de Louys de La Forge, docteur en medecine, demeurant à la Fleche, sur le traité de L'homme de René Descartes; & sur les figures par luy inventées*. Édité par Claude Clerselier et Florent Schuyl. A Paris: chez Charles Angot, libraire juré, rue S. Jacques, au Lion d'or. M.DC.LXIV. Avec privilege du roy.
- . 1996. *Œuvres de Descartes*. Édité par Charles Adam et Paul Tannery. 11 vol. Paris, France: J. Vrin, 1996.
- . 2013. *L'homme de René Descartes, et La formation du fœtus*. Édité par Florent Schuyl et Claude Clerselier. Seconde édition, Reveuë & Corrigée. [Paris]: Hachette Livre BnF.

- DIDEROT, Denis. 1887. *Introduction à la chimie*. Manuscrit inédit de Diderot, publ. avec notice sur les cours de Rouelle et tarif des produits chimiques en 1758. Paris: E. Dentu.
- . 1964. *Éléments de physiologie*. Édité par J. Mayer. Paris: Marcel Didier.
- . 1965. *Entretien entre d'Alembert et Diderot*. Édité par Jacques Roger. Paris: Garnier-Flammarion.
- . 1975. *Œuvres complètes*. Édité par Herbert Dieckmann, Jacques Proust, et Jean Varloot. Paris: Hermann.
- . 1994. *Œuvres Tome I Philosophie*. Édité par Laurent Versini. Bouquins. Paris: R. Laffont.
- . 2005. *Pensées sur l'interprétation de la nature*. Édité par Colas Duflo. G.F. 1188. Paris: Flammarion.
- . 2010. *Lettres à Sophie Volland*. Édité par M. Buffat et O. Rochard-Pauchet. Paris: Non Lieu.
- DIDEROT, Denis, Antoine-Claude Briasson, et Michel-Antoine David, éd. 1751. *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une société de gens de lettres. Mis en ordre & publié par M. Diderot... & quant à la partie mathématique, par M. d'Alembert...* Tome premier [-dix-septième...]. A Paris, chez Briasson. David l'aîné. Le Breton. Durand. M.DCC.LI [-M.DCC.LXV].
- DODART, Denis. 1679. *Mémoire pour servir à l'histoire des plantes*. Paris: Impr. Royale.
- DRIESCH, Hans Adolf Eduard. 1905. *Der Vitalismus als Geschichte und als Lehre*. Natur-und kulturphilosophische Bibliothek 3. Leipzig: Barth.
- DUMAS, Jean-Baptiste. 1846. *Chimie physiologique et médicale*. Bechet.
- . 1972. *Leçons sur la philosophie chimique professées au Collège de France en 1836*. Édité par Albert Bruylants et Amand Bineau. Epistèmè, textes fondamentaux de l'Histoire des Sciences et des Techniques. Bruxelles: Ed. Culture et civilisation.
- DUMAS, Jean-Baptiste, et Jean-Baptiste Boussingault. 1842. *Essai de statique chimique des êtres organisés, leçon professée par M. J. Dumas le 20 août 1841, pour la clôture de son cours à l'École de médecine*. Paris: Fortin, Masson et Cie, libraires. 1842.
- DUTROCHET, Henri. 1826. *L'agent immédiat du mouvement vital dévoilé dans sa nature et dans son mode d'action, chez les végétaux et chez les animaux*. Paris: Baillière.
- DUVAL, Mathias. 1878. *Précis de technique microscopique et histologique ou introduction pratique à l'anatomie générale*. Édité par Charles-Philippe Robin. Paris: J. B. Baillière.

- FEUERBACH, Ludwig. 2012. *Éthique: L'eudémonisme; suivi de Le mystère du sacrifice ou L'homme est ce qu'il mange*. Traduit par Anne-Marie Pin. Paris: Hermann.
- FLEURY, Louis. 1855-1857. *Clinique hydrographique de Bellevue : recherches et observations sur les maladies chroniques*. Paris : Moniteur des hôpitaux.
- FOSTER, Michael, et Charles Scott Sherrington. 1897. *A Textbook of Physiology*. London : Macmillan.
- FOURCROY, Antoine-François. 1790. « Recherches pour servir à l'histoire du gaze azote, ou de la mofette, comme principe des matières animales ». *Histoire de la Société royale de médecine* Année 1786: 346-54.
- . 1792. *Philosophie chimique, ou, Vérités fondamentales de la chimie moderne disposées dans un nouvel ordre*. Paris: De l'Imprimerie de Cl. Simon
- . 1794. « Mémoire sur l'existence de la matière albumineuse dans les végétaux ». *Annales de chimie* Tome troisième, 1789: 252-62.
- GALIEN. 1994. *Œuvres médicales choisies Tome 1 De l'utilité des parties du corps humain*. Édité par Charles Daremberg et André Pichot. Tel 235. Paris: Gallimard.
- GALILEO, Galilei. 2000. [1632]. *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*. Paris: Éditions du Seuil.
- GAUSSEN, Isaac. 1798. *Réflexions sur l'application de la chimie à la médecine présentées à l'École de Médecine de Montpellier, le quatre Thermidor, an six de la République*. Montpellier: Jean Martel aîné.
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, Étienne. 1830. *Principes de philosophie zoologique discutés en mars 1830, au sein de l'Académie royale des sciences*. Édité par Georges Cuvier et Pierre-Paul Didier. Paris: Pichon et Didier Rousseau.
- GLISSON, Francis. 1659. *Anatomia hepatis, cui praemittuntur quaedam ad rem anatomicam universe spectantia et, ad calcem operis, subjiciuntur nonnulla de lymphae ductibus nuper repertis*. Amsterdam: J. Ravesteinii.
- GRIMAUD, Jean Charles Marguerite Guillaume de. 1787. *Mémoire sur la nutrition, par M. de Grimaud, professeur dans l'université de médecine de Montpellier*. Édité par Jean Martel. A Montpellier: chez Jean Martel aîné, imprimeur ordinaire du Roi, des Etats-généraux du Languedoc, & de l'université.
- . 1789. *Second mémoire sur la nutrition. Supplément au mémoire françois sur la nutrition, portant pour devise: Multa renascentur, quae jam cecidère*. Première [-seconde] partie. Édité par Jean Martel. A Montpellier: chez Jean Martel aîné, imprimeur ordinaire du Roi, des Etats généraux du Languedoc, & de l'université.

- HAECKEL, Ernst. 1876. *The history of creation, or, The development of the earth and its inhabitants by the action of natural causes a popular exposition of the doctrine of evolution in general, and of that of Darwin, Goethe, and Lamarck in particular*. Édité par Edwin Ray Lankester. New York: D. Appleton.
- HALES, Stephen. 1735. *La statique des végétaux et l'analyse de l'air. Expériences nouvelles liées à la Société Royale de Londres*. Par M. Hales D.D. & Membre de cette Société. Ouvrage traduit de l'Anglois, par M. De Buffon,.. A Paris: Chez Debure l'aîné.
- HALLER, Albrecht von. 1751. *Réflexions sur le système de la génération de M. de Buffon: traduites d'une préface allemande de M. de Haller, qui doit être mis à la tête du second volume de la traduction allemande de l'ouvrage de M. de Buffon*. Geneve, Suisse: Chez Barrillot.
- . 1756. *Mémoire sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal*. 4 vol. Lausanne: M.M. Bousquet.
- . 1769. *Éléments de physiologie*. A Paris. Chez Guillyn, libraire, Quai des Augustins, près du Pont S. Michel, au Lis d'or. Avec approbation et & privilege du Roi.
- HANOV, M. C. 1766. *Philosophia naturalis sive physica dogmatica, Tomus 3: Geologia, biologia, phytologia generalis et dendrologia*. Halle.
- HECQUET, Philippe. 1709. *Traité des dispenses du carême*. Paris: F. Fournier.
- . 1710. *De la digestion des alimens, pour montrer qu'elle ne se fait pas par le moyen d'un levain, mais par celui de la trituration ou du broyement...* Paris: F. Fournier.
- . 1712. *De la digestion et des maladies de l'estomac, suivant le systeme de la trituration & du broyement, sans l'aide des levains ou de la fermentation, dont on fait voir l'impossibilité en santé & en maladie*. A Paris, chez François Fournier libraire, en la maison de Frederic Leonard, imprimeur du Roy, rue Saint-Jacques, à l'Ecu de Venise. Avec privilege de Sa Majesté.
- HEGEL, Georg Wilhelm Friedrich. 2004. *Encyclopédie des sciences philosophiques II Philosophie de la nature*. Paris: J. Vrin.
- HENCKEL, Johann Friedrich. 1760. *Pyritologie, ou Histoire naturelle de la pyrite... On y a joint le « Flora saturnisans »... et les opuscules minéralogiques...* Paris, France: J.-T. Hérissant.
- HIPPOCRATE. 2003. *Œuvres complètes Tome II 1re partie De l'ancienne médecine*. Édité par Jacques Jouanna. Collection des universités de France 97. Paris: les Belles Lettres.
- HOBBS, Thomas. 1999. *De corpore elementorum philosophiae, sectio prima*. Édité par Karl Schuhmann et Martine Pécharman. Bibliothèque des textes philosophiques. Paris: J. Vrin.
- HOPPE-SEYLER, Félix. 1877. *Physiologische Chemie*. Berlin: A. Hirschwald.

- HUTTON, J. 1788. « Theory of the Earth. » *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 1: 209-305.
- . 1795. *Theory of the Earth with Proofs and Illustrations*. Edinburgh: William Creech.
- HUXLEY, Thomas Henry. 1892. *Essays upon some controverted questions*. London: Macmillan.
- . 1894. *Darwiniana Essays*. His Collected essays v.2. New York: D. Appleton.
- . 1898. *Methods and Results, Essays*. [Authorized edition]. New York: D. Appleton.
- JUNCKER, Johann. 1757. *Elémens de chymie, suivant les principes de Becker & de Stahl, traduits du Latin sur la IIe édition de M. Juncker, avec des notes : par M. Demachy*. Traduit par Jacques-François Demachy. 6 vol. Paris: Siméon-Prosper Hardy.
- KANT, Immanuel. 1902. *Gesammelte Schriften*, Berlin.
- . 1989. *Rêves d'un visionnaire*. Édité par Francis Courtès. [Éd. augmentée]. Bibliothèque des textes philosophiques. Paris: J. Vrin.
- . 2015. *Critique de la faculté de juger*. Édité par Alain Renaut. [Paris: Flammarion.
- KIELMEYER, Karl Friedrich von, Heinrich Friedrich Link, et Lorenz Oken. 2006. *Les forces vitales et leur distribution dans la nature un essai de « systématique physiologique »*. De diversis artibus tome 76 (N.S. 39). Turnhout: Brepols.
- KÜSS, Émile. 1846. *Appréciation générale des progrès de la physiologie depuis Bichat*. Faculté de médecine. Strasbourg: impr. L.F. Le Roux.
- . 1872. *Cours de physiologie professé à la Faculté de Médecine de Strasbourg*. Édité par Mathias Duval et François Joseph Herrgott. Paris: J.-B. Baillière et fils.
- LA CAZE, Louis de. 1755. *Idée de l'homme physique et moral, pour servir d'introduction à un traité de médecine*. Paris: H.-L. Guérin et L.-F. Delatour.
- LA METHERIE, Jean-Claude de. 1780. *Vues physiologiques sur l'organisation animale et végétale; par M. de La Metherie*. Édité par Pierre-François Didot. A Amsterdam & se trouve à Paris: Chez P.F. Didot.
- . 1781. *Mémoire sur la cristallisation*. [S.l.]: [s.n.].
- . 1805. *De la Nature des êtres existans, ou principes de la philosophie naturelle*. Nouvelle édition. A Paris: Chez Courcier.
- . 2009. *Considérations sur les êtres organisés*. [Edition électronique Jubilothèque]. Paris: Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie (BUPMC). http://jubilotheque.upmc.fr/ead.html?id=BG_000006_001.

- LA METTRIE, Julien Offray de. 1748. *L'homme plante*. Postdam: Chez Chretien Frederic.
- . 1987. *Œuvres philosophiques*. Édité par Markovits. 2 vol. Paris: Fayard.
- LAMARCK, Jean-Baptiste de Monet de. 1794. *Recherches sur les causes des principaux faits physiques, et particulièrement sur celles de la combustion, de l'élevation de l'eau dans l'état de vapeurs; de la chaleur produite par le frottement des corps solides entre eux; de la chaleur qui se rend visible dans les décompositions subites, dans les effervescences et dans les corps de beaucoup d'animaux pendant la durée de leur vie; de la causticité, de la saveur et de l'odeur de certains composés; de la chaleur des corps; de l'origine des composés et de tous les minéraux; enfin de l'entretien de la vie des êtres organiques, de leur accroissement, de leur vigueur, de leur déperissement et de leur mort*. Paris: Maradan.
- . 1796. *Réfutation de la théorie pneumatique ou de la nouvelle doctrine des chimistes modernes, présentée, article par article, dans une suite de réponses aux principes rassemblés et publiés par le citoyen Fourcroy dans sa philosophie chimique; précédée d'un supplément complémentaire de la théorie exposée dans l'ouvrage intitulé: Recherches sur les causes des principaux faits physiques, auquel celui-ci fait suite et devient nécessaire*. Paris: Agasse.
- . 1797. *Mémoires de physique et d'histoire naturelle, établis sur les bases de raisonnement indépendantes de toute théorie; avec l'explication de nouvelles considérations sur la cause générale des dissolutions; sur la matière de feu; sur la couleur des corps; sur la formation des composés; sur l'origine des minéraux, et sur l'organisation des corps vivans, lus à la première classe de l'Institut national dans ses séances ordinaires, suivis de Discours prononcé à la Société Philomatique le 23 floréal an V*. Paris: Chez l'Auteur.
- . 1801. *Recherches sur l'organisation des corps vivans, et particulièrement sur son origine, sur la cause de ses développemens et des progrès de sa composition, et sur celle qui, tendant continuellement à la détruire dans chaque individu, amène nécessairement la mort; Précédé du discours d'ouverture du cours de zoologie, donné dans le Muséum National d'Histoire Naturelle, l'an X de la République*. Édité par Jean-Baptiste-Nicolas Maillard d'Orivelle. A Paris, Chez l'auteur, au muséum d'histoire naturelle; Maillard, Libraire, rue du Pont de Lodi n°1.
- . 1802. *Hydrogéologie ou Recherches sur l'influence qu'ont les eaux sur la surface du globe...* Paris, France: J.-B. Lamarck.
- . 1809. *Philosophie zoologique, ou Exposition des considérations relative à l'histoire naturelle des animaux*. Paris: Dentu et L'Auteur.
- . 1812. *Extrait du cours de zoologie du Muséum d'histoire naturelle sur les animaux sans vertèbres*. Paris: D'Hautel et Bagon.
- . 1820. *Système analytique des connaissances positives de l'homme, restreintes à celles qui proviennent directement ou indirectement de l'observation*. Paris: Chez l'Auteur et Belin.

- . 1994. *Philosophie zoologique ou Exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux ; à la diversité de leur organisation et des facultés qu'ils en obtiennent ; aux causes physiques qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvements qu'ils exécutent ; enfin, à celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués*. Édité par André Pichot. Paris: Flammarion.
- LANGE, Friedrich Albert. 1872. *Histoire du matérialisme et critique de son importance à notre époque*. Paris: Reimval.
- LAURENT, Auguste. 1854. *Méthode de chimie*. Paris: Mallet-Bachelier.
- LAVOISIER, Antoine Laurent de. 1780. *Expériences sur la respiration des animaux, et sur les changemens qui arrivent à l'air en passant par leur poumon*. Mémoires de l'Académie royale des sciences 1777. Paris: Académie des sciences.
- . 1784. « Mémoire sur la combinaison du principe oxygène avec l'esprit de vin, l'huile, et différents corps combustibles ». *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*.
- . 1792. « Prix proposé par l'Académie des sciences pour l'année 1794 ». *Mémoires de l'Académie*.
- . 1843. *Œuvres de Lavoisier publiées par les soins du Ministre de l'Instruction publique*. Paris: Imprimerie Nationale.
- LAVOISIER, Antoine Laurent, et Seguin. 1789. « Premier mémoire sur la respiration des animaux ». *Mémoires de l'Académie des sciences*, 185.
- . 1790. « Premier mémoire sur la transpiration des animaux ». *Mémoires de l'Académie des sciences*, 77.
- LE DANTEC, F. 1895. « Les phénomènes élémentaires de la vie ». *Revue Philosophique de la France et de l'Étranger* 40: 113–152.
- LEDUC, Stéphane. 1912. *La biologie synthétique*. Paris: A. Poinat.
- LEHMANN, Carl Gotthelf. 1842. *Lehrbuch der physiologischen Chemie*. 3 vol. Leipzig, Allemagne: W. Engelmann.
- . 1851. *Physiological chemistry*. Édité par George Edward Day et Cavendish Society (London). London: Harrison and son.
- . 1853. *Lehrbuch der physiologischen chemie*. Leipzig, Allemagne: Verlag von Wilhelm Engelmann.
- LEIBNIZ, Gottfried Wilhelm. 1992. *Nouveaux essais sur l'entendement humain*. Paris: Garnier-Flammarion.
- . 1993. *Discours de métaphysique*. Paris : Vrin.

- . 2004. *Die philosophischen Schriften*. Trad. M. Fichant. Paris : Gallimard.
- LELARGE DE LIGNAC, Joseph-Adrien. 1751. *Lettres à un Américain sur l'histoire naturelle de Mr. de Buffon; et sur les observations microscopiques de Mr. Needham*.
- LEMERY, Louis. 1705. *Traité des aliments où l'on trouve par ordre, et separement, la différence & le choix qu'on doit faire de chacun d'eux en particulier; les bons & les mauvais effets qu'ils peuvent produire; les principes in quoi ils abondent; le temps, l'âge & le temperament où ils conviennent. Avec des remarques à la suite de chaque chapitre, où l'on explique leur nature & leur usages, suivant les principes chymiques, & mécaniques ...* 2. éd., Par l'auteur. Paris: Pierre Witte.
- LEMERY, Nicolas. 1683. *Cours de chymie, contenant la manière de faire les opérations qui sont en usage dans la médecine par une méthode facile, avec des raisonnements sur chaque opération*. Cinquième edition. Reveuë, corrigée & augmentée par l'auteur. Édité par Étienne Michallet. A Paris: Chez Estienne Michallet ...
- LEMOINE, Albert. 1864. *Le vitalisme et l'animisme de Stahl*. Paris New York: G. Baillière Baillière brothers.
- LERY, Jean de. 2008. *Histoire d'un voyage fait en la terre du Brésil 1578: 2. éd., 1580*. Édité par Frank Lestringant. Paris: Librairie Générale Française.
- LESSER, Friedrich Christian. 1742. *Théologie des insectes, ou Démonstration des perfections de Dieu dans tout ce qui concerne les insectes*. Traduit par Pierre Lyonet. 2 vol. La Haye, Pays-Bas: J. Swart.
- LIEBIG, Justus von. 1837. *Introduction à l'étude de la chimie : contenant les principes généraux de cette science, les proportions chimiques, la théorie atomique...* trad. de l'allemand, par Ch. Gerhardt... Paris: L. Mathias (Augustin)..
- . 1840. *Traité de chimie organique*. Paris: Fortin et Masson.
- . 1842a. *Chimie organique appliquée à la physiologie animale et à la pathologie...* trad. par Charles Gerhardt... Paris: Masson et Cie.
- . 1842b. « Sur les matières alimentaires azotées du règne végétal », *Ann. Chim. Phy.* 1842, 4 (1836).
- . 1844. *Chimie appliquée à la physiologie végétale et à l'agriculture* (2e édition) trad. par M. Charles Gerhardt,... Paris: Fortin, Masson et Cie.
- . 1867. *Sur un nouvel aliment pour nourrissons (la bouillie de Liebig) : avec instructions pour sa préparation et son emploi*. Paris: C. Reinwald.

- . 1964. *Animal chemistry or Organic chemistry in its application to physiology and pathology*. Édité par William Gregory. New York, Etats-Unis d'Amérique: Johnson Reprint Corp.
- LINNE, Carl von. 1751. *Philosophia botanica*. Stockholm: Godofr. Kiesewetter.
- LITRE, Émile. 1872. *Médecine et médecins ...* Deuxième édition. Paris: Didier.
- LITRE, Émile, et Charles-Philippe Robin. 1865. *Dictionnaire de médecine, de chirurgie, de pharmacie, des sciences accessoires et de l'art vétérinaire d'après le plan suivi par Nysten*. 12^e édition entièrement refondue. Paris: J.-B. Baillière.
- . 1873. *Dictionnaire de médecine, de chirurgie, de pharmacie, de l'art vétérinaire et des sciences qui s'y rapportent*. 13^e édition entièrement refondue. Paris: librairie J.-B. Baillière et fils.
- LOCKE, John. 2001. *Essai sur l'entendement humain (Livres I-II)*. Paris: Vrin.
- MACQUER, Pierre-Joseph. 1778. *Dictionnaire de chymie contenant la théorie et la pratique de cette science, son application à la physique, à l'histoire naturelle, à la médecine, & aux arts dépendans de la chymie*. 2. éd., Paris: Chez P. Fr. Didot jeune.
- MAGENDIE, François. 1809. « Quelques idées générales sur les phénomènes particuliers aux corps vivants ». *Bulletin des sciences médicales*, n° 4: 145-70.
- . 1816. *Mémoire sur les propriétés nutritives des substances qui ne contiennent pas d'azote*. Paris: Méquignon-Marvis.
- . 1842. *Phénomènes physiques de la vie leçons professées au Collège de France*. Paris Londres: J.-B. Baillière H. Baillière.
- MAUPERTUIS, Pierre-Louis Moreau de. 1745. *Vénus physique*. [S. l.] M.DCC.XLV.
- . 1754. *Essai sur la formation des corps organisés*. A Berlin.
- . 1756. *Œuvres*. 2 vol. Lyon: Bruyset.
- MILCENT, Désiré-Alphonse. 1856. *Du Dictionnaire de Nysten, transformé en dictionnaire de médecine matérialiste par MM. Littré et Robin*. Paris: J.-B. Baillière.
- MISSON, Maximilien. 1722. *Voyage d'Italie de Monsieur Misson: avec un mémoire contenant des avis utiles à ceux qui voudront faire le même voyage*. A Utrecht, Pays-Bas: Chez Guillaume van de Water et Jaques van Poolsum.
- MÜLLER, Johannes Peter. 1834. *Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen*. Coblenz: Hölscher.
- . 1838a. *Elements of physiology*. Édité par William Baly. London: Printed for Taylor and Walton.

- . 1838b. *Ueber den feinern Bau und die Formen der krankhaften Geschwülste Erste Lieferung*. Berlin: G. Reimer.
- . 1851. *Manuel de physiologie*. Édité par Antoine-Jacques-Louis Jourdan et Émile Littré. 2. éd. rev. et annotée. Paris Londres New-york Madrid: J.-B. Baillière H. Baillière C. Bailly-Baillière.
- NEEDHAM, John Turberville. 1750. *Nouvelles observations microscopiques avec des découvertes intéressantes sur la composition et la décomposition des corps organisés*. Édité par Louis-Étienne Ganeau. A Paris: chez Louis Etienne Ganeau.
- NICOLAI, Friedrich. 1783. *Chronique à travers l'Allemagne et la Suisse*. Berlin.
- NYSTEN, Pierre-Hubert, et Émile Littré. 1855. *Dictionnaire de médecine, de chirurgie, de pharmacie, des sciences accessoires et de l'art vétérinaire de P.-H. Nysten*, 10e édition, entièrement refondue par É. Littré,... Ch. Robin,... Édité par Charles-Philippe Robin. Paris: J.-B. Baillière.
- PALEY, William. 1804. *Théologie naturelle, ou Preuves de l'existence et des attributs de la divinité tirées des apparences de la nature, traduction libre de l'anglais d'après William Paley, par Charles Pictet*,... Traduit par Charles Pictet. A Genève, Suisse, France: impr. de la Bibliothèque Britannique, et chez J.J. Paschoud : G.J. Manget.
- PASCAL, Blaise. 2015. *Pensées*. Édité par Philippe Sellier et Gilberte Périer. Paris: Éditions Classiques Garnier.
- PINEL, Philippe. 1797. *Nosographie philosophique, ou la méthode de l'analyse, appliquée à la médecine par Ph. Pinel Médecin de l'Hospice national de la Salpêtrière, et Professeur à l'École de médecine de Paris. Tome premier*. Édité par Claude-François Maradan. 2 vol. France.
- PLUCHE, Antoine. 1732. *Le spectacle de la nature, ou Entretiens sur les particularités de l'histoire naturelle, qui ont paru les plus propres à rendre les jeunes-gens curieux, & à leur former l'esprit. - Seconde édition*. A Paris, France: Chez la veuve Estienne...& Jean Desaint...
- PLUTARQUE. 1862. *Les vies des hommes illustres précédées de la vie de Plutarque Tome premier*. Édité par Dominique Ricard. Nouv. éd., Avec le plus grand soin. Paris: Garnier Frères.
- PRON, Lucien. 1901. *Influence de l'estomac et du régime alimentaire sur l'état mental et les fonctions psychiques*. Paris, France: J. Rousset.
- REAUMUR, René-Antoine Ferchault de. 1733. « De la formation et de l'accroissement des coquilles des animaux tant terrestres qu'aquatiques, soit de mer soit de rivière. » *Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année 1709. Avec les mémoires de Mathématique et de Physique pour la même Année. Tirés des Registres de cette Académie*. La Compagnie des Librairies édition.

- . 1743. « Éclaircissements de quelques difficultés sur la formation et l'accroissement des coquilles (moule, limaçon, nautilus) ». *Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année 1716. Avec les mémoires de Mathématique et de Physique pour la même Année. Tirés des Registres de cette Académie.*
- . 1752. « Sur la digestion des oiseaux. Premier mémoire. Expériences sur la manière dont se fait la digestion dans les oiseaux qui vivent principalement de grains d'herbe, et dont l'estomac est un gésier ». *Histoire de l'Académie royale des sciences*, 266-307.
- . 1752. « Sur la digestion des oiseaux. Second mémoire. De la manière dont elle se fait dans l'estomac des oiseaux de proie. » *Histoire de l'Académie royale des sciences*, 461-95.
- REIL, Johann Christian. 1795. In K. von Sudhoff (éd) *Von der Lebenskraft, Neuauflage (1916)*. Leipzig : Barth.
- RICHERAND, Anthelme-Balthasar. 1817. *Nouveaux élémens de physiologie*. Paris, France: Caille.
- ROBERT-HOUDIN, Jean Eugène. 1858. *Memoirs of Robert-Houdin*. New York.
- ROBIN, Charles-Philippe. 1849. *Du microscope et des injections dans leurs applications à l'anatomie et à la pathologie*. Paris: J. B. Baillière.
- ROBIN, Charles-Philippe, et François Verdeil. 1853. *Traité de chimie anatomique et physiologique, normale et pathologique, ou Des principes immédiats normaux et morbides qui constituent le corps de l'Homme et des mammifères*. Paris Londres New-York Madrid: J.-B. Baillière.
- SANTORI, Santorio. 1695. *Science de la transpiration ou médecine statique*. Édité par Jacques Lyons. Traduit par Louis-Augustin Alemand. A Lyon, chez Jaques Lyons, rue Merciere, au bon Pasteur.
- . 1722. *La Médecine statique de Sanctorius, ou l'Art de se conserver la santé par la transpiration*, traduite en françois par feu M. Le Breton. Paris: C. Jombert.
- SCHWANN, Theodor. 1839. *Mikroskopische Untersuchungen über die Ubereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen*. Berlin: Verlag der Sander'schen Buchhandlung (G. E. Reimer).
- . 1847. *Microscopical researches into the accordance in the structure and growth of animals and plants*. Traduit par Henry Smith. London, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord: The Sydenham society.
- SENEBIER, Jean. 1785. *Observations importantes sur l'usage du suc gastrique dans la chirurgie avec quelques additions de M. l'abbé Spallanzani*. Genève: [s. n.].

- . 1799. *Physiologie végétale, contenant une description des organes des plantes, & une exposition des phénomènes produits par leur organisation*; par Jean Senebier... Tome premier [-cinquième]. Édité par Henrichs et Jean Jacques Paschoud. A Genève: chez J.J. Paschoud.
- SPALLANZANI, Lazzaro. 1777. *Opuscules de physique, animale et végétale*. Édité par Charles Bonnet et Jean Senebier. Genève: B. Chirol.
- . 1893. *La digestion stomacale de la digestion des animaux à estomac membraneux*. Les Maîtres de la science. Bibliothèque rétrospective. Paris: G. Masson.
- SPALLANZANI, Lazzaro, et John Turberville Needham. 1769. *Nouvelles recherches sur les découvertes microscopiques, et la génération des corps organisés*. Ouvrage traduit de l'italien de M. l'Abbé Spallanzani. Édité par Regley. A Londres; & à Paris, chez Lacombe, libraire, rue Christine, près la rue Dauphine. M. DCC. LXIX.
- SPALLANZANI, Lazzaro, et Jean Senebier. 1783. *Expériences sur la digestion de l'homme et de différentes espèces d'animaux. Avec des considérations sur sa méthode de faire des expériences, & les conséquences pratiques qu'on peut tirer en médecine de ses découvertes*. Édité par Barthélemy Chirol. A Genève: chez Barthélemy Chirol, libraire.
- . 1785. *Expériences pour servir à l'histoire de la génération des animaux et des plantes. Avec une ébauche de l'histoire des êtres organisés avant leur fécondation*. Édité par Barthélemy Chirol.
- STAHL, Georges-Ernest. 1707. *Theoria medica vera*. Halae: lit. Orphanotrophi.
- . 1859-1864. *Œuvres médico-philosophiques et pratiques*. Traduit par Théodore Blondin. 6 vol. Paris: J.B. Baillière et fils.
- STIRLING, James Hutchison. 1869. *As regards protoplasm, in relation to Professor Huxley's essay, On the physical basis of life*. Edinburgh: Blackwood.
- SWAMMERDAM, Jan. 1758a. *Observations sur les insectes, avec des notes...* [trad. par Jacques Savary, M***, Philippe Gueneau de Montbeillard]. Édité par Jacques Savary. Dijon: F. Desventes.
- . 1758b. *The book of nature; or, The history of insects: reduced to distinct classes, confirmed by particular instances, displayed in the anatomical analysis of many species, and illustrated with copper-plates ...* Translated from the Dutch and Latin original edition, by Thomas Flloyd. Revised and improved by notes from Reaumur and others, by John Hill, M. D. Édité par Herman Boerhaave et Thomas Flloyd. London: Printed for C. G. Seyffert, Bookseller, in Dean-Street, Soho. MDCCLVIII.
- TOURNEFORT, Joseph. 1743. «Description du labyrinthe de Candie, avec quelques observations sur l'accroissement et sur la génération des Pierres». *Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année 1702. Avec les mémoires de Mathématique et de Physique pour la même Année. Tirés des Registres de cette Académie.*, 1743.

- TREVIRANUS, Gottfried Reinhold. 1802. *Biologie, oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Aerzte*. Édité par Johann Friedrich Röwer. Göttingen, bey Johann Friedrich Röwer.
- VAN DIEMERBROECK, Ijsbrand. 1695. *L'anatomie du corps humain: composée en latin établie sur les nouvelles découvertes des anatomistes modernes ...* 2 vol. Lyon, France: Anisson & Posuel.
- VAN HELMONT, Jan Baptiste. 1648. *Ortus medicinae*. Amsterdam: L. Elzevier.
- . 1671. *Les Œuvres de Jean Baptiste Van Helmont traittant des principes de médecine et physique pour la guérison assurée des maladies*, trad. de M. Jean Le Conte. Lyon: chez J.-A. Huguetan et G. Barbier.
- VAUCANSON, Jacques. 1738. *Le mécanisme du fluteur automate, présenté à messieurs de l'Académie royale des sciences*. Par M. Vaucanson, auteur de cette machine. A Paris, chez Jacques Guerin, imprimeur-libraire, quai des Augustins. Et a l'hôtel de Longueville, dans la salle du fluteur.
- VENEL, Gabriel-François. 1755. « Essai sur l'analyse des végétaux. Premier mémoire contenant l'exposition abrégée de mon travail et des considérations générales sur la distillation analytique des plantes. Mémoire présenté le 13 juin 1752. » *Mémoires de mathématiques et de physique* 2: 319-32.
- . 2010. *Cours de chimie*. Édité par Christine Lecornu Lehman et Claude Balme. Corpus des œuvres de philosophie en langue française. [Dijon]: EUD.
- VICQ-D'AZYR, Félix. 1805. *Œuvres de Vicq-d'Azyr, recueillies et publiées avec des notes et un discours sur sa vie et ses ouvrages*. A Paris: chez L. Duprat-Duverger.
- WILLIS, Thomas. 1659. *Diatribae duae medico-philosophicae, quorum prior agit de fermentatione sive de motu intestino particularum in quovis corpore, altera de febribus sive de motu earundem in sanguine animalium. His accessit dissertatio... de urinis*. Londini, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord: typ. T. Roycroft imp. J. Martin, J. Allestry et T. Dicas.
- WÖHLER, Friedrich. 1828a. « Sur la formation artificielle de l'urée ». Édité par Gay-Lussac et Arago. *Annales de chimie et de physique*, n° 37: 330-34.
- . 1828b. « Ueber künstliche Bildung des Harnstoffs ». *Annalen der Physik und der Chemie* 2nd ser. (12): 253-56.
- WOLFF, Caspar Friedrich. 1759. *Theoria generationis*. Halle: Hendel.
- . 1764. *Theorie von der Generation in zwei Abhandlungen erklärt und bewiesen*. Berlin: Friedrich Wilhelm Birnstiel.

- . 1789. « Von der eigenthümlichen und wesentlichen Kraft der vegetabilischen sowohl als auch der animalischen Substanz ». In *Zwei Abhandlungen über die Nutritionskraft ... nebst einer fernern Erläuterung eben derselben Materie von C. F. Wolff*. St. Petersburg: Kayserlichen Academie der Wissenschaften.
- . 1966. *Theorie von der Generation in zwei Abhandlungen erklärt und bewiesen (1764). Theoria generationis (1759)*. Édité par Robert Herrlinger. Stuttgart: G. Fisher.
- . 2003. *De formatione intestinorum = La formation des intestins: 1768-1769*. Édité par Jean-Claude Dupont. Turnhout: Brepols.
- WURTZ, Adolphe. 1868. *Histoire des doctrines chimiques depuis Lavoisier jusqu'à nos jours*. Dictionnaire de chimie pure et appliquée. Paris: L. Hachette et cie.

Études

- ABBRI, Ferdinando. 2000. « Alchemy and Chemistry: Chemical Discourses in the Seventeenth Century ». *Early Science and Medicine* 5 (2): 214-26.
- ALBALA, Ken. 2012. « Food for Healing: Convalescent Cookery in the Early Modern Era ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43 (2): 323-28.
- ALLEN, Garland E. 2005. « Mechanism, Vitalism and Organicism in Late Nineteenth and Twentieth-Century Biology: The Importance of Historical Context ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 36 (2): 261-83.
- AMUNDSON, Ronald. 2007. *The Changing Role of the Embryo in Evolutionary Thought: Roots of Evo-Devo*. 1. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- ANDRAULT, Raphaële. 2013. « Définir le vitalisme. Lectures de Claude Bernard ». In *Claude Bernard et la méthode physiologique*, édité par François Duchesneau, J. J. Kupiec, et Michel Morange, 133-55. Paris, France: Editions de la rue d'Ulm.
- ANTOINE-MAHUT, Delphine, et Stephen Gaukroger. 2016. *Descartes' « Treatise on Man » and Its Reception*. Cham, Switzerland: Springer.
- ARMOGATHE, J.-R. 1977. *Theologia cartesiana. L'explication physique de l'eucharistie chez Descartes et dom Desgabets*. La Haye: M. Nijhoff.
- AUCANTE, Vincent. 2006. *La philosophie médicale de Descartes*. Paris, France: Presses universitaires de France.
- BACHELARD, Gaston. 1938. *La formation de l'esprit scientifique contribution à une psychanalyse de la connaissance*. Paris: Librairie philosophique Vrin.
- . 1972. *L'engagement rationaliste*. Paris: Presses universitaires de France.
- BAKER, Keith, et Jenna Gibbs. 2017. *Life Forms in the Thinking of the Long Eighteenth Century*. Toronto: University of Toronto Press.
- BANDINELLI, Angela. 2013. *Le origini chimiche della vita: legami tra la rivoluzione di Lavoisier e la biologia di Lamarck*. Biblioteca di Nuncius 71. Firenze: Olschki.
- BARSANTI, Giulio. 1995. « La naissance de la biologie: Observations, théories, métaphysiques en France 1740-1810 ». In *Nature, histoire, société: Essais en hommage à Jacques Roger*, 197-228. Klincksieck.

- . 2000. « Lamarck: taxonomy and theoretical biology ». *Asclepio* 52 (2): 119-32.
- . 2011. « Linnaeus: The Order of Nature, the Nature of Man, and Evolution ». *Journal of the Siena Academy of Sciences*, n° 1: 61.
- BEAUJEU, J. 1966. *La science antique et médiévale*. Paris: PUF.
- BECHTEL, William. 2012. *Integrating Scientific Disciplines: Case Studies from the Life Sciences*. Dordrecht: Springer.
- . 2013. « Addressing the vitalist's challenge to mechanical Science: Dynamic mechanistic explanation ». In *Vitalism and the scientific image in post-enlightenment life science, 1800-2101*, édité par Sebastian Normandin et Charles T. Wolfe, 345-70. Dordrecht: Springer.
- BEDAU, Mark A. 2010. « An Aristotelian Account of Minimal Chemical Life ». *Astrobiology* 10 (10): 1011-20.
- BEDAU, Mark A., et Carol E. Cleland, éd. 2010. *The Nature of Life Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science*. Cambridge New York: Cambridge University Press.
- BEDAU, Mark A., Norman H. Packard, et Steen Rasmussen, éd. 2009. *Protocells bridging nonliving and living matter*. Cambridge (Mass.): the Mit press.
- BEISER, Frederick C., éd. 1993. *The Cambridge companion to Hegel*. Cambridge companions to philosophy. Cambridge: Cambridge university press.
- BELAVAL, Yvon. 1993. *Études leibniziennes: de Leibniz à Hegel*. Paris, France: Gallimard, impr. 1993.
- BENEDICT, F.G., et H.F. Root. 1926. « Insensible perspiration: its relation to human physiology and pathology ». *Archives of Internal Medicine* 38 (1): 1-35.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette. 1994. « La chimie: Un statut toujours problématique dans la classification du savoir ». *Revue de synthèse* 115 (1-2): 135-48.
- . 2008. *Matière à penser: essais d'histoire et de philosophie de la chimie*. Paris: Presses universitaires de Paris Ouest.
- . 2010. « Lavoisier lecteur de Condillac ». *Dix-huitième siècle* 42 (1): 473.
- . 2009. « Self-assembly, self-organization: nanotechnology and vitalism ». *NanoEthics* 3 (1): 31-42.
- . 2012. « Le système périodique en perspective historique ». *Comptes Rendus Chimie* 15 (7): 546-52.

- . 2012c. « L'énigme du mixte ». In *Matière à penser : Essais d'histoire et de philosophie de la chimie*, 51-64. Sciences humaines et sociales. Nanterre: Presses universitaires de Paris Nanterre.
- . 2016. « Machines as “Mental Tools” ». *Isis* 107 (4): 777–780.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette, et Mai Lequan. 2010. « Chimie et philosophie au 18^e siècle ». *Dix-huitième siècle* 42 (1): 397.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette et Jonathan Simon. 2012. *Chemistry the impure science*. 2nd edition. London: Imperial College Press.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette, et Isabelle Stengers. 2001. *Histoire de la chimie*. Paris: Éditions La Découverte.
- BENTON, E. 1974. « Vitalism in Nineteenth-Century Scientific Thought: A Typology and Reassessment ». *Studies in History and Philosophy of Science* 5 (mai): 17-48.
- BERG, Hein van den. 2014. *Kant on Proper Science*. Vol. 15. Studies in German Idealism. Dordrecht: Springer Netherlands.
- BING, F. C. 1971. « The History of the Word “Metabolism” ». *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 26 (2): 158-80.
- BISHOP, Robert C. 2005. « Patching Physics and Chemistry Together ». *Philosophy of Science* 72 (5): 710-22.
- BITBOL, Michel, éd. 2006. *L'épistémologie française: 1830 - 1970*. 1. Paris: Presses Univ. de France.
- BITBOL-HESPERIES, Annie. 1990. *Le Principe de vie chez Descartes*. Paris: J. Vrin.
- BLANK, Andreas. 2006. « Atoms and Minds in Walter Charleton's Theory of Animal Generation ». In *The Problem of Animal Generation in Early Modern Philosophy*, édité par Justin E. H. Smith, 124-43. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- BLONDEL MEGRELIS, Marika. 1990. « The limits of the concept of affinity ». *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry* 337 (2): 203–204.
- . 2000. « Le végétal, l'animal et la question de la nutrition ». *L'actualité chimique* 11: 47-49.
- . 2007. « Liebig or how to popularize chemistry ». *Hyle - International Journal for Philosophy of Chemistry* 13 (1): 43-54.
- . 2008. « Quelques aspects méconnus de la personne et de l'œuvre de Charles Gerhardt (1816-1856) ». *Revue d'histoire de la pharmacie* 95 (357): 39-62.

- BODEMER, Charles. 1964. « Regeneration and the Decline of Preformation in Eighteenth-Century Embryology ». *Bulletin of the History of Medicine* 38: 20-31.
- BODEN, Margaret A. 1999. « Is Metabolism Necessary? » *The British Journal for the Philosophy of Science* 50 (2): 231-48.
- BOGNON-KÜSS, Cécilia (dir.), « Organic, Organization, Organism. Essays in the history and philosophy of chemistry and biology », numéro spécial pour la revue *History and Philosophy of the Life Sciences*, en cours de parution.
- BOGNON-KÜSS, Cécilia, Bohang Chen, et Charles T. Wolfe. 2018. « Metaphysics, Function and the Engineering of Life: the Problem of Vitalism ». *Kairos. Journal of Philosophy & Science* 20 (1): 113–140.
- BOGNON-KÜSS, Cécilia, et Charles T. Wolfe. éds. À paraître. *Philosophy of biology before biology*, London : Routledge.
- BOOTH, Emily. 2010. « *A Subtle and Mysterious Machine* »: *The Medical World of Walter Charleton (1619-1707)*. Dordrecht: Springer.
- BOUCHARD, Frédéric, et Philippe Huneman, éd. 2013. *From Groups to Individuals. Evolution and Emerging Individuality*. Cambridge (Mass.): MIT Press.
- BOURY, Dominique. 2004. *La philosophie médicale de Théophile de Bordeu, 1722-1776*. Paris: H. Champion.
- . 2008. « Irritability and Sensibility: Key Concepts in Assessing the Medical Doctrines of Haller and Bordeu ». *Science in Context* 21 (4): 521.
- BOUTON, Christophe, Jean-Louis Vieillard-Baron, éd. 2009. *Hegel et la philosophie de la nature*. Paris: J. Vrin.
- BOWLER, Peter J. 1971. « Preformation and pre-existence in the seventeenth century: A brief analysis ». *Journal of the History of Biology* 4 (2): 221–244.
- . 1973. « Bonnet and Buffon: theories of generation and the problem of species ». *Journal of the History of Biology* 6 (2): 259–281.
- . 1975. « The Changing Meaning of “Evolution” ». *Journal of the History of Ideas* 36 (1): 95.
- . 2003. *Evolution: the history of an idea*. Third edition completely revised and expanded. Berkeley: University of California Press.
- BOYLAN, Michael. 1982. « The Digestive and “Circulatory” Systems in Aristotle’s Biology ». *Journal of the History of Biology* 15 (1): 89-118.

- BREITENBACH, Angela. 2006. « Mechanical Explanation of Nature and Its Limits in Kant's Critique of Judgment ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 37 (4): 694-711.
- BROCKLISS, Lawrence. 2007. « La vie brève de la physiologie mécaniste dans les facultés de médecine de l'Ancien Régime ». In *Conceptions de la science: hier, aujourd'hui, demain. Hommage à Marjorie Grene.*, édité par Jean Gayon, Richard Burian, et Lorne, Marie-Claude, 191-213. Bruxelles : Ousia .
- . 1989. « The medico-religious universe of an early eighteenth-century Parisian doctor: the case of Philippe Hecquet ». In *The Medical Revolution of the Seventeenth Century*, 191-221. Cambridge: Cambridge University Press.
- BROOKE, John H. 1968. « Wöhler's Urea, and Its Vital Force?—A Verdict from the Chemists ». *Ambix* 15 (2): 84-114.
- . 1971. « Organic synthesis and the unification of chemistry—a reappraisal ». *The British Journal for the History of Science* 5 (4): 363–392.
- BURBIDGE, John W. 1996. *Real process : how logic and chemistry combine in Hegel's Philosophy of nature*. Toronto studies in philosophy. Toronto Buffalo London: University of Toronto press.
- BUTTERFIELD, Herbert. 1949. *The origins of modern science: 1300-1800*. London: G. Bell and sons.
- BYLEBYL, J. J. 1977. « Nutrition, Quantification and Circulation ». *Bulletin of the History of Medicine* 51 (3): 369-85.
- BYNUM, William F., et Roy Porter, éd. 1985. *William Hunter and the eighteenth-century medical world*. Cambridge New York Melbourne: Cambridge University Press.
- CANGUILHEM, Georges. 1955. « Organisme et modèles mécaniques: Réflexions sur la biologie cartésienne ». *Revue Philosophique de la France et de l'Étranger* 145: 281-99.
- . 1965. *La connaissance de la vie*. 2e éd. Paris: J. Vrin.
- . 1966. « Le tout et la partie dans la pensée biologique ». *Les Études philosophiques* 21 (1): 3-16.
- . 1977. *La formation du concept de réflexe aux XVIIe et XVIIIe siècles*. Paris: J. Vrin.
- . 1979. « L'« Histoire des sciences de l'organisation » de Blainville et l'abbé Maupied ». *Revue d'histoire des sciences* 32 (1): 73-91.
- . 1993. [1981]. *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie. Nouvelles études d'histoire et de philosophie des sciences*. Paris: Vrin.

- . 1989. « Vie ». In *Encyclopaedia Universalis*, [3^e éd.] vol. XXIII. Paris.
- . 2002 [1968]. *Études d'histoire et de philosophie des sciences concernant les vivants et la vie*. Paris: Vrin.
- . 2015. *Oeuvres complètes, tome IV: Résistances, philosophie biologique et histoire des sciences (1940-1965)*. Édité par C. Limoges. Paris: Vrin.
- CANGUILHEM, Georges, Georges Lapassade, et Jacques Piquemal, éd. 1985. *Du développement à l'évolution au XIX^e siècle*. [2^e édition.]. Paris: PUF.
- CAROSELLA, Edgardo D., et Thomas Pradeu. 2010. *L'identité, la part de l'autre immunologie et philosophie*. Sciences. Paris: O. Jacob.
- CARON, Joseph A. 1988. « 'Biology' in the Life Sciences: A Historiographical Contribution ». *History of Science* 26 (3): 223-68.
- CARRIER, Martin. 2001. « Kant's Theory of Matter and His Views on Chemistry ». In *Kant and the Sciences*, édité par Eric Watkins, 205-27. Oxford University Press.
- CARVALLO, Sarah. 2004. *Leibniz-Stabl. Controverse sur la vie, l'organisme et le mixte*. Paris, France: Vrin.
- CASTELLANI, Carlo. 1972. « The problem of generation in Bonnet and Buffon : a critical comparison ». In *Science, medicine and society in Renaissance : essays to honor Walter Pagel*, édité par Allen Debus et Walter Pagel, 2:265-88. New York: Science History Publications.
- CHANG, Hasok. 2004. *Inventing temperature measurement and scientific progress*. Oxford studies in philosophy of science. New York Oxford: Oxford University Press.
- . 2016. « Pluralism versus Periodization ». *Isis* 107 (4): 789–792.
- CHANG, Ku-Ming Kevin. 2002. « Fermentation, Phlogiston and Matter Theory: Chemistry and Natural Philosophy in Georg Ernst Stahl's *Zymotechnia Fundamentalis* ». *Early Science and Medicine* 7 (1): 31-64.
- . 2011. « Alchemy as Studies of Life and Matter: Reconsidering the Place of Vitalism in Early Modern Chymistry ». *Isis* 102 (2): 322-29.
- CHARBONNAT, Pascal. 2014. *Naissance de la biologie et matérialisme des Lumières*. Paris, France: Éditions Kimé.
- CHAREIX, Fabien. 2003. « La maîtrise et la conservation du corps vivant chez Descartes ». *Methodos. Savoirs et textes*, n° 3 (avril).
- CHERNI, Amor. 1998. *Epistemologie de la transparence: sur l'embryologie de A. von Haller*. Paris: Vrin.

- CHEUNG, Tobias. à paraître. « Organization and process. Living systems between inner and outer worlds (Cuvier, Hufeland, Cabanis) ». In *Philosophy of biology before biology*, édité par Cécilia Bognon-Küss et Charles T. Wolfe. A paraître. London : Routledge.
- . 2004. « Charles Bonnets allgemeine Systemtheorie organismischer Ordnung ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 26 (2): 177-207.
- . 2006a. « From the organism of a body to the body of an organism: occurrence and meaning of the word ‘organism’ from the seventeenth to the nineteenth centuries ». *The British Journal for the History of Science* 39 (3): 319–339.
- . 2006b. « The hidden order of preformation: Plans, functions, and hierarchies in the organic systems of Louis Bourguet, Charles Bonnet and Georges Cuvier ». *Early science and medicine* 11 (1): 11–49.
- . 2008. « Regulating Agents, Functional Interactions, and Stimulus-Reaction-Schemes: The Concept of “Organism” in the Organic System Theories of Stahl, Bordeu, and Barthez ». *Science in Context* 21 (4): 495.
- . 2010a. « What is an “Organism”? On the Occurrence of a New Term and Its Conceptual Transformations 1680-1850 ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 32 (2/3): 155-94.
- . 2010b. « Omnis Fibra Ex Fibra: Fibre Economies in Bonnet’s and Diderot’s Models of Organic Order ». *Early Science and Medicine* 15 (1-2): 66-104.
- CHURCHLAND, Patricia. 1986. *Neurophilosophy: Toward a Unified Science of the Mind-Brain*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press
- CIMINO, Guido, et François Duchesneau, éd. 1997. *Vitalisms from Haller to the cell theory*. Biblioteca di physis 5. Firenze: L. S. Olschki.
- CLAUZADE, Laurent. 2007. « La notion de « fonction » dans la philosophie biologique comtienne ». *Revue philosophique de la France et de l'étranger* 132 (4): 505.
- . 2009. *L'organe de la pensée biologie et philosophie chez Auguste Comte*. Besançon: Presses universitaires de Franche-Comté.
- . 2012. « La théorie cérébrale d’un naturaliste spiritualiste, Henri-Marie Ducrotay de Blainville ». *Revue d’histoire des sciences* 65 (2): 237.
- CLELAND, Carol E. 2012. « Life without Definitions ». *Synthese* 185 (1): 125-44.
- CLERICUZIO, Antonio. 2012. « Chemical and Mechanical Theories of Digestion in Early Modern Medicine ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43 (2): 329-37.

- CLERICUZIO, Antonio. 2016. « Mechanism and Chemical Medicine in Seventeenth-Century England: Boyle's Investigation of Ferments and Fermentation ». In *Early Modern Medicine and Natural Philosophy*, édité par Peter Distelzweig, Benjamin Goldberg, et Evan R. Ragland. Dordrecht: Springer.
- COHEN, Alix A. 2006. « Kant on Epigenesis, Monogenesis and Human Nature: The Biological Premises of Anthropology ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 37 (4): 675-93.
- COLEMAN, W. 1977. *Biology in the nineteenth century: problems of form, function, and transformation*. Cambridge, Etats-Unis d'Amérique.
- . 1985. « The Cognitive Basis of the Discipline. Claude Bernard on Physiology ». *Isis* 76 (281): 49-70.
- COOPER, Ian, et Bernhard Malkmus. 2013. *Dialectic and Paradox*. Peter Lang.
- COOPER, Steven J. 2008. « From Claude Bernard to Walter Cannon. Emergence of the Concept of Homeostasis ». *Appetite* 51 (3): 419-27.
- CORREIA, Clara Pinto. 1998. *The Ovary of Eve: Egg and Sperm and Preformation*. Chicago, Ill.: University of Chicago Press.
- CORSI, Pietro. 2012. « The revolutions of evolution: Geoffroy and Lamarck, 1825-1840. » *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco* 51: 97-122.
- CORSI, Pietro, Jean Gayon, et Gabriel Gohau. 2006. *Lamarck, philosophe de la nature*. Paris: Presses universitaires de France.
- COTTOM, Daniel. 1999. « The Work of Art in the Age of Mechanical Digestion ». *Representations*, n° 66: 52-74.
- CREAGER, Angela N. H. 2017. « A Chemical Reaction to the Historiography of Biology ». *Ambix* 64 (4): 343-59.
- DAGOINET, François. 1970. « La situation de Cuvier dans l'histoire de la biologie ». *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications* 23 (1): 49-60.
- . 2002. *Tableaux et langages de la chimie essai sur la représentation*. Collection Milieux. Seyssel: Champ Vallon.
- DARNTON, Robert. 1995. *La fin des lumières: le mesmérisme et la révolution*. Paris: Jacob.
- DASTUR, Françoise, et Carlos Lévy, éd. 1999. *Études de philosophie ancienne et de phénoménologie*. Paris Montréal (Québec): L'Harmattan.

- DAUDIN, Henri. 1920. *De Linné à Lamarck. Méthodes de classification et idée de série en botanique et en zoologie (1740-1790)*. Paris.
- . 1923. *Cuvier et Lamarck, les classes zoologiques et l'idée de série animale (1790-1830)*. Paris.
- DE BONT, Raf. 2016. « Machine Metaphors: Some Reflections ». *Isis* 107 (4): 796-99.
- DE CEGLIA, Francesco Paolo. 2006. « Soul Power: Georg Ernst Stahl and the Debate on Generation ». In *The Problem of Animal Generation in Early Modern Philosophy*, édité par Justin E. H. Smith, 262-84. Cambridge: Cambridge University Press.
- DEAMER, David W, et Gail R Fleischaker. 1994. *Origins of Life: The Central Concepts*. Boston; London: Jones and Bartlett.
- DEBRE, Patrice. 2015. *L'homme microbiotique*. Sciences. Paris: Odile Jacob.
- DEBRU, Claude. 1979. « Claude Bernard et l'idée d'une chimie biologique. » *Revue d'histoire des sciences* 32 (2): 143-62.
- DEBRU, Claude, Michel Morange, et Frédéric Worms, éd. 2012. *Une nouvelle connaissance du vivant François Jacob, André Lwoff et Jacques Monod*. Les Rencontres de Normale Sup'. Paris: Éditions Rue d'Ulm.
- DEBUS, Allen. 2001. *Chemistry and medical debate: van Helmont to Boerhaave*. Canton (Mass.): Science History Publications.
- DEBUS, Allen G, et Walter Pagel. 1972a. *Science, Medicine and Society in the Renaissance: Essays to Honor Walter Pagel*. 1 1. London: Heinemann.
- . 1972b. *Science, Medicine and Society in the Renaissance: Essays to Honor Walter Pagel*. 2 2. New York: Science History Publ.
- DELAPORTE, François. 1979. *Le second règne de la nature essai sur les questions de la végétalité au XVIIIe siècle*. Paris: Flammarion.
- DELEUZE, Gilles. 1988. *Le pli: Leibniz et le baroque*. Paris, France: Les Éditions de Minuit.
- DEMAREST, Boris, et Charles T. Wolfe. 2017. « The Organism as Reality or as Fiction: Buffon and beyond ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 39 (2).
- DES CHENE, Dennis. 2000. *Life's Form: Late Aristotelian Conceptions of the Soul*. Ithaca and London: Cornell University Press.
- . 2005. « Mechanisms of life in the seventeenth century: Borelli, Perrault, Régis ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, Mechanisms in biology, 36 (2): 245-60.

- DETLEFSEN, Karen. 2006. « Explanation and Demonstration in the Haller-Wolff Debate ». In *The Problem of Animal Generation in Early Modern Philosophy*, édité par Justin E. H. Smith, 235-61. Cambridge: Cambridge University Press.
- DISTELZWEIG, Peter, Benjamin Goldberg, et Evan R. Ragland. 2015. *Early Modern Medicine and Natural Philosophy*. Dordrecht: Springer.
- DIXON, Malcom. 2008. « The history of enzymes and of biological oxydations ». In *The Chemistry of Life: Eight Lectures on the History of Biochemistry*, édité par Joseph Needham, 15-37. Cambridge: Cambridge University Press.
- DUCHESNEAU, François. 1975. « Définition de l'organisation et théorie cellulaire ». *Revue Philosophique de la France et de l'Étranger* 165 (4): 401-30.
- . 1979. « Haller et Les théories de Buffon et C. F. Wolff sur l'épigenèse ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 1 (1): 65-100.
- . 1987. *Genèse de la théorie cellulaire*. Montréal Paris: Bellarmin Vrin.
- . 1995. « Leibniz et Stahl: divergences sur le concept d'organisme ». *Studia Leibnitiana* 27 (2): 185-212.
- . 1997. *Philosophie de la biologie*. Paris: Presses universitaires de France.
- . 1998. *Les modèles du vivant de Descartes à Leibniz*. Mathesis. Paris: Librairie philosophique J. Vrin.
- . 1999. « Diderot et la physiologie de la sensibilité ». *Dix-huitième siècle* 31 (1): 195–216.
- . 2001. « Histoire et philosophie des sciences: une stratégie de convergence ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 23 (1): 87-103.
- . 2003. « Louis Bourguet et le modèle des corps organiques ». In *Antonio Vallisneri. L'edizione del testo scientifico d'età moderna*, édité par Maria Teresa Monti, 3-31. Firenze: Olschki.
- . 2004. « L'organisation du vivant: émergence ou survenance ». *Sens public*.
- . 2006a. « Charles Bonnet's Neo-Leibnizian Theory of Organic Bodies ». In *The Problem of Animal Generation in Early Modern Philosophy*, édité par Justin E. H. Smith, 285-314. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 2006b. « “Essential force” and “Formative force”: models of epigenesis in the 18th century ». In *Self-organization and emergence in life sciences*, édité par Bernard Feltz, M. Crommelinck, et P. Goujon. Dordrecht: Springer.
- . 2010a. *Leibniz le vivant et l'organisme*. Mathesis. Paris: J. Vrin.

- . 2010b. « Rôle du couple “structure/fonction” dans la constitution de la biologie comme science ». In *Les fonctions : des organismes aux artefacts*, édité par Jean Gayon et Armand de Ricqlès, 43-64. Paris: Presses Universitaires de France.
- . 2011. « Leibniz vs. Stahl on the Way Machines of Nature Operate ». In *Machines of Nature and Corporeal Substances in Leibniz*, édité par Justin E. H. Smith et O. Nachtomy, 11-28. The New Synthese Historical Library, vol 67. Springer, Dordrecht.
- . 2012. [1982]. *La physiologie des Lumières empirisme, modèles et théories*. Histoire et philosophie des sciences 5. Paris: Classiques Garnier.
- . 2014. « Blumenbach on teleology and the laws of vital organization ». *Verifische* 43 (1-3): 113-35.
- . 2016. « Laws of Organization and Chemical Analysis: Blainville and Müller ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 38 (4).
- . 2018. *Organisme et corps organique de Leibniz à Kant*. Paris: Vrin.
- DUCHESNEAU, François, Jean-Jacques Kupiec, et Michel Morange, éd. 2013. *Claude Bernard. La méthode de la physiologie*. Editions de la rue d’Ulm.
- DUCHESNEAU, François, et Justin E. H. Smith. 2016. *The Leibniz-Stahl Controversy*. New Haven London: Yale University Press.
- DUFLO, Colas. 2003. « Diderot et Ménuret de Chambaud ». *Recherches sur Diderot et sur l’Encyclopédie*, n° 34 (avril).
- DUMAS, Marie-Noëlle. 1976. *La pensée de la vie chez Leibniz*. Paris, France: J. Vrin.
- DUPONT, Jean-Claude. 2007. « Pre Kantian Revival of Epigenesis: Caspar Friedrich Wolff’s De formatione intestinorum (1768-69) ». In *Understanding Purpose. Collected Essays on Kant and Philosophy of Biology*, édité par Philippe Huneman, 37-49. University of Rochester Press/North American Kant Society Studies in Philosophy.
- DUPONT, Jean-Claude, Stéphane Schmitt, et Michel Morange, éd. 2003. *Du feuillet au gène une histoire de l’embryologie moderne, fin XVIIIe - XXe siècle*. Paris: Éd. Rue d’Ulm.
- DUPRE, John. 2008. *The Constituents of Life*. Uitgeverij van Gorcum.
- . 2012. *Processes of life essays in the philosophy of biology*. Oxford New York: Oxford University Press.
- DUPRE, John, et Maureen O’malley. 2009. « Varieties of Living Things: Life at the Intersection of Lineage and Metabolism ». *Philosophy & Theory in Biology* 1.

- DUPRE, John, et Daniel J. Nicholson. éd. 2018. *Everything Flows: Towards a Processual Philosophy of Biology*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- DUTREUIL, Sébastien. 2016. « Gaïa: hypothèse, programme de recherche pour le système terre, ou philosophie de la nature ? » Thèse de doctorat, Paris, France: Université Panthéon-Sorbonne.
- ELLENZWEIG, Sarah, et John H. Zammito, éd. 2017. *The New Politics of Materialism: History, Philosophy, Science*. London New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- ETXEBERRIA, Arantza. 2016. « Active matter, organisms and their others ». *Ludus Vitalis* 20 (37): 253–262.
- FELTZ, Bernard, M. Crommelinck, et P. Goujon, éd. 2006. *Self-organization and emergence in life sciences*. Dordrecht: Springer.
- FERRARIO, Chiara E., et Luigi Corsi. 2013. « Vitalism and Teleology in Kurt Goldstein's Organismic Approach ». In *Vitalism and the Scientific Image in Post-Enlightenment Life Science, 1800-2010*, édité par Sebastian Normandin et Charles T. Wolfe, 205-41. Dordrecht: Springer Netherlands.
- FICHANT, Michel. 2003. « Leibniz et les machines de la nature ». *Studia leibnitiana* XXXV (1): 1-28.
- FIGLIO, K. M. 1976. « The Metaphor of Organization: An Historiographical Perspective on the Bio-Medical Sciences of the Early Nineteenth Century ». *History of Science* 14 (1): 17-53.
- FLECK, Ludwik. 2005. *Genèse et développement d'un fait scientifique*. Édité par Ilana Löwy et Bruno Latour. Traduit par Nathalie Jas. Paris, France: Les Belles Lettres, 2005.
- FLOKIN, Marcel. 1971. « Des forces de vie à la bioénergétique. » *Revue d'histoire des sciences* 24 (4): 289-98.
- . 1972. *A History of Biochemistry. Part I. Proto-Biochemistry. Part II. From Proto-Biochemistry to Biochemistry*. Édité par Marcel Florkin et Elmer H. Stotz. Vol. 30. 34 vol. Comprehensive Biochemistry. Amsterdam; London: Elsevier.
- FODOR, Jerry. 1974. « Special sciences and the disunity of science as a working hypothesis », *Synthese*, 28 : 97-115.
- FORTERRE, Patrick, Louis d'Hendecourt, et Christophe Malaterre. 2013. *De l'inerte au vivant une enquête scientifique et philosophique*. 360. Montreuil: la Ville brûle.
- FOUCAULT, Michel. 1966. *Les Mots et les choses*. Paris: Gallimard.

- . 1970a. « Exposé et discussion ». *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications* 23 (1): 63–92.
- . 1970b. « La situation de Cuvier dans l'histoire de la biologie ». *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications* 23 (1): 63–69.
- . 1984. *Histoire de la sexualité II. L'usage des plaisirs*. Paris: Gallimard.
- FOX KELLER, Evelyn. 2002. *Making sense of life explaining biological development with models, metaphors, and machines*. Cambridge (Mass.) London: Harvard University Press.
- . 2004. *Expliquer la vie modèles, métaphores et machines en biologie du développement*. Édité par Stéphane Schmitt. Paris: Gallimard.
- . 2008. « Organisms, Machines, and Thunderstorms: A History of Self-Organization (I) ». *Historical Studies in the Natural Sciences* 38 (1): 45-75.
- . 2009. « Organisms, Machines, and Thunderstorms: A History of Self-Organization (II) ». *Historical Studies in the Natural Sciences* 39 (1): 1-31.
- . 2010. « Self-organization, self-assembly, and the inherent activity of matter ». *Salvia Smaskrifter*, n° 12: 7-26.
- . 2011. « Self-Organization, Self-Assembly, and the Inherent Activity of Matter ». In *Transformations of Lamarckism*, édité par Snait B. Gissis et Eva Jablonka, 357-64. The MIT Press.
- FRUTON, Joseph. 1972. *Molecules and life. Historical essays on the interplay of chemistry and biology*. New York London Sydney [etc.].
- . 1982. *A bio-bibliography for the history of the biochemical sciences since 1800*. Philadelphia: American Philosophical Society.
- . 1985. *A supplement to « A bio-bibliography for the history of the biochemical sciences since 1800 »*. Philadelphia: American Philosophical Society.
- . 1990. *Contrasts in scientific style: research groups in the chemical and biochemical sciences*. Philadelphia: American Philosophical Society.
- . 2002. *Methods and styles in the development of chemistry / Joseph S. Fruton*. Memoirs of the American Philosophical Society held at Philadelphia for promoting useful knowledge: v. 245. Philadelphia : American Philosophical Society, 2002.
- . 2006. *Fermentation: Vital or chemical process?* Leiden, Boston: Brill.
- FRY, Iris. 2000. *The emergence of life on Earth: a historical and scientific overview*. New Brunswick, N.J., Etats-Unis d'Amérique: Rutgers University Press.

- GABBEY, Alan. 2002. « Newton, active powers, and the mechanical philosophy ». In *The Cambridge companion to Newton*, édité par I. Bernard Cohen et Justin E. H Smith, 329-57. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- GAMBAROTTO, Andrea. 2014a. « Teleology Beyond Regrets: On the Role of Schelling's Organicism in Treviranus' Biology ». *Verifiche* 43 (1-4): 137–153.
- . 2014b. « Vital Forces and Organization: Philosophy of Nature and Biology in Karl Friedrich Kielmeyer ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 48 (décembre): 12-20..
- . 2017. *Vital forces, teleology and organization: philosophy of nature and the rise of biology in Germany*. Dordrecht: Springer.
- GANTI T. 2003. *The Principles of Life*. New-York, Oxford University Press.
- GARBER, Daniel, et Roux, éd. 2013. *Introduction to the mechanization of natural philosophy*. New York: Springer.
- GAUKROGER, Stephen. 2000. « The Resources of a Mechanist Physiology and the Problem of Goal-Directed Processes ». In *Descartes' Natural Philosophy*, édité par John Schuster, Stephen Gaukroger, et John Sutton, 383–400. London, New York : Routledge.
- . 2002. *Descartes' System of Natural Philosophy*. Cambridge, UK; New York, NY: Cambridge University Press.
- . 2016. « Kant and the Nature of Matter: Mechanics, Chemistry, and the Life Sciences ». *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 58 (août): 108-14.
- GAYON, Jean. 1991. « Un objet singulier dans la philosophie biologique bernardienne : l'hérédité ». In *La nécessité de Claude Bernard*, édité par Jacques Michel, 169-82. Epistémologie et philosophie des sciences. Klincksieck.
- . 1992a. « Animalité et végétalité dans les représentations de l'hérédité ». *Revue de synthèse* 4 (3): 49-61.
- . , éd. 1992b. *Buffon 88 actes du colloque international pour le bicentenaire de la mort de Buffon (Paris, Montbard, Dijon, 14-22 juin 1988)*. Paris, Lyon : Vrin.
- . 1994. « Le vitalisme entre vie et mort dans la pensée des lumières ». In *Philosopher sans frontières. Hommage à Joachim Kopper*, 99-119. Éditions universitaires de Dijon.
- . 1995. « De la philosophie biologique dans l'œuvre historique de Jacques Roger (postface) ». In *Pour une histoire des sciences à part entière*, par Jacques Roger et Claude Blanckaert, 459-71. Paris: Albin Michel.

- . 1996a. « De la catégorie de style en histoire des sciences ». *Alliage: Culture - Science - Technique*, 13-25.
- . 1996b. « Les réflexions méthodologiques de Claude Bernard : contexte et origines ». *Bulletin d'Histoire et d'épistémologie des sciences de la vie* 3 (1): 75-81.
- . 1998b. « Le déterminisme: origines d'un mot, évaluation d'une idée. » In *Turbulence et déterminisme*, édité par Marcel Lesieur. Grenoble: Grenoble Sciences.
- . 1998c. « The Concept of Individuality in Canguilhem's philosophy of biology ». *Journal of the History of Biology* 31 (3): 305-25.
- . 1999a. « Nietzsche, le déchet et la sélection ». In *Le déchet, le rebut et le rien*, 70-79. Champvallon.
- . 1999b. « On the Uses of the Category of Style in the History of Science ». *Philosophy & Rhetoric* 32 (3): 233-46.
- . 2004. « A quoi servent les philosophes... de la biologie ». *Vivant: L'actualité des sciences et débats sur le vivant*, n° 2.
- . 2005. « De la biologie comme science historique ». In *Actualité de Cournot*, édité par Thierry Martin, 87-108.
- . 2006. « Les réflexions méthodologiques de Claude Bernard : structure, contexte, origines ». In *L'épistémologie française 1830-1970*, édité par Jean Gayon et Michel Bitbol, 231-51. Presses Universitaires de France.
- . 2008. « De la biologie à la philosophie de la biologie ». In *Questions vitales. Vie biologique, vie psychique*, édité par Françoise Monnoyeur, 83-95. Philosophie-épistémologie. Kimé.
- . 2009. « Philosophy of Biology: An Historico-Critical Characterization ». In *French Studies In The Philosophy Of Science*, édité par Anastasios Brenner et Jean Gayon, 201-12. Dordrecht: Springer Netherlands.
- . 2010. « Defining Life: Synthesis and Conclusions ». *Origins of Life and Evolution of Biospheres* 40 (2): 231-44.
- . 2011. « Vitalisme et philosophie de la biologie ». In *Repenser le vitalisme*, édité par Pascal Nouvel. Paris: PUF.
- . 2014. « Biologie et philosophie de la biologie: paradigmes ». In *Précis de philosophie de la biologie*, édité par Thierry Hoquet et Merlin, 11-24. Vuibert.
- GAYON, Jean, et Michel Bitbol, éd. 2015. *L'épistémologie française 1830-1970 (2e édition)*. Paris: Matériologiques.

- GAYON, Jean, Christophe Malaterre, Michel Morange, Florence Raulin-Cerceau, et Stéphane Tirard, éd. 2010. *Defining life*. Springer.
- GAYON, Jean, et Armand de Ricqlès, éd. 2010. *Les fonctions: des organismes aux artefacts*. 1re éd. Science, histoire et société. Travaux et recherches. Paris: Presses universitaires de France.
- GEISON, Gerald L. 1969. « The Protoplasmic Theory of Life and the Vitalist-Mechanist Debate ». *Isis* 60 (3): 273-92.
- . 1981. « Pasteur on Vital versus Chemical Ferments: A Previously Unpublished Paper on the Inversion of Sugar ». *Isis* 72 (3): 425-45.
- GERARD, R. W. 1961. « Quantification in Biology ». *Isis* 52 (2): 334-52.
- GIBSON, Daniel G., John I. Glass, Carole Lartigue, Vladimir N. Noskov, Ray-Yuan Chuang, Mikkel A. Algire, Gwynedd A. Benders, et al. 2010. « Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome ». *Science* 329 (5987): 52.
- GIBSON, S. 2015. *Animal, vegetable, mineral? How eighteenth-century science disrupted the natural order*. Oxford: Oxford University Press.
- GIERER, A. 1996. « Organisms-Mechanisms: Stahl, Wolff and the Case against Reductionist Exclusion ». *Science in Context* 9 (4): 196-200.
- GILBERT, Scott F., Jan Sapp, et Alfred I. Tauber. 2012. « A symbiotic view of life: we have never been individuals ». *The Quarterly review of biology* 87 (4): 325–341.
- GILBERT, Scott F., et Sahotra Sarkar. 2000. « Embracing Complexity: Organicism for the 21st Century ». *Developmental Dynamics* 219 (1): 1-9.
- GILLISPIE, Charles. 2016. *The Edge of Objectivity - an Essay in the History of Scientific Ideas*. Princeton: Princeton University Press.
- GINSBORG, Hannah. 2001. « Kant on Understanding Organisms as Natural Purposes ». In *Kant and the Sciences*, édité par Eric Watkins, 231-54. Oxford University Press.
- GISSIS, Snait B. 2014. « The Continuing Vitality of the Problématique of Vitalism? » *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 47: 196-200.
- GISSIS, Snait B., Eva Jablonka, et Anna Zeligowski, éd. 2011. *Transformations of Lamarckism from subtle fluids to molecular biology*. Vienna series in theoretical biology. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- GOTTHELF, Allan, et James G. Lennox, éd. 1987. *Philosophical issues in Aristotle's biology*. Cambridge New York Melbourne [etc.]: Cambridge University Press.

- GOUHIER, Henri. 1979. « Blainville et Auguste Comte. » *Revue d'histoire des sciences* 32 (1): 59-72.
- GOULD, Stephen Jay. 1977. « Eternal Metaphors of Palaeontology ». Édité par A. Hallam. *Developments in Palaeontology and Stratigraphy* 5 (Patterns of evolution as illustrated by the fossil record): 1-26.
- GOULD, Stephen Jay. 1990. *Aux racines du temps*. Paris : Grasset.
- GOUREVITCH, Danielle. 1974. « Le menu de l'homme libre, recherches sur l'alimentation et la digestion dans les œuvres en prose de Sénèque le philosophe ». École Française de Rome.
- GOY, Ina. 2014. « Epigenetic Theories: Caspar Friedrich Wolff and Immanuel Kant ». In *Kant's Theory of Biology*, édité par Ina Goy et Eric Watkins, 43-60. Berlin, Boston: De Gruyter.
- GOY, Ina, et Eric Watkins, éd. 2014. *Kant's theory of biology*. Boston (Mass.) Berlin: De Gruyter.
- GRENE, Marjorie, et David J. Depew. 2004. *The Philosophy of Biology: An Episodic History*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- GRIFFITHS P., Stotz S. 2013. *Genetics and Philosophy: An Introduction*. Cambridge : Cambridge University Press
- GRMEK, Mirko Dražen. 1962a. *L'introduction de l'expérience quantitative dans les sciences biologiques*. [Les conférences du Palais de la Découverte] no. 83. [Paris: Palais de la Découverte].
- . 1972. « A survey of the mechanical interpretations of life ». In *Biology, History and Natural Philosophy*, édité par A.D. Breck et W. Yougrau, 181-95. New York: Plenum Press.
- . 1991. *Claude Bernard et la méthode expérimentale*. Paris: Payot.
- . 1997. *Le legs de Claude Bernard*. Paris: Fayard.
- GROTE, Mathias, et Lara Keuck. 2015. « Conference Report “Stoffwechsel. Histories of Metabolism”, Workshop Organized by Mathias Grote at Technische Universität Berlin, November 28–29th, 2014 ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 37 (2): 210-18.
- GUILLERME, André. 2012. « La chimie parisienne entre artisanat et industrie (1760–1830) ». *Comptes Rendus Chimie* 15 (7): 569-79.

- GUILLO, Dominique. 2003. *Les figures de l'organisation sciences de la vie et sciences sociales au XIXe siècle*. Paris: Presses universitaires de France.
- GULDI, Jo, et David Armitage. 2014. *The History Manifesto*. <http://historymanifesto.cambridge.org/files/4714/1880/4698/historymanifesto.pdf>.
- GUTHMAN, Julie, Garrett Broad, Kendra Klein, et Hannah Landecker. 2014. « Beyond the Sovereign Body ». *Gastronomica: The Journal of Food and Culture* 14 (3): 46-55.
- GUYER, Paul. 2001. « Organisms and the Unity of Science ». In *Kant and the Sciences*, édité par Eric Watkins, 259-80. Oxford University Press.
- HALL, Alfred Rupert. 1983. *The revolution in science, 1500-1750*. London: Longman.
- HALL, Thomas S. 1968. « On biological analogs of Newtonian paradigms ». *Philosophy of Science* 35 (1): 6-27.
- . 1969. *Ideas of life and matter studies in the history of general physiology, 600 B.C.-1900 A.D.* Chicago: University of Chicago Press.
- HALPERN, Bernard. 1966. « Concepts philosophiques de Claude Bernard d'après l'Introduction à l'étude de la Médecine expérimentale ». *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, 97-114.
- HANSEN, Michel. 1988. « Viandes et nourriture dans le «Gargantua» ou les métamorphoses du banquet ». *Bulletin de l'Association d'étude sur l'humanisme, la réforme et la renaissance* 26 (1): 5-22.
- HARAWAY, Donna. 1976. *Crystals, Frabrics, and Fields: Metaphors that Shape Embryos*. New Haven: Yale University Press. HEIN, Hilde. 1969. « Molecular biology vs. organicism: The enduring dispute between mechanism and vitalism ». *Synthese* 20 (2): 238-53.
- HEMPEL, Carl Gustav. 1966. *Philosophy of natural science*. Prentice-Hall foundations of philosophy series. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- HENRY, John. 1986. « Occult Qualities and the Experimental Philosophy: Active Principles in Pre-Newtonian Matter Theory ». *History of Science* 24 (4): 335-81.
- HOFFHEIMER, Michael H. 1982. « Maupertuis and the Eighteenth-Century Critique of Preexistence ». *Journal of the History of Biology* 15 (1): 119-44.
- HOFFMANN, Paul. 1991a. « La controverse Leibniz-Stahl sur la nature de l'âme ». *Studies on Voltaire and the 18th century*, n° 99: 237-49.
- . 1991b. « L'âme et les passions dans la philosophie médicale de Georg-Ernest Stahl ». *Dix-Huitième Siècle Physiologie et médecine* (23): 31-42.

- HOLMES, Frederic L. 1963. «Elementary Analysis and the Origins of Physiological Chemistry ». *Isis* 54 (1): 50-81.
- . 1971. « Analysis by Fire and Solvent Extractions: The Metamorphosis of a Tradition ». *Isis* 62 (2): 129-48.
- . 1974. *Claude Bernard and animal chemistry: the emergence of a scientist*. Cambridge, Mass., Etats-Unis d'Amérique: Harvard University Press.
- . 1984. « Lavoisier and Krebs: The individual scientist in the near and deeper past ». *Isis* 75 (1): 131–142.
- . 1989. *Eighteenth-Century Chemistry as an Investigative Enterprise*. Berkeley: University of California at Berkeley.
- . 1992. *Between biology and medicine: the formation of intermediary metabolism*. Berkeley, CA, Etats-Unis d'Amérique: Office for History of Science and Technology, University of California at Berkeley.
- . 2003. « Chemistry in the Académie Royale des Sciences ». *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 34 (1): 41-68.
- HOLTON, G. 1975. « On the Role of Themata in Scientific Thought ». *Science* 188 (4186): 328-34.
- . 1978. *The scientific imagination: case studies*. Cambridge (Mass.) London New York Melbourne: Cambridge Univ. Press.
- . 1998. *The Scientific Imagination: With a New Introduction*. Cambridge, Mass.: Harvard Univ. Press.
- HOQUET, Thierry. 2005. *Buffon: histoire naturelle et philosophie*. Paris, France: H. Champion, 2005.
- . 2009. *L'héritage de Buffon*. Dijon: Éd. universitaires de Dijon.
- HORSTMANSHOFF, Manfred, Helen King, et Claus Zittel, éd. 2012. *Blood, Sweat and Tears: The Changing Concepts of Physiology from Antiquity into Early Modern Europe*. Leiden: Brill.
- HOULGATE, Stephen, éd. 1998. *Hegel and the philosophy of nature*. Albany: State University of New York Press.
- HUNEMAN, Philippe. 1998. *Bichat, la vie et la mort*. Philosophies 111. Paris: Presses universitaires de France.
- . 2005. « Kant's Critique of the Leibnizian Conception of Organisms: An Unnoticed Cornerstone of Criticism ». *Yeditipe Felisifi*, n° 25: 114-50.

- . 2006a. « From the critique of judgment to the hermeneutics of nature: Sketching the fate of philosophy of nature after Kant ». *Continental Philosophy Review* 39 (1): 1-34.
- . 2006b. « Naturalising purpose: From comparative anatomy to the ‘adventure of reason’ ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 37 (4): 649-74.
- . 2007a. « Reflexive judgement and wolffian embryology: Kant’s shift between the first and the third Critique ». In *Understanding Purpose. : Collected Essays on Kant and Philosophy of Biology*, édité par Philippe Huneman, 75-100. University of Rochester Press.
- . 2007b. « The Kantian Legacy in Nineteenth-Century Science ». *Isis: A Journal of the History of Science* 98: 646-47.
- . , éd. 2007c. *Understanding purpose: Kant and the philosophy of biology*. North American Kant Society studies in philosophy 8. Rochester, NY: Univ. of Rochester Press.
- . 2008a. *Métaphysique et biologie Kant et la constitution du concept d’organisme*. Paris: Editions Kimé.
- . 2008b. « Montpellier Vitalism and the Emergence of Alienism in France: The Case of the Passions ». *Science in Context* 21 (4): 615.
- . 2009. « L’individualité biologique et la mort ». *Philosophie* 102 (2): 63.
- . 2010. « Assessing the Prospects for a Return of Organisms in Evolutionary Biology ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 32 (2/3): 341-71.
- . 2013. « Écrire le cas? Pinel aliéniste ». *Philosophie* 120 (4): 67.
- . 2014. « Kant vs. Leibniz in the Second Antinomy: Organisms Are Not Infinitely Subtle Machines ». *Kant-Studien* 105 (2): 155-95.
- . 2017. « Kant’s Concept of Organism Revisited: A Framework for a Possible Synthesis between Developmentalism and Adaptationism? » *The Monist* 100 (3): 373-90.
- HUNEMAN, Philippe, et Patrick Singy. 2008. *Expérience et observation dans les sciences de la vie au XVIIIe siècle*. Paris: Ed. Kiné.
- HUNEMAN, Philippe, et Charles T. Wolfe. 2010. « Introduction ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 32 (2/3): 147-54.
- . 2010. « The concept of organism: historical philosophical, scientific perspectives ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 32 (2/3).

- . 2017. « Man-Machines and Embodiment: From Cartesian Physiology to Claude Bernard's 'Living Machine' ». In *Embodiment. A History*, édité par Justin E. H. Smith. Oxford philosophical concepts series. New York: Oxford University Press.
- HUNTER, Graeme K. 2000. *Vital forces the discovery of the molecular basis of life*. San Diego [etc.]: Academic Press.
- HUTCHINS, Barnaby R. 2016. « Descartes and the Dissolution of Life ». *The Southern Journal of Philosophy* 54 (2): 155–173.
- HUTTER, Thiago, Carine Gimbert, Frédéric Bouchard, et François-Joseph Lapointe. 2015. « Being Human Is a Gut Feeling ». *Microbiome* 3 (1): 9.
- ILLETTERATI, Luca. 2014. « The concept of organism in Hegel's philosophy of nature ». *Verifiche* XLII (1-4): 155-65.
- INGENSIER, Hans Werner. 2006. « Organism, Epigenesis, and Life in Kant's Thinking – Biophilosophy between transcendental philosophy, intuitive analogy, and empirical ontology ». *Annals of the History and Philosophy of Biology* 11: 59-84.
- JACOB, François. 1970. *La logique du vivant une histoire de l'hérédité*. Paris: Gallimard.
- JACQUES, Jean. 1950. « Le vitalisme et la chimie organique pendant la première moitié du XIXème siècle. » *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications* 3 (1): 32-66.
- . 1985. « Le « Cours de chimie de G.-F. Rouelle recueilli par Diderot » ». *Revue d'histoire des sciences* 38 (1): 43-53.
- JAMES L. Larson. 1979. « Vital Forces: Regulative Principles or Constitutive Agents? A Strategy in German Physiology, 1786-1802 ». *Isis* 70 (2): 235-49.
- JENNINGS, H. S. 1918. « Mechanism and Vitalism ». *The Philosophical Review* 27 (6): 577.
- JOLY, Bernard. 2007. « À propos d'une prétendue distinction entre la chimie et l'alchimie au xviiè siècle : Questions d'histoire et de méthode ». *Revue d'histoire des sciences* 60 (1): 167.
- . 2014a. « Les Affinités électives de Goethe : entre science et littérature ». *Methodos*, n° 6 (février).
- . 2014b. « Un siècle de chimie à l'Académie royale des sciences de sa création (1666) à l'arrivée de Lavoisier (1768): Introduction ». *Methodos*, n° 12 (février).
- JONAS, Hans. 1966. *The phenomenon of life toward a philosophical biology*. A Phoenix book. New York: Harper & Row.
- JOUANNA, Jacques. 1992. *Hippocrate*. Paris: Fayard.

- KAITARO, Timo. 1997. *Diderot's holism philosophical anti-reductionism and its medical background*. Europäische Studien zur Ideen- und Wissenschaftsgeschichte 4. Frankfurt am Main Berlin New York [etc.]: P. Lang.
- . 2008. « Can Matter Mark the Hours? Eighteenth-Century Vitalist Materialism and Functional Properties ». *Science in Context* 21 (4): 581.
- KANZ, K.T. 2002. « Von der BIOLOGIA zur Biologie. Zur Begriffsentwicklung und Disziplingenese vom 17. bis zum 20. Jahrhundert ». In *Die Entstehung biologischer Disziplinen II. Beiträge zur 10. Jahrestagung der DGGTB in Berlin 2001*, édité par U. Hoßfeld et T. Junker, (Verhandlungen zur Geschichte und Theorie der Biologie, 9):9-30. Berlin: VWB.
- KIM, Jaegwon. 2005. *Physicalism, or Something Near Enough*. Princeton : Princeton University Press,
- KIM, M. G. 2003. *Affinity, that Elusive Dream*. Cambridge: MIT Press.
- KING, R. 1994. « John Hunter and the Natural History of the Human Teeth: Dentistry, Digestion, and the Living Principle ». *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 49 (4): 504-20.
- KING, R.A.H. 2000. *Aristotle on life and death*. London: Duckworth.
- KIRSCHNER, Marc, John Gerhart, et Tim Mitchison. 2000. « Molecular “Vitalism” ». *Cell* 100 (1): 79-88.
- KLEIN, Ursula. 2003. *Experiments, models, paper tools: cultures of organic chemistry in the nineteenth century*. Stanford: Stanford University Press.
- . 2008. « The Laboratory Challenge: Some Revisions of the Standard View of Early Modern Experimentation ». *Isis* 99 (4): 769-82.
- KLEIN, Ursula, et Wolfgang Lefèvre. 2007. *Materials in eighteenth-century science: a historical ontology*. Transformations. Cambridge, Mass: MIT Press.
- KOHLER, Robert. 1971. « The background to Eduard Buchner's discovery of cell-free fermentation ». *Journal of the History of Biology* 4 (1): 35–61.
- . 1973. « The Enzyme Theory and the Origin of Biochemistry ». *Isis* 64 (2): 181-96.
- . 1982. *From medical chemistry to biochemistry: the making of a biomedical discipline*. Cambridge: Cambridge University Press.
- KOYRE, Alexandre. 1957. *From the closed world to the infinite universe*. Baltimore: Johns Hopkins press.

- KUHN, Thomas. 1962. « Historical Structure of Scientific Discovery ». *Science (New York, N.Y.)* 136 (3518): 760-64.
- . 1976. « Mathematical vs. Experimental Traditions in the Development of Physical Science ». *Journal of Interdisciplinary History* 7 (1): 1-31.
- . 1983. *La structure des révolutions scientifiques*. Paris: Flammarion.
- . 1990. *La tension essentielle: tradition et changement dans les sciences*. Traduit par Michel Biezunski, Pierre Jacob, et Andrée Lyotard-May. Paris: Gallimard.
- KUPIEC, Jean-Jacques, éd. 2013. *La vie, et alors? débats passionnés d'hier et d'aujourd'hui*. [Regards]. Paris: Belin-Pour la science.
- LANDECKER, Hannah. 2011. « Food as exposure: Nutritional epigenetics and the new metabolism ». *BioSocieties* 6 (2): 167–194.
- . 2013. « Postindustrial metabolism: fat knowledge ». *Public Culture* 25 (3 71): 495–522.
- . 2015. « Being and eating: Losing grip on the equation ». *BioSocieties* 10 (2): 253–258.
- . 2016. « It Is What It Eats: Chemically Defined Media and the History of Surrounds ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 57: 148-60.
- LAKATOS, Imre. 1970. « History of Science and its Rational Reconstructions ». *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* 1970: 91-136.
- LAWRENCE, Christopher, et Steven Shapin, éd. 1998. *Science incarnate historical embodiments of natural knowledge*. Chicago, Ill. London: The University of Chicago press.
- LAZEBNIK, Yuri. 2002. « Can a biologist fix a radio? – Or, what I learned while studying apoptosis ». *Cancer Cell* 2 (3): 179-82.
- LECORNU LEHMAN, Christine. 2006. *Gabriel-François Venel (1723-1775) sa place dans la chimie française du XVIIIe siècle*. Édité par Bernadette Bensaude-Vincent et Université Paris Nanterre. Lille: ANRT.
- . 2011. *Les multiples facettes des cours de chimie en France au milieu du XVIIIe siècle*. Lyon: École normale supérieure de Lyon.
- LECORNU LEHMAN, Christine, et François Pépin, éd. 2009. *La chimie et l'Encyclopédie*. Nanterre: Université Paris Ouest Nanterre La Défense.
- LEHNINGER, Albert L., David Lee Nelson, et Michael M. Cox. 2017. *Lehninger principles of biochemistry*. 7th edition. New York : W.H. Freeman.

- LENNOX, James G. 2001. *Aristotle's philosophy of biology studies in the origins of life science*. Cambridge studies in philosophy and biology. [Cambridge] [etc.]: Cambridge University Press.
- LENOIR, Timothy. 1980. « Kant, Blumenbach, and vital materialism in German biology ». *Isis* 71 (1): 77–108.
- . 1981a. « The Göttingen School and the Development of Transcendental Naturphilosophie in the Romantic Era ». *Studies in History of Biology* 5: 111-205.
- . 1981b. « Teleology without regrets. The transformation of physiology in Germany: 1790–1847 ». *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 12 (4): 293-354.
- . 1989. *The strategy of life teleology and mechanics in nineteenth-century German biology*. Chicago London: The University of Chicago press.
- LEQUAN, Mai. 2010. « 1797-1799: d'une « philosophie de la chimie » au chimisme en philosophie. Les premiers écrits de Schelling sur la nature ». *Dix-huitième siècle* 42 (1): 491.
- LEQUAN, Mai, et Bernadette Bensaude-Vincent. 2010. *Chimie et philosophie*. Paris: La Découverte.
- LESCH, John E. 1984. *Science and medicine in France: the emergence of experimental physiology, 1790-1855*. Cambridge (Mass.), Etats-Unis d'Amérique, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord.
- LESIEUR, Marcel, éd. 1998. *Turbulence et déterminisme*. Grenoble Sciences. Grenoble: Presses universitaires de Grenoble.
- LEVERE, Trevor Harvey. 2001. *Transforming matter: a history of chemistry from alchemy to the buckyball*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- LEVINS, Richard, et Richard Charles Lewontin. 1985. *The dialectical biologist*. Cambridge Londres: Harvard University Press.
- LEWENS, Tim. 2004. *Organisms and artifacts design in nature and elsewhere*. Cambridge, Mass. London: MIT Press.
- LIDGARD, Scott, et Lynn K. Nyhart, éd. 2017. *Biological Individuality: Integrating Scientific, Philosophical, and Historical Perspectives*. University of Chicago Press.
- LIPMAN, Timothy O. 1964. « Wohler's Preparation of Urea and the Fate of Vitalism ». *Journal of Chemical Education* 41 (8): 452.

- . 1967. « Vitalism and Reductionism in Liebig's Physiological Thought ». *Isis* 58 (2): 167-85.
- LOEB, Jacques. 1912. *The mechanistic conception of life: biological essays*. Chicago: The University of Chicago press.
- LOISON, Laurent. 2010. *Qu'est-ce que le néolamarckisme ? les biologistes français et la question de l'évolution des espèces, 1870-1940*. Paris: Vuibert.
- . 2012. « L'«ordre biologique» selon André Lwoff ». In *Une nouvelle connaissance du vivant: François Jacob, André Lwoff et Jacques Monod*, édité par Claude Debru, Michel Morange, et Frédéric Worms, 15-25. Paris: Editions de la rue d'Ulm.
- . 2015. « Pourquoi refuser la théorie cellulaire ? Le projet d'une anatomie chimique chez Charles Robin (1821-1885) ». *Revue d'histoire des sciences* 68 (1): 23.
- . 2016. « The Microscope against Cell Theory: Cancer Research in Nineteenth-Century Parisian Anatomical Pathology ». *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 71 (3): 271-92.
- LOOK, Brandon C. 2006. « Blumenbach and Kant on Mechanism and Teleology in Nature: The Case of the Formative Drive ». In *The Problem of Animal Generation in Early Modern Philosophy*, édité par Justin E. H. Smith, 355-72. Cambridge: Cambridge University Press.
- LOVEJOY, Arthur Oncken. 1966. *The great chain of being a study of the history of an idea*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- LOVELOCK, James. 2009. *The Vanishing Face of Gaia: A Final Warning*. London: Allen Lane, Penguin.
- LUISI, Pier Luigi. 2006. *The emergence of life from chemical origins to synthetic biology*. Cambridge New York Melbourne [etc]: Cambridge University Press.
- LUNTEREN, Frans van. 2016. « Clocks to Computers: A Machine-Based “Big Picture” of the History of Modern Science ». *Isis* 107 (4): 762–776.
- MACHERY, Edouard. 2012. « Why I Stopped Worrying about the Definition of Life... and Why You Should as Well ». *Synthese* 185 (1): 145-64.
- MALATERRE, Christophe. 2007. « Le néo-vitalisme au XIXe siècle : une seconde école française de l'émergence ? » *Bulletin d'Histoire et d'épistémologie des sciences de la vie* 14 (1): 25-44.
- . 2010a. *Les origines de la vie: émergence ou explication réductive*. Paris: Hermann.

- . 2010b. « Lifeness Signatures and the Roots of the Tree of Life ». *Biology & Philosophy* 25 (4): 643-58.
- MARGEL, Serge. 1995. « Les nourritures de l'âme. Essai sur la fonction nutritive et séminale dans la biologie d'Aristote ». *Revue des Études Grecques* 108 (1): 91-106.
- MARGULIS, Lynn, et Dorion Sagan. 2002. *L'univers bactériel*. Édité par Lewis Thomas. Points S148. Paris: Ed. du Seuil.
- MARX, Charles, éd. 1984. *Médecine, science et technique recueil d'études rédigées à l'occasion du centenaire de la mort de Claude Bernard (1813-1878)*. Paris: Éd. du CNRS.
- MAUSKOPF, Seymour H., et Tad M. Schmaltz, éd. 2012. *Integrating history and philosophy of science problems and prospects*. Boston studies in the philosophy of science volume 263. Dordrecht (Pays-Bas) Heidelberg (Allemagne) London [etc.]: Springer.
- MAYNARD SMITH, J., Szathmáry E. 1995. *The Major Transitions in Evolution*, Oxford: Oxford University Press
- MCEVOY, John G. 2010. *The historiography of the chemical revolution patterns of interpretation in the history of science*. London Brookfield (Vt.): Pickering & Chatto.
- MCINTYRE, Lee. 2007. « Emergence and Reduction in Chemistry: Ontological or Epistemological Concepts? » *Synthese* 155 (3): 337-43.
- MCKIE, Douglas. 1944. « Wöhler's 'Synthetic' Urea and the Rejection of Vitalism: A Chemical Legend ». *Nature* 153 (3890): 608-10.
- MCLAUGHLIN, Peter. 1982. « Blumenbach Und Der Bildungstrieb. Zum Verhältnis von Epigenetischer Embryologie Und Typologischem Artbegriff ». *Medizinhistorisches Journal* 17 (4): 357-72.
- . 1990. *Kant's Critique of Teleology in Biological Explanation: antinomy and teleology*. Lewinston: Edwin Mellen Press.
- . 2002. « Naming Biology ». *Journal of the History of Biology* 35 (1): 1-4.
- MELI, Domenico Bertoloni. 2008. « The Collaboration between Anatomists and Mathematicians in the Mid-Seventeenth Century with a Study of Images as Experiments and Galileo's Role in Steno's Myology ». *Early Science and Medicine* 13 (6): 665-709.
- MENDELSON, Everett. 1964. « The changing nature of physiological explanation in the seventeenth century ». In *L'aventure de la science. Mélanges Alexandre Koyré*, 1:367-86. Paris: Hermann.

- . 1965. « Physical Models and Physiological Concepts: Explanation in Nineteenth-Century Biology ». *The British Journal for the History of Science* 2 (3): 201-19.
- . 1985. « The origin of life and the materialism problem ». *Revue de Métaphysique et de Morale* 90 (1): 15-28.
- MENDELSON, J. Andrew. 2003. « Lives of the cell ». *Journal of the History of Biology* 36 (1): 1–37.
- MENSCH, Jennifer. 2015. *Kant's Organicism: Epigenesis and the Development of Critical Philosophy*. Chicago; London: The University of Chicago Press.
- METRAUX, Alexandre. 2004. « 1064332 atomes et un cercle de vie. Quelques réflexions à peine philosophiques ». *Multitudes* 16 (2): 41.
- METZGER, Hélène. 1974. [1930]. *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique*. Paris, France: Librairie scientifique et technique Albert Blanchard.
- . 1969. *La genèse de la science des cristaux*. Nouveau tirage. Paris: A. Blanchard.
- MICHEL, Jacques. 1991. *La nécessité de Claude Bernard actes du colloque de Saint-Julien-en-Beaujolais des 8, 9 et 10 décembre 1989*. Paris: Méridiens-Klincksieck.
- MICHELINI F. 2012. « Hegel's notion of natural purpose. » *Stud Hist Philos Biol Biomed Sci*. 43(1):133-9
- MICHELINI, Wunsch et Stederth. 2018. « Philosophy of nature and organism's autonomy: on Hegel, Plessner and Jonas' theories of living beings ». *Hist Philos Life Sci*. 40(3):56.
- MONOD, Jacques. 1970. *Le hasard et la nécessité: essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*. Paris: Éditions du Seuil.
- MORANGE, Michel. 2000. « Georges Canguilhem et la biologie du XXe siècle/ Georges Canguilhem and twentieth-century biology ». *Revue d'histoire des sciences* 53 (1): 83-106.
- . 2016. *Une histoire de la biologie*. Paris: Éditions Points.
- MORENO, Alvaro, et Kepa Ruiz-Mirazo. 1999. « Metabolism and the Problem of Its Universalization ». *Biosystems* 49 (1): 45-61.
- MORENO A, Mossio M. 2015. *Biological autonomy. A philosophical and theoretical enquiry*. Dordrecht: Springer
- MORGAN, Conwy Lloyd. 1923. *Emergent evolution. The Gifford lectures, delivered in the University of St. Andrews in the year 1922*. London: Williams and Norgate.

- MOSSIO, Matteo, et Leonardo Bich. 2017. «What Makes Biological Organisation Teleological?» *Synthese* 194 (4): 1089-1114.
- MOSSIO, Matteo, Maël Montévil, et Giuseppe Longo. 2016. «Theoretical Principles for Biology: Organization». *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 122 (1): 24-35..
- MOSSIO, Matteo, et Alvaro Moreno. 2010. «Organisational Closure in Biological Organisms». *History and Philosophy of the Life Sciences* 32 (2/3): 269-88.
- MÜLLER-WILLE, Staffan, et Hans-Jörg Rheinberger, éd. 2007. *Heredity produced at the crossroads of biology, politics, and culture, 1500-1870*. Cambridge (Mass.) London: the MIT Press.
- . 2012. *A cultural history of heredity*. Chicago London: The University of Chicago Press.
- MULTHAUF, R. P. 1955. «J. B. van Helmont's Reformation of the Galenic Doctrine of Digestion». *Bulletin of the History of Medicine* 29 (2): 154-63.
- MUNDAY, Pat. 1991. «Liebig's Metamorphosis: From Organic Chemistry to the Chemistry of Agriculture». *Ambix* 38 (3): 135-54.
- NACHTOMY, Ohad, et Justin E. H. Smith, éd. 2014. *The life sciences in early modern philosophy*. Oxford [New York]: Oxford University Press.
- NAGEL, Ernest. 1961. *The structure of science: problems in the logic of scientific explanation*. New York, Etats-Unis d'Amérique.
- NEEDHAM, Joseph. 1934. *A History of Embryology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 1950. *Biochemistry and morphogenesis*. Repr. Cambridge: University Press.
- ., éd. 2008. *The Chemistry of Life: Eight Lectures on the History of Biochemistry*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- NEEDHAM, Paul. 2000. «Le mixte ou la matière comme mélange: Aristote, Duhem et les conceptions contemporaines». In *Qu'est-ce que la matière*, édité par F Monnoyeur, 142-60. Paris, France: LGF.
- NELKIN D., Lindee S. 1995. *The DNA mystique: the gene as cultural icon*. New-York: Freeman.
- NELSON, David Lee, Michael M. Cox, et Albert L. Lehninger. 2017. *Lehninger principles of biochemistry*. 7th edition, International edition.
- NEWMAN, William R. 2004. *Promethean Ambitions: Alchemy and the Quest to Perfect Nature*. Chicago and London: University of Chicago Press.

- NICOGLOU, Antonine, et Charles T. Wolfe, éd. (2018). « Sketches of a Conceptual History of Epigenesis ». *History and Philosophy of the Life Sciences*.
- NOBLE, Denis. 2008. « Claude Bernard, the First Systems Biologist, and the Future of Physiology: Systems Biology and the Future of Physiology ». *Experimental Physiology* 93 (1): 16-26.
- NORMANDIN, Sebastian. 2007. « Claude Bernard and An Introduction to the Study of Experimental Medicine: “Physical Vitalism,” Dialectic, and Epistemology ». *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 62 (4): 495-528.
- NORMANDIN, Sebastian, et Charles T. Wolfe. 2013. *Vitalism and the scientific image in post-enlightenment life science, 1800-2010*. Dordrecht Heidelberg New York [etc.]: Springer.
- NOUVEL, Pascal, éd. 2011. *Repenser le vitalisme histoire et philosophie du vitalisme*. Science, histoire & société. Paris: Presses universitaires de France.
- NUÑO DE LA ROSA, Laura. 2010. « Becoming Organisms: The Organisation of Development and the Development of Organisation ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 32 (2/3): 289-315.
- NUÑO DE LA ROSA, Laura, et Arantza Etxeberriá. 2010. « Fue darwin el «newton de la brizna de hierba»? La herencia de Kant en la teoría darwinista de la evolución ». <http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:Endoxa-2010-24-1090>.
- NYE, Mary Jo. 1993. *From Chemical Philosophy to Theoretical Chemistry: Dynamics of Matter and Dynamics of Disciplines, 1800 - 1950*. Berkeley: Univ. of California Press.
- NYHART, Lynn K. 1995. *Biology Takes Form: Animal Morphology and the German Universities, 1800-1900*. Chicago: University of Chicago Press.
- . 2009. *Modern Nature. The Rise of the Biological Perspective in Germany*. Chicago: University of Chicago Press.
- OLMSTED, James Montrose Duncan, et Harris Olmsted. 1952. *Claude Bernard & the experimental method in medicine*. Life of science library No. 23. New York: H. Schuman.
- ORD, Margery G., et Lloyd A. Stocken, éd. 1995. *Foundations of modern biochemistry*. Greenwich, Conn.: Jai Press.
- ORLAND, Barbara. 2010. « The Invention of Nutrients – William Prout, Digestion and Alimentary Substances in the 1820s ». *Food and History* 8 (1): 149-68.
- . 2012. « The Fluid Mechanics of Nutrition: Herman Boerhaave’s Synthesis of Seventeenth-Century Circulation Physiology ». *Studies in History and Philosophy of*

- Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43 (2): 357-69.
- ORLAND, Barbara, et E.C. Spary. 2012. « Introduction ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43 (2): 317-22.
- OTIS, Laura. 2007. *Müller's lab*. Oxford New York: Oxford University Press.
- OYAMA, Susan. 1985. *The ontogeny of information: developmental systems and evolution*. London etc.; Cambridge University Press.
- . 2010. « Biologists behaving badly: Vitalism and the language of language ». *History and philosophy of the life sciences*, 401–423.
- PAGEL, Walter. 1955. « J.B. Van Helmont's Reformation of the Galenic Doctrine of Digestion, and Paracelsus ». *Bulletin of the History of Medicine* 29 (6): 563-68.
- . 1963. *Paracelse: introduction à la médecine philosophique de la Renaissance*. S. l.: Arthaud.
- . 1956. « Van Helmont's Ideas on Gastric Digestion and the Gastric Acid ». *Bulletin of the History of Medicine* 30 (6): 524-36.
- . 1982. *Joan Baptista Van Helmont, Reformer of science and medicine*. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 1986. *From Paracelsus to Van Helmont: Studies in Renaissance Medicine and Science*. London: Variorum Reprints.
- PARTINGTON, James Riddick. 1961. *A History of chemistry*. London New York: MacMillan St. Martin's press.
- PENNELL, Sara. 2012. « 'A Matter of so Great Importance to My Health': Alimentary Knowledge in Practice ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43 (2): 418-24.
- PENNOCK, Robert T. 2012. « Negotiating Boundaries in the Definition of Life: Wittgensteinian and Darwinian Insights on Resolving Conceptual Border Conflicts ». *Synthese* 185 (1): 5-20.
- PEPIN, François. 2010. « Diderot: la chimie comme modèle d'une philosophie expérimentale ». *Dix-huitième siècle* 42 (1): 445.
- . 2011. « La nécessité et l'aléatoire par delà le déterminisme: les Lumières et la biologie moléculaire ». In *Le hasard au cœur de la cellule*, par Jean-Jacques Kupiec, Olivier Gandrillon, Michel Morange, et Marc Silberstein, 254. Editions Matériologiques.

- . 2012. *La philosophie expérimentale de Diderot et la chimie philosophie, sciences et arts*. Paris: Classiques Garnier.
- . 2013. *Les matérialismes et la chimie*. Paris, Éditions Matériologiques.
- PICHOT, André. 1993. *Histoire de la notion de vie*. Paris: Gallimard.
- PIETRO, Pericle di. 1991. « La méthode de Spallanzani à travers sa correspondance ». *Dix-huitième Siècle*, 97-105.
- PINTO-CORREIA, Clara. 1997. *The Ovary of Eve. Egg and Sperm and Preformation*. Chicago: The University of Chicago Press.
- PIVETEAU, François Dagognet, Leroy, Conry, Balan, Georges Canguilhem, Delorme, Limoges, Mirko Grmek, et Claire Salomon-Bayet. 1970. « Discussion ». *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications* 23 (1): 70-92.
- PORTER, Roy. 2004. *Blood and guts a short history of medicine*. New York London: Norton.
- PRADEU, Thomas. 2009. *Les limites du soi immunologie et identité biologique*. Analytiques 18. Montréal (Québec) [Paris]: Les presses universitaires de Montréal Vrin.
- . 2010. « What is an organism? An immunological answer ». *History and philosophy of the life sciences*, 247–267.
- . 2017. « Thirty Years of Biology & Philosophy: Philosophy of Which Biology? » *Biology & Philosophy* 32 (2): 149-67.
- PROCHIANTZ, Alain. 1990. *Claude Bernard, la révolution physiologique*. Philosophies 25. Paris: Presses universitaires de France.
- PROSS, Addy. 2012. *What is life? how chemistry becomes biology*. Oxford: Oxford University Press.
- . 2013. « The Phenomenon of Life in the Eyes of a Chemist ». Consulté le 10 mai 2017. <http://in.bgu.ac.il/teva/chem/Documents/Twardowski%20MS.pdf>.
- PUTNAM, Hilary. 1975. « Philosophy and our mental life ». In *Mind, Language, and Reality*, 291–303. Cambridge University Press, London.
- QUARFOOD, Marcel. 2006. « Kant on Biological Teleology: Towards a Two-Level Interpretation ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 37 (4): 735-47.
- QUINTILI, Paolo. 2006. « La position de la physiologie philosophique de Diderot par rapport au Système des connaissances ». *Recherches sur Diderot et sur l'Encyclopédie*, n° 40-41 (octobre): 209-20.

- RAMBERG, Peter J. 2000. « The death of vitalism and the birth of organic chemistry: Wohler's urea synthesis and the disciplinary identity of organic chemistry ». *Ambix* 47 (3): 170–195.
- RATCLIFF, Marc. 2009. *The quest for the invisible microscopy in the enlightenment*. Farnham (GB) Burlington (Vt.): Ashgate.
- REES, Tobias, Thomas Bosch, et Angela E. Douglas. 2018. « How the Microbiome Challenges Our Concept of Self ». *PLOS Biology* 16 (2): e2005358.
- REILL, Peter Hans. 1998. « Analogy, Comparison, and Active Living Forces: Late Enlightenment Responses to the Skeptical Critique of Causal Analysis ». In *The Skeptical Tradition Around 1800*, édité par J. van der Zande et R.H. Popkins, 203-11. Dordrecht: Springer Netherlands.
- . 2005. *Vitalizing nature in the Enlightenment*. Berkeley (Calif.) Los Angeles (Calif.) London: University of California Press.
- REISS, John O. 2009. *Not by design. Retiring Darwin's watchmaker*. Berkeley: University of California Press.
- RENAULT, Emmanuel. 2002. *La philosophie chimique Hegel et la science dynamiste de son temps*. Études culturelles. Pessac: Presses universitaires de Bordeaux.
- REY, Anne-Lise, et Philippe Huneman. 2007. « La controverse Leibniz-Stahl dite "Negotium otiosum". » *Bulletin d'Histoire et d'épistémologie des sciences de la vie* 14 (2): 213-238.
- REY, Roselyne. 1994. « Naissance de la biologie et redistribution des savoirs ». *Revue de synthèse* 115 (1-2): 167-97.
- . 1997. « L'âme, le corps et le vivant ». In *Histoire de la pensée médicale en Occident. 2. De la Renaissance aux Lumières*. Paris: Seuil.
- . 2000. *Naissance et développement du vitalisme en France de la deuxième moitié du 18e siècle à la fin du Premier Empire*. Oxford: Voltaire foundation.
- RHEINBERGER, Hans-Jörg. 1997. *Toward a history of epistemic things synthesizing proteins in the test tube*. Writing science. Stanford, Calif.: Stanford University press.
- . 2010. *On historicizing epistemology an essay*. Édité par David Fernbach. Cultural memory in the present. Stanford (Calif.): Stanford University Press.
- RICHARDS, Robert J. 1993. *The Meaning of evolution the morphological construction and ideological reconstruction of Darwin's theory*. Edition brochée. Science and its conceptual foundations. Chicago London: University of Chicago Press.

- . 2000. «Kant and Blumenbach on the Bildungstrieb: A Historical Misunderstanding». *Studies in History and Philosophy of Science Part C* 31 (1): 11-32.
- . 2002. *The romantic conception of life science and philosophy in the age of Goethe*. Science and its conceptual foundations. Chicago London: University of Chicago press.
- . 2008. *The tragic sense of life Ernst Haeckel and the struggle over evolutionary thought*. Chicago London: University of Chicago Press.
- RICHARDS, Robert J., et Lorraine J. Daston, éd. 2016. *Kuhn's Structure of Scientific Revolutions at fifty reflections on a science classic*. Chicago: University of Chicago Press.
- RICHMOND, Marsha L. 2000. «T. H. Huxley's Criticism of German Cell Theory: An Epigenetic and Physiological Interpretation of Cell Structure». *Journal of the History of Biology* 33 (2): 247-89.
- RICKEY WELCH, G. s. d. «T.H. Huxley and the 'protoplasmic theory of life': 100 years later». *Trends in Biochemical Sciences* 20 (11): 481-85.
- RISKIN, Jessica. 2002. *Science in the age of sensibility the sentimental empiricists of the French enlightenment*. Chicago London: University of Chicago press.
- . 2003. «The Defecating Duck, or, the Ambiguous Origins of Artificial Life». *Critical Inquiry* 29 (4): 599-633.
- . , éd. 2007. *Genesis redux essays in the history and philosophy of artificial life*. Chicago London: University of Chicago Press.
- . 2016. *The restless clock a history of the centuries-long argument over what makes living things tick*. Chicago: The University of Chicago Press.
- RODRIGUEZ, Ana-Cecilia. 1988. *Recherches de Claude Bernard sur la digestion, l'absorption et les transformations des lipides analyse historico-psychologique d'une découverte*. Lille-Thèses. Lille: A.N.R.T.
- ROE, Shirley A. 1975. «The Development of Albrecht Von Haller's Views on Embryology». *Journal of the History of Biology* 8 (2): 167-90.
- . 1979. «Rationalism and Embryology: Caspar Friedrich Wolff's Theory of Epigenesis». *Journal of the History of Biology* 12 (1): 1-43.
- . 1981. *Matter, life, and generation eighteenth-century embryology and the Haller-Wolff debate*. Cambridge [Eng.] New York: Cambridge University Press.
- ROE, Shirley A., et Renato Giuseppe Mazzolini, éd. 1986. *Science against the unbelievers the correspondence of Bonnet and Needham, 1760-1780*. Studies on Voltaire and the eighteenth century 243. Oxford: Voltaire Foundation.

- ROGER, Jacques. 1979. « Chimie et biologie: des “molécules organiques” de Buffon à la “physico-chimie” de Lamarck ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 1 (1): 43-64.
- . 1980. « The Living World ». In *The Ferment of Knowledge. Studies in the Historiography of Eighteenth Century Science*, édité par George Sebastian Rousseau et Roy Porter, 255-84. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 1989. *Buffon: un philosophe au Jardin du Roi*. Paris: Fayard.
- . 1993. [1971]. *Les sciences de la vie dans la pensée française du XVIIIe siècle La génération des animaux de Descartes à l'Encyclopédie*. Nouvelle édition. Paris: Albin Michel.
- . 1995a. « Lamarck et la biologie ». In *Pour une histoire des sciences à part entière*. Paris: Albin Michel.
- . 1995b. *Pour une histoire des sciences à part entière*. Bibliothèque Albin Michel. Paris: Albin Michel.
- ROSEN, R. 1991. *Life Itself: A Comprehensive inquiry into the Nature, Origin, and Fabrication of Life*, New York: Columbia University Press
- ROUSSEAU, George Sebastian, et Roy Porter, éd. 1980. *The Ferment of knowledge studies in the historiography of eighteenth century science*. Cambridge (GB) [etc.]: Cambridge university press.
- RUIZ-MIRAZO, Kepa, et Alvaro Moreno. 2012. « Autonomy in evolution: from minimal to complex life ». *Synthese* 185 (1): 21-52.
- RUSE, Michael. 2006. « Kant and Evolution ». In *The Problem of Animal Generation in Early Modern Philosophy*, édité par Justin E. H. Smith, 402-16. Cambridge: Cambridge University Press.
- RUSSELL, E.S. 1916. *Form and Function: a contribution to the history of animal morphology*. London: John Murray, Albermale Street, W.
- SAAD, Mariana. 2000. « La médecine constitutive de la nouvelle science de l'homme : Cabanis ». *Annales historiques de la Révolution française*, 55-64.
- SALOMON-BAYET, Claire. 2008. [1978]. *L'Institution de la science et l'expérience du vivant méthode et expérience à l'Académie royale des sciences 1666-1793*. Édition revue et augmentée. Paris: Flammarion.
- SASSONE-CORSI, P. 2013. « When Metabolism and Epigenetics Converge ». *Science* 339 (6116): 148-50.
- SAVIOZ, Raymond, et Charles Bonnet. 1948. *Mémoires autobiographiques de Charles Bonnet de Genève*. Paris, France: J. Vrin.

- SCHAFFER, Simon. 2008. *The Information Order of Isaac Newton's Principia Mathematica*. Uppsala: Tryck Wikströms.
- SCHILLER, Joseph. 1967. « Wöhler, l'urée et le vitalisme ». *Sudhoffs Archiv* 51 (3): 229-43.
- . 1975. « La notion d'organisation dans l'œuvre de Louis Bourguet (1678-1742) ». *Gesnerus* 32: 87-97.
- . 1978. *La notion d'organisation dans l'histoire de la biologie*. Paris: Maloine.
- SCHLANGER, Judith. 1971. *Les métaphores de l'organisme*. Bibliothèque d'histoire de la philosophie. Paris: J. Vrin.
- SCHMITT, Stéphane. 2004. *Les parties répétées. Histoire d'une question anatomique*. Paris: Edition du Muséum National d'Histoire Naturelle.
- . 2005. « L'infiniment petit chez Buffon et les origines de la biologie ». In *La lumière au siècle des Lumières et aujourd'hui*, édité par Jean-Pierre Changeux, 136-43. Paris: Odile Jacob.
- . 2010. « L'apport de L'acépède à la Synthèse des débats sur l'histoire naturelle en France vers 1800 ». *Journal of the History of Biology* 43 (3): 429-57.
- . 2014. « Mécanisme et épigénèse : les conceptions de Bourguet et de Maupertuis sur la génération ». *Dix-huitième siècle* 46 (1): 477.
- . à paraître. « Buffon's theories of generation and the changing dialectics between molds and molecules ». In *Philosophy of biology before biology*, édité par Cécilia Bognon-Küss et Charles Wolfe. London : Routledge.
- SCHOLL, Raphael, et Tim Räs. 2016. « Towards a Methodology for Integrated History and Philosophy of Science ». In *The Philosophy of Historical Case Studies*, édité par Tilman Sauer et Raphael Scholl, 69-91. Cham: Springer International Publishing.
- SCHRÖDINGER, Erwin. 1986. *Qu'est-ce que la vie ? de la physique à la biologie*. Édité par Roger Penrose et Antoine Danchin. Paris: Seuil.
- SERRES, Michel. 2001. *Le système de Leibniz et ses modèles mathématiques: étoiles, schémas, points*. Paris, France: Presses universitaires de France.
- SHEEHAN, Jonathan, et Dror Wahrman. 2015. *Invisible hands self-organization and the eighteenth century*. Chicago London: the University of Chicago press.
- SHERMAN, Caroline C. 1933. « Theories of the Nutrition of Plants from Aristotle to Liebig ». *The Yale Journal of Biology and Medicine* 6 (1): 43-60.
- SLOAN, Phillip R. 1976. « The Buffon-Linnaeus Controversy ». *Isis* 67 (3): 356-75.

- . 1979. « Buffon, German Biology, and the Historical Interpretation of Biological Species ». *The British Journal for the History of Science* 12 (2): 109-53.
- . 1986. « Darwin, Vital Matter, and the Transformism of Species ». *Journal of the History of Biology* 19 (3): 369-445.
- . 2002. « Performing the Categories: Eighteenth-Century Generation Theory and the Biological Roots of Kant's A Priori ». *Journal of the History of Philosophy* 40 (2): 229-53.
- . 2003. « Whewell's Philosophy of Discovery and the Archetype of the Vertebrate Skeleton: The Role of German Philosophy of Science in Richard Owen's Biology ». *Annals of Science*, n° 60: 39-61.
- . 2006. « Kant on the History of Nature: The Ambiguous Heritage of the Critical Philosophy for Natural History ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 37 (4): 627-48..
- . 2012. « How Was Teleology Eliminated in Early Molecular Biology? » *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43 (1): 140-51.
- SMITH, Justin E. H. 2006. *The Problem of Animal Generation in Early Modern Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 2007. « Language, Bipedalism and the Mind–Body Problem in Edward Tyson's Orang Outang (1699) ». *Intellectual History Review* 17 (3): 291-34.
- . 2011. *Divine machines: Leibniz and the sciences of life*. Princeton: Princeton University Press.
- . 2012. « Diet, Embodiment, and Virtue in the Mechanical Philosophy ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43 (2): 338-48.
- , éd. 2017. *Embodiment*. Oxford philosophical concepts series. New York: Oxford University Press.
- SNELDERS, H. A. M. 1970. « Romanticism and Naturphilosophie and the Inorganic Natural Sciences 1797-1840: An Introductory Survey ». *Studies in Romanticism* 9 (3): 193-215.
- SPARY, Emma C. 2012. *Eating the Enlightenment food and the sciences in Paris*. Chicago London: The University of Chicago Press.
- . 2014. *Feeding France new sciences of food, 1760-1815*. Cambridge social and cultural histories. Cambridge: Cambridge University Press.

- STANFORD, P. Kyle. 2006. « Darwin's pangenesis and the problem of unconceived alternatives ». *The British journal for the philosophy of science* 57 (1): 121–144.
- STEIGERWALD, Joan. 2006a. « Introduction: Kantian Teleology and the Biological Sciences ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 37 (4): 621-26.
- . 2006b. « Kant's Concept of Natural Purpose and the Reflecting Power of Judgement ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 37 (4): 712-34.
- . 2010. « Natural Purposes and the Reflecting Power of Judgment: The Problem of the Organism in Kant's Critical Philosophy ». *European Romantic Review* 21 (3): 291-308.
- . 2014. « Treviranus' Biology: Generation, Degeneration and the Boundaries of Life ». In *Gender, Race, and Reproduction. Philosophy and the Early Life Sciences in Context*, édité par S. Lettow, 105-27.
- STENT, G. S. 1972. « Prematurity and Uniqueness in Scientific Discovery ». *Scientific American* 227 (6): 84-93.
- STOLLBERG, Gunnar, et others. 2005. « Vitalism and Vital Force in Life Sciences—The Demise and Life of a Scientific Conception ». *Bielefeld Institute for Global Society Studies*. <http://www.unibielefeld.de/soz/pdf/Vitalism%20HPLS-1.pdf>.
- STONE, Alison. 2005. *Petrified intelligence nature in Hegel's philosophy*. Albany, N.Y.: State University of New York Press.
- SUGAYA, Norioki. 1999. « Les sciences médicales dans Bouvard et Pécuchet de Gustave Flaubert ». Thèse de doctorat, dir. Jacques Neefs, Université de Paris-VIII.
- . 2009. « Bouvard et Pécuchet et le savoir médical ». *Flaubert [en ligne]*, n° 1.
- SYMONS, John. 2010. « The Individuality of Artifacts and Organisms ». *History and Philosophy of the Life Sciences* 32 (2/3): 233-46.
- TEICH, Mikulaš. 1981. « Ferment or enzyme? What's in a name? » *History and Philosophy of the Life Sciences* 3 (2): 193-215.
- TEICH, Mikulaš, et Robert Young. 1973. *Changing perspectives in the history of science. Essays in honour of Joseph Needham*. London: Heinemann.
- TEMKIN, Owsei. 2002a. « Nutrition from classical Antiquity to the Baroque ». In « *On second thought* » and other essays in the history of medicine and science. Baltimore, Md. London: Johns Hopkins University Press.

- . 2002b. « *On second thought* » and other essays in the history of medicine and science. Baltimore, Md. London: Johns Hopkins University Press.
- . 2006. *The Double Face of Janus and Other Essays in the History of Medicine*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- TIRARD, Stéphane. 2010. « Origin of Life and Definition of Life, from Buffon to Oparin ». *Origins of Life and Evolution of Biospheres* 40 (2): 215-20.
- TIRARD, Stephane, Michel Morange, et Antonio Lazcano. 2010. « The Definition of Life: A Brief History of an Elusive Scientific Endeavor ». *Astrobiology* 10 (10): 1003-9.
- TOEPFER, Georg. 2011. *Historisches Wörterbuch der Biologie. Geschichte und Theorie der biologischen Grundbegriffe*. Stuttgart: J.B. Metzler.
- . 2012. « Teleology and Its Constitutive Role for Biology as the Science of Organized Systems in Nature ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43 (1): 113-19.
- TOMIC, Sacha. 2012. « Les origines de la chimie organique au-delà du mythe fondateur ». *Comptes Rendus Chimie* 15 (7): 553-68.
- VAN DER LUGT, Maaïke. 1999. « La personne manquée. Démon, cadavres et opera vitae du début du douzième siècle à saint Thomas ». *Micrologus*, n° 7: 205-21.
- . 2004. *Le ver, le démon et la vierge. Les théories médiévales de la génération extraordinaire*. Paris: Les Belles Lettres.
- . 2009. « “Abominable mixtures”: the “Liber vaccae” in the medieval west, or the dangers and attractions of natural magic ». *Traditio* 64: 229-77.
- VAN DER VIJVER, Gertrudis. 2006. « Kant and the intuitions of self-organization ». In *Self-organization and emergence in life sciences*, édité par Bernard Feltz, M. Crommelinck, et P. Goujon, 143-61. Springer.
- VARTANIAN, A. 1950. « Trembley’s Polype, La Mettrie, and 18th-Century French Materialism ». *Journal of the History of Ideas* 11 (3): 259-86.
- VASSAILS, Georges. 1951. « L’Encyclopédie et la physique ». *Revue d’histoire des sciences*, n° 4: 294-323.
- VERNIERE, Paul. 1982. *Spinoza et la pensée française avant la Révolution*. Paris, France: PUF.
- WALSH, Denis M. 2006. « Organisms as Natural Purposes: The Contemporary Evolutionary Perspective ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 37 (4): 771-91.

- . 2012. « Mechanism and Purpose: A Case for Natural Teleology ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43 (1): 173-81.
- . 2015. *Organisms, agency, and evolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- WAMPOLE, Christy. 2012. *Rootedness: the ramifications of a metaphor*. Chicago, Ill.; London: University of Chicago Press.
- WATKINS, Eric, éd. 2001. *Kant and the Sciences*. Oxford University Press.
- WEAR, A. 1977. « The Spleen in Renaissance Anatomy ». *Medical History* 21 (1): 43-60.
- WERNER, Petra, et Frederic L. Holmes. 2002. « Justus Liebig and the Plant Physiologists ». *Journal of the History of Biology* 35 (3): 421-41.
- WESTFALL, Richard. 1971. *The construction of modern science: mechanisms and mechanics*. New York: Wiley.
- WIGGINS D. (2001) *Sameness and Substance Renewed*, Cambridge: Cambridge University Press.
- WILLIAMS, Elizabeth A. 2002. « Hysteria and the Court Physician in Enlightenment France ». *Eighteenth-Century Studies* 35 (2): 247-55.
- . 2003. *A cultural history of medical vitalism in enlightenment Montpellier*. The history of medicine in context. Aldershot (GB) Burlington (Vt.): Ashgate.
- . 2007. « Neuroses of the Stomach: Eating, Gender, and Psychopathology in French Medicine, 1800-1870 ». *Isis; an International Review Devoted to the History of Science and Its Cultural Influences* 98 (1): 54-79.
- . 2008. « Of Two Lives One? Jean-Charles-Marguerite-Guillaume Grimaud and the Question of Holism in Vitalist Medicine ». *Science in Context* 21 (4): 593.
- . 2012. « Sciences of Appetite in the Enlightenment, 1750–1800 ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43 (2): 392-404.
- . 2012b. « Food and Feeling: “Digestive Force” and the Nature of Morbidity in Vitalist Medicine ». In *Vital matters. Eighteenth-Century View of Conception, Life and Death*, édité par Helen Deutsch et Mary Terral, 203-21. Toronto: University of Toronto Press.
- WILSON, Catherine. 1995. *The invisible world: early modern philosophy and the invention of the microscope*. Princeton (N. J.), Etats-Unis d'Amérique: Princeton University Press.

- . 2006. « Kant and the Speculative Sciences of Origins ». In *The Problem of Animal Generation in Early Modern Philosophy*, édité par Justin E. H. Smith, 375-401. Cambridge: Cambridge University Press.
- WILSON, J. Walter. 1947. « Dutrochet and the Cell Theory ». *Isis* 37 (1/2): 14-21.
- WIT, H. C. D. de. 1992. *Histoire du développement de la biologie*. PPUR presses polytechniques.
- WITT, Elke. 2008. « Form – A Matter of Generation: The Relation of Generation, Form, and Function in the Epigenetic Theory of Caspar F. Wolff ». *Science in Context* 21 (4): 649.
- WOLFE, Charles T. forthcoming. « Automata, man-machines and embodiment: deflating or inflating Life? » In *Critical and Clinical Cartographies; Embodiment /Technology /Care /Design*, édité par A. Radman et H. Sohn. 010.
- . manuscript. « Teleomechanism redux? The conceptual hybridity of living machines in early modern natural philosophy ».
- . manuscript. « The discreet charm of eighteenth-century vitalism and its avatars ».
- . manuscript. « The Return of Vitalism: Canguilhem and French Biophilosophy in the 1960s ».
- . « Qu'est-ce qu'un précurseur ? Ou la querelle du transformisme ». Texte en ligne : <http://cerphi.ens-lyon.fr/archives/cerphi%202002-2007/diderot/seance6.htm>
- . , éd. 2005. *Monsters and philosophy*. Texts in philosophy volume 3. London: College Publications.
- . 2007. « Le rêve matérialiste, ou « Faire par la pensée ce que la matière fait parfois » ». *Philosophiques* 34 (2): 317-28.
- . 2008. « Vitalism without Metaphysics? Medical Vitalism in the Enlightenment ». *Science in Context* 21 (4): 461-63.
- . 2009. « Organisation ou organisme? L'individuation organique selon le vitalisme montpellierain ». Numéro spécial sur *Individus et communautés dans la pensée et les pratiques des Lumières*, édité par Yves Citton et Laurent Loty. *Dix-Huitième Siècle*, n° 41.
- . 2010a. « Do Organisms Have An Ontological Status? » *History and Philosophy of the Life Sciences* 32 (2/3): 195-231.
- . 2010b. « Endowed molecules and emergent organization : the Maupertuis-Diderot debate ». Édité par Tobias Cheung. *Early Science and Medicine*, 38-65.

- . 2010c. « From substantialist to functional vitalism and beyond ». *Eidos: Revista de Filosofía de la Universidad Del Norte* 14: 212-35.
- . 2011. « Why was there no controversy over Life in the Scientific Revolution? » In *Controversies in the Scientific Revolution*, édité par Marcelo Dascal et Victor Boantza. John Benjamins.
- . 2012a. « Chance between holism and reductionism: tensions in the conceptualisation of Life ». *Progress in Biophysics and Molecular Biology*.
- . 2012b. « Forms of materialist embodiment ». In *Anatomy and the Organization of Knowledge, 1500-1850*, édité par Matthew Landers et Brian Muñoz. Pickering & Chatto.
- . 2013. « Vitalism and the Resistance to Experimentation on Life in the Eighteenth Century ». *Journal of the History of Biology* 46 (2): 255-82.
- . 2014a. « Holism, organicism and the risk of biochauvinism ». *Verifiche: Rivista Trimestrale di Scienze Umane* 43 (1-3): 41-60.
- . 2014b. « On the role of Newtonian analogies in eighteenth-century life science: Vitalism and provisionally inexplicable explicative devices ». In *Newton and Empiricism*, édité par Zvi Biener et Eric Schliesser, 223-61. Oxford University Press.
- . 2014c. « The organism – reality or fiction? » *The Philosophers' Magazine*, n° 67: 96-101.
- . 2014d. « The Organism as Ontological Go-between: Hybridity, Boundaries and Degrees of Reality in Its Conceptual History ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 48 (décembre): 151-61.
- . 2015. « Was Canguilhem a Biochauvinist? Goldstein, Canguilhem and the Project of Biophilosophy ». In *Medicine and Society, New Perspectives in Continental Philosophy*, édité par Darian Meacham, 120:197-212. Dordrecht: Springer Netherlands.
- . 2016. *Materialism A Historico-philosophical Introduction*. SpringerBriefs in Philosophy. Cham: Springer.
- . 2017a. « Models of organic organization in Montpellier vitalism ». *Early Science and Medicine*, n° 22: 1-24.
- . 2017b. « Vital Anti-Mathematicism and the Ontology of the Emerging Life Sciences: From Mandeville to Diderot ». *Synthese*.
- . à paraître. *La philosophie de la biologie avant la biologie*. Paris: Garnier-Flammarion.

- WOLFE, Charles T., et Motoichi Terada. 2008. «The Animal Economy as Object and Program in Montpellier Vitalism ». *Science in Context* 21 (4): 537.
- WOLFF, Etienne, éd. 1967. *Philosophie et méthodologie scientifiques de Claude Bernard*. Paris: Masson et Cie.
- WU, G. D., J. Chen, C. Hoffmann, K. Bittinger, Y.-Y. Chen, S. A. Keilbaugh, M. Bewtra, et al. 2011. « Linking Long-Term Dietary Patterns with Gut Microbial Enterotypes ». *Science* 334 (6052): 105-8.
- WURTZ, Adolphe. 1868. *Histoire des doctrines chimiques depuis Lavoisier jusqu'à nos jours*. Dictionnaire de chimie pure et appliquée. Paris: L. Hachette et cie.
- YOUNG, Frank G. 1957. « Claude Bernard and the discovery of glycogen ». *British medical journal* 1 (5033): 1431.
- ZAMMITO, John. 1992. *The Genesis of Kant's « Critique of Judgment »*. Chicago; London: The University of Chicago Press.
- . 2003. « 'This Inscrutable Principle of an Original Organization': Epigenesis and 'looseness of Fit' in Kant's Philosophy of Science ». *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 34 (1): 73-109.
- . 2006a. « Kant's Early Views on Epigenesis: The Role of Maupertuis ». In *The Problem of Animal Generation in Early Modern Philosophy*, édité par Justin E. H. Smith, 317-54. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 2006b. « Teleology Then and Now: The Question of Kant's Relevance for Contemporary Controversies over Function in Biology ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 37 (4): 748-70.
- . 2007. « Kant's persistent ambivalence towards epigenesis, 1764-1790 ». In *Understanding Purpose: Collected Essays on Kant and Philosophy of Biology*, édité par Philippe Huneman, 51-74. University of Rochester Press / North American Kant Society Studies in Philosophy.
- . 2012. « The Lenoir Thesis Revisited: Blumenbach and Kant ». *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43 (1): 120-32.
- . 2017. *The Gestation of German Biology. Philosophy and Physiology from Stahl to Schelling*. Chicago; London: The University of Chicago Press.
- ZILBER-ROSENBERG I, Rosenberg E. (2008) "Role of microorganisms in the evolution of animals and plants: the hologenome theory of evolution." *FEMS Microbiol Rev.*; 32: 723– 735.

TABLE DES MATIERES

Sommaire	i
Introduction	15
Chapitre 1. La nutrition : esquisse de la question pour une philosophie du vivant	53
1.1 <i>Le « mythe » de la digestion. A propos de Bachelard</i>	53
1.2 <i>Nutrition, Génération, Vie. Aristote</i>	68
1.2.1 <i>L'âme nutritive et la définition de la vie</i>	68
1.2.2 <i>Comment expliquer les fonctions vitales? Nature, nutrition et réfutation du matérialisme</i>	70
1.2.3 <i>La nutrition et le composé hylémorphique : comment l'identité d'un vivant se maintient dans le changement</i>	78
1.2.4 <i>Nutrition et génération : toucher à l'immortalité</i>	82
1.3 <i>Les opérations vitales : Comment reconnaître un démon ? Saint Thomas d'Aquin</i>	90
Chapitre 2. Modèles de la nutrition au 17^e siècle	97
2.1 <i>La vie existe-t-elle au 17^e siècle ?</i>	97
2.1.1 <i>Le 17^e siècle et la dissolution de la vie</i>	97
2.1.2 <i>Réévaluations</i>	101
2.1.3 <i>Notre objectif</i>	104
2.2 <i>Fermentation. Van Helmont</i>	106
2.2.1 <i>L'organisme comme foyer d'activité zymotique</i>	106
2.2.2 <i>La digestion : fermentation et transmutation</i>	110
2.2.3 <i>La vie moyenne des aliments et la limite métabolique des organismes</i>	113
2.2.4 <i>Inspirations vitalistes</i>	115

2.3	<i>Mécanisme. Descartes</i>	118
2.3.1	Peut-on digérer le Christ ?	118
2.3.2	La nutrition comme accréation	119
2.3.3	Identité du corps et renouvellement de la matière	123
2.3.4	Echec ou puissance du mécanisme ?	127
2.3.5	Les ontologies cachées de la biologie	133
2.3.6	La complicité de la nutrition et de la génération	137
2.3.7	Excursus sur l'intussusception	140
	i. Bourguet et l'intussusception, une fausse généalogie ?	142
	ii. Descartes et l'intussusception	151
2.4	<i>Conclusion</i>	153
Chapitre 3. Transition. Nutrition, Chimie, Vie		155
3.1	<i>Du mécanisme matérialiste au matérialisme vital</i>	155
3.1.1	Le matérialisme est-il par essence inerte ?	155
3.1.2	Le vitalisme est-il par essence immatériel ?	157
3.1.3	La nutrition comme stratégie pour un matérialisme vital.....	162
3.2	<i>Séparer l'inorganique et l'organique. Stahl : chimie, organisme, métabolisme...</i>	164
3.2.1	La vie comme problème ontologique	164
3.2.2	Matière et structure du vivant	167
	i. Logique de la mixtion inorganique	167
	ii. Mixtion et agrégation vitale.....	169
	iii. La vie comme tendance à la putréfaction	172
	iv. La vie comme effort de conservation : âme et organisme	175
3.2.3	La nutrition comme « principe actif de la vie »	181
3.2.4	Conclusion.....	189
3.3	<i>Nutrition directe ou métamorphose ?</i>	192
3.3.1	Cribles, meules et nutrition directe (Hecquet)	194
3.3.2	Principes, Ferments, Transmutations (Astruc).....	197
Chapitre 4. Nutrition, Organisation, Biologie		203
4.1	<i>Génération, nutrition et organisation vitale</i>	203
4.2	<i>La Biologie avant la « Biologie »</i>	212
4.2.1	A propos de Foucault.....	212

4.2.2	La constitution de la biologie comme question épistémologique	217
4.2.3	Organique, Organisation, Organisme. Essai de mise au point	225
Chapitre 5. Nutrition, Organisation, Préformation		237
5.1	<i>L'analogie nutrition – génération : l'organisation déjà donnée.....</i>	237
5.2	<i>Préambule. Bonnet contre Buffon.....</i>	241
5.2.1	La critique de Bonnet	243
5.2.2	Préformation – préexistence – épigénèse : Définitions.....	248
5.3	<i>Buffon. La nutrition entre épigénèse et préformation</i>	254
5.3.1	Justification de notre corpus.....	254
i.	La désunité de la théorie de la génération : avant 1730.....	255
ii.	La désunité de la théorie de la génération : après 1765.....	256
iii.	Notre objectif.....	258
5.3.2	Vivant et mort	259
5.3.3	Production et re-production de l'organisation vitale	262
5.3.4	Assimilation, nutrition, reproduction	266
5.3.5	Une conception préformationniste de la nutrition.....	269
5.3.6	Contre épreuve : Le Cerf	271
5.4	<i>Bonnet. Préexistence et nutrition.....</i>	276
5.4.1	La préexistence épigénétiste de Bonnet	276
5.4.2	La composition du germe.....	278
5.4.3	Nutrition et plasticité du développement.....	281
5.4.4	Bonnet et Buffon : la convergence d'un schème.....	285
5.5	<i>La nutrition comme préformation. L'organisation comme structure</i>	287
Chapitre 6. Nutrition, Organisation, Epigénèse		289
6.1	<i>La nutrition et le point de vue chimique sur le vivant</i>	289
6.1.1	Chimie et vivant – instruire sans réduire	294
6.1.2	L'estomac, laboratoire du vivant. Une chimie vitaliste de la digestion ?....	298
i.	La nutrition entre chimie et économie animale	302
ii.	Diderot : processus vitaux, opérations chimiques et épigénèse.....	317
6.2	<i>La nutrition comme épigénèse : penser la productivité du vivant.....</i>	324
6.2.1	Auto-organisation et assimilation chez Kant.....	324
6.2.2	C. F. Wolff et la force nutritive	340

i. Vis essentialis : de l'inorganique à l'organique.....	340
ii. La nutrition comme force d'organisation.....	348
6.2.3 Conclusion.....	353
6.3 <i>La nutrition directe, le retour de la préformation ?</i>	357
6.3.1 Réguler la machine animale.....	359
i. L'économie de la nature.....	364
6.3.2 Animaliser le végétal	368
6.3.3 La nutrition directe et la passivité chimique des animaux	372
i. Statique chimique.....	375
ii. Préformationnisme.....	376
6.3.4 Conclusion	378
Chapitre 7. Nutrition indirecte et synthèse organisatrice	381
7.1 <i>Glycogénèse, chimie et processus</i>	381
7.1.1 Les expériences sur le foie	382
7.1.2 Dynamique chimique.....	384
7.1.3 Nutrition indirecte et vie.....	386
7.1.4 Milieu intérieur, téléochimisme ?	388
7.1.5 Les déplacements épistémiques	391
i. Préformationnisme et épigénèse	392
ii. Analyse et synthèse.....	394
iii. Rompre avec Stahl.....	396
7.2 <i>L'espace du métabolisme</i>	398
7.2.1 « Métabolisme », « Stoffwechsel »	398
7.2.2 Un cadre philosophique ? Nutrition vs développement, Hegel vs Kant.....	405
i. La pensée de l'individu comme processus plutôt qu'entité.....	408
ii. L'assimilation	409
iii. Autonomie	413
7.2.3 Conclusion	414
Conclusion. Crise du métabolisme ?	417
Références	425
Table des Matières.....	489

Table des illustrations

Figure 1 Illustration du 19 ^e siècle représentant le mécanisme intérieur du canard digérateur de Vaucanson. Tiré de Chapuis et Gélis (1924), tome 2, p. 151.....	137
---	-----

Entre Chimie et Biologie : Nutrition, Organisation, Identité

Résumé

Parmi les tentatives de définition du vivant, il est possible d'isoler, deux traditions concurrentes : l'une a fait de la reproduction le propre du vivant, tandis que l'autre a vu dans la nutrition puis le métabolisme (le processus matériel par lequel un organisme se maintient en transformant une matière étrangère en substance vivante) une propriété essentielle et un critère d'unification de toutes les formes vivantes. Or, le second terme de cette polarité se déploie à son tour en un mouvement permanent d'oppositions qui semble caractériser la vie comme « tourbillon » incessant, circulation ininterrompue ou flux constant de matière entre l'intérieur et l'extérieur, les corps et leur environnement. C'est à explorer les mutations conceptuelles internes à cette seconde tradition, la nutrition et le métabolisme, que le présent travail est consacré. Comment le métabolisme s'est-il constitué en *problème* pour la biologie ? Cette thèse propose une analyse généalogique du concept de métabolisme compris à la fois comme pont reliant la spécificité vitale des organismes à leurs conditions chimiques d'existence, et comme schème à travers lequel l'autoproduction et le maintien de l'identité biologique ont pu être appréhendés dans une perspective naturaliste. Cette thèse propose une histoire des développements d'une théorie matérielle chimique de la vie, et montre, dans le même mouvement, comment l'élaboration d'un « espace épistémique » autour du concept de métabolisme a progressivement permis de redéfinir les contours sous lesquels la question de l'identité biologique a depuis lors été saisie.

Mots-clés : Nutrition ; Métabolisme ; Identité biologique ; Constitution de la Biologie ; Chimie organique ; Vitalisme ; Organisation biologique

Between Chemistry and Biology: Nutrition, Organization, Identity

Summary

Among the attempts to define living organisms, it is possible to distinguish two competing traditions: one has seen reproduction as what is the proper to living organisms, while the other has seen in nutrition and then metabolism (i.e., the material process through which an organism maintains itself by transforming a foreign matter into a living substance) an essential property and a criterion for the unification of all living forms. However, the second term of this polarity is in turn subdivided into a permanent movement of oppositions that seems to characterize life as an incessant "whirlwind", an uninterrupted circulation or constant flow of matter between the inside and the outside, the bodies and their environment. This work is devoted to exploring the conceptual changes within this second tradition, oriented toward nutrition and metabolism. How did metabolism become a *problem* for biology? This dissertation proposes a genealogical analysis of the concept of metabolism understood both as a bridge linking the vital specificity of organisms to their chemical conditions of existence, and as a scheme through which self-production and the maintenance of biological identity could be approached from a naturalistic perspective. It proposes a history of the developments of a material chemical theory of life and shows, in the same movement, how the elaboration of an "epistemic space" around the concept of metabolism has gradually made it possible to redefine the contours under which the question of biological identity has been addressed ever since.

Keywords : Nutrition; Metabolism; Biological Identity; Emergence of Biology; Organic chemistry; Vitalism; Biological organization