

**La Mort : cette insaisissable *alien*. De la mort « vitafère » à la
Lumière Noire**
**Death: This Ever-Elusive Stranger. From « Vitaferous » Death to
Black Light**
**La Muerte : este esquivo alienígena. De la muerte « vitafera » a
la Luz Negra**

Abdel Aouacheria

Volume 34, Number 2, 2023

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1112445ar>
DOI: <https://doi.org/10.7202/1112445ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Université du Québec à Montréal

ISSN

1180-3479 (print)
1916-0976 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Aouacheria, A. (2023). La Mort : cette insaisissable *alien*. De la mort « vitafère » à la Lumière Noire. *Frontières*, 34(2). <https://doi.org/10.7202/1112445ar>

Article abstract

Death is a highly personal matter that paradoxically concerns everyone. Although the concept of death transcends disciplinary cleavages, and despite an abundance of literature, its very nature is hard to pin down. This text mainly explores the biological side of the issue, through the study of apoptosis (a cell biology concept), by taking into account certain evolutionary aspects (from the perspective of evolution biology) and philosophical arguments (metabiology). Our thinking aims to thwart the codes of opposition between the concepts of living and dead, preferring to consider death as a part of Life. Last, our article proposes the 'Black Light' metaphor to capture a general operation of the mind that consists in seeking, through mirroring or antonymy, the positive (creative) correlates of negation, opposition and destruction.

Hors thème / Perspectives et questionnements à partir des recherches sur les expériences de mort imminente et sur la mort cellulaire

La Mort : cette insaisissable *alien*. De la mort « vitafère » à la Lumière Noire

Death: This Ever-Elusive Stranger. From « Vitaferous » Death to Black Light

La Muerte : este esquivo alienígena. De la muerte « vitafera » a la Luz Negra

Abdel AOUACHERIA

Chargé de recherche CNRS, Université de Montpellier (UMR5554), Chaire Reliance en complexité (Edgar Morin)

abdel.aouacheria@umontpellier.fr

Résumé

La mort est un thème qui, à défaut de nous réunir, concerne de manière paradoxale chacun d'entre nous. Bien qu'elle transcende les clivages disciplinaires et qu'une littérature abondante lui ait été consacrée au fil du temps, force est de reconnaître qu'elle demeure une inconnue insaisissable. Le présent texte explore principalement la face biologique de la question, à travers l'étude de l'apoptose (un type particulier de mort cellulaire), en prenant en considération certains aspects évolutifs (de biologie de l'évolution) et philosophiques (de « métabiologie »). Nous visons à déjouer les codes d'opposition entre la notion de vivant et celle de mort, préférant resituer cette dernière dans la Vie. Enfin, notre article propose une métaphore : la Lumière Noire, pour rendre compte d'une opération générale de l'esprit consistant à rechercher par effet miroir ou d'antonymie les corrélats positifs (créateurs) de la négation, de l'opposition et de la destruction.

Mots-clés: mort cellulaire; apoptose; évolution biologique; métabiologie; dialogique

Abstract

Death is a highly personal matter that paradoxically concerns everyone. Although the concept of death transcends disciplinary cleavages, and despite an abundance of literature, its very nature is hard to pin down. This text mainly explores the biological side of the issue, through the study of apoptosis (a cell biology concept), by taking into account certain evolutionary aspects (from the perspective of evolution biology) and philosophical arguments (metabiology). Our thinking aims to thwart the codes of opposition between the concepts of living and dead, preferring to consider death

as a part of Life. Last, our article proposes the 'Black Light' metaphor to capture a general operation of the mind that consists in seeking, through mirroring or antonymy, the positive (creative) correlates of negation, opposition and destruction.

Keywords: cell death ; apoptosis ; biological evolution ; metabiolog ; dialogics

Resumen

La muerte es un tema que, aunque no nos une, paradójicamente nos concierne a cada uno de nosotros. Aunque el concepto de muerte trasciende las divisiones disciplinarias, y a pesar de la abundancia de literatura aferente, hay que reconocer que sigue siendo una incógnita esquivada. Este texto explora principalmente el lado biológico de la cuestión, a través del estudio de la apoptosis (un tipo particular de muerte celular), tomando en consideración ciertos aspectos evolutivos (desde la perspectiva de la biología de la evolución) y filosóficos (de la « metabiología »). Nuestro pensamiento pretende desbaratar los códigos de oposición entre los conceptos de vivo y muerto, prefiriendo considerar la muerte como parte de la Vida. Por último, nuestro artículo propone una metáfora: la 'Luz Negra', para dar cuenta de una operación general de la mente que consiste en buscar, mediante el reflejo o la antonimia, los correlatos positivos (creativos) de la negación, de la oposición y de la destrucción.

Palabras clave: muerte celular; apoptosis; evolución biológica; metabiología; dialógica

À Moana, entrée dans la nuit avant que ce manuscrit voie le jour.

À Allain, Papillon monarque.

À Edgar Morin.

« Vous voudriez percer le secret de la mort, Mais comment y parvenir sans aller le chercher au cœur de la vie? »

Khalil Gibran, *Le Prophète* (1997, p. 70)

À notre sentiment d'être singulier fait écho un corps biologique formé de cellules. Ce corps particulier-particulaire est un microcosme, une nébuleuse cellulaire, dont la vie commence par un développement embryonnaire et foetal, pour déboucher sur notre naissance, suivie de notre vie d'enfant, puis d'adulte vieillissant, avant que n'advienne finalement la mort. Vue sous cet angle, la mort ne serait que le terme de notre cycle vital, son étape ultime. C'est précisément cette perspective qu'ont remis en cause les résultats issus des recherches sur la mort cellulaire, en pointant le fait que la mort ne serait pas seulement la destination ou la limite d'un destin biologique, mais un processus interne à la vie, *participant de la vie*¹.

Dès les premiers jours qui suivent la fécondation (le début de notre vie), la mort rôde déjà puisque des cellules maternelles (les globules polaires) doivent s'autodétruire pour laisser la place au patrimoine génétique du géniteur. Ces phénomènes de « suicide cellulaire », que l'on rangera sous l'appellation de mort cellulaire active², ou programmée (dont l'apoptose³ est l'exemple le mieux caractérisé), sont à distinguer de la mort cellulaire accidentelle, que l'on appelle nécrose. Cette mort cellulaire active n'aura de cesse tout au long du développement de façonner la forme interne et externe de l'embryon, puis du foetus. On a constaté que le développement normal d'un organe s'effectuait non par modelage mais par sculpture : les cellules sont produites en excès puis une partie d'entre elles meurent en fonction des contraintes tissulaires locales. L'apoptose creuse des cavités dans nos organes, os et cartilages. Elle est responsable de la disparition de structures vestigiales amenées à disparaître, telles que l'ébauche de la queue (que nous avons partagée pendant notre vie foetale avec certains de nos cousins mammifères, par exemple les singes, les chats, les kangourous et les girafes), ou celle des organes génitaux du sexe opposé (canal de Müller). L'exemple de la disparition des régions interdigitales, qui a lieu chez la plupart des mammifères dont l'humain, constitue toutefois l'exemple le plus emblématique : la mort cellulaire active élimine les tissus qui séparent nos doigts et nos orteils, permettant leur individualisation. Les cellules qui s'autodétruisent commencent par s'empaqueter dans de petits sacs (les corps apoptotiques), avant d'être extrudées puis absorbées (« phagocytées ») par les cellules voisines, ou certaines cellules circulantes (les macrophages), qui en digéreront les débris. Les cellules, en disparaissant, provoquent la régression progressive du tissu interdigital, et chez certaines espèces, cette mort cellulaire permet également d'affiner les contours de la patte⁴. Cette technique de *gravure en creux* s'étend en réalité à de nombreux autres territoires corporels, allant même jusqu'à dessiner les traits du visage. La « taille-douce » de nos tissus participe ainsi à l'élaboration de l'un des symboles les plus distinctifs de notre identité : notre physionomie.

La mort cellulaire active joue donc un rôle *morphogénétique*, la disparition de certaines populations cellulaires permettant de conférer une *forme* au tissu ou à l'organe; l'absence est *orchestrée*, il s'agit d'une « soustraction créatrice⁵ » (Deleuze et Guattari, 1980, p. 125) ou d'une « création au moyen de la perte » (Bataille, 2011, p. 26). Cette notion a été popularisée par Jean-Claude Ameisen à la fin des années 1990 (Ameisen, 1999), sur la base de précédentes réflexions (Morin, 1976, 1980). Ameisen explique avec talent comment la biologie a transformé notre manière d'appréhender la vie et la mort : « À l'image ancienne de la mort comme une faucheuse, surgissant du dehors pour détruire s'est surimposée, au niveau cellulaire tout du moins, une image nouvelle, celle d'un sculpteur, au coeur du vivant, à l'oeuvre dans l'émergence de sa forme et de sa complexité. » (Ameisen, 2007a, p. 17). La métaphore du sculpteur lui permet d'illustrer au mieux le rôle positif joué par la mort cellulaire qui ne consiste pas en un événement purement « négatif » (la disparition de la cellule) mais qui, en réalité, façonne les êtres vivants (à la manière dont L'Arcane Sans Nom du Tarot de Marseille laboure la terre pour préparer la prochaine récolte, sa faux s'apparentant en fait à une bêche). Finalement, c'est l'énoncé d'un principe : le *microcosmos* cellulaire est également un *thanatocosmos* (Ameisen, 2007b), principe duquel découlent plusieurs règles que nous allons lister dans la partie suivante.

Les principes fondamentaux de l'apoptose

« Nous entrâmes ensemble dans la danse de la mort, et je fus si vite englouti dans le tourbillon que, lorsque je remontai à la surface, je ne reconnus plus le monde. »

Henri Miller, *Tropique du cancer* (2007, p. 257)

Derrière le rôle joué par la mort cellulaire dans la sculpture du vivant, c'est d'abord l'existence d'un couplage entre la vie et la mort de chaque cellule qui se donne à voir. Le fonctionnement de notre cerveau dépend par exemple d'un réseau gigantesque de connexions entre plusieurs milliards de cellules nerveuses (appelées neurones). La mise en place de ce réseau implique que chaque neurone émette un prolongement capable de se frayer un passage à travers certains territoires tissulaires licites, guidé en cela et maintenu vivant par une combinaison particulière de molécules⁶ (l'entrée dans des zones interdites causant la mort du neurone). Une fois arrivé à destination, la survie des neurones sera conditionnée par la réception d'un autre cocktail de molécules, émis cette fois-ci par la cible (qui peut être un autre neurone, une cellule de peau...). Enfin, des informations nerveuses devront circuler entre les partenaires connectés, là encore sous peine de mort. Ces données nous renseignent sur le fait que la survie cellulaire n'est qu'un *sursis permanent*⁷. Elles mettent au jour ce qui semble relever du paradoxe : un événement positif, la vie, procéderait de la négation perpétuelle d'un événement négatif : la mort (à l'image de ce que l'on entend sur la paix, envisagée comme étant la répression constante de la guerre). Ce couplage entre la vie et la mort neuronale est le levier à l'origine de l'extraordinaire degré de complexité de notre système cérébral (« l'horloger aveugle » de Dawkins, 2006), qui permet l'auto-organisation du cerveau en soumettant à une forme de sélection naturelle les neurones et les connexions ayant fait la preuve de leur fonctionnalité.

Un autre principe se dessine en contrepoint à travers l'exemple du cerveau, que l'on peut généraliser à la plupart des organes et des types cellulaires : la survie des cellules dépend de la nature des interactions qu'elles établissent avec la communauté cellulaire qui les entoure. Il existe un contrôle *social* (qui souvent prend aussi la forme d'un contrôle géographique) de la vie et de la mort de chaque cellule. Ce contrôle sociogéographique est rendu possible par l'existence de

signaux (qui circulent à travers le sang, ou bien des signaux locaux) et de moyens de percevoir ces signaux (comme des récepteurs membranaires à la surface de la cellule). Ce contrôle ne se limite pas à la période de développement embryonnaire, mais se poursuit durant toute notre existence, régissant les populations cellulaires tant de globules rouges que de globules blancs, causant les menstruations (et plus tard la ménopause) chez la femme, impactant le volume de la prostate chez l'homme et, peu importe le sexe, provoquant la réduction des ganglions lymphatiques après que l'infection par un agent étranger ait été combattue par le système immunitaire de l'organisme.

Dans un corps d'adulte, on estime qu'en moyenne 100 000 cellules s'autodétruisent par seconde (10 milliards par jour). Ces cellules⁸ sont remplacées (par mitoses successives), ce qui nous donne le sentiment, l'illusion de la pérennité de notre corps. Ces morts-renaissances cellulaires sont aussi silencieuses que perpétuelles, recomposant le corps dans une permanente impermanence. À côté de la mort cellulaire par apoptose, on trouve dans la peau une autre forme de mort cellulaire programmée, la cornification, qui correspond à l'ultime stade par lequel passe un type particulier de cellules de notre épiderme, les kératinocytes. Ces cellules sont constamment produites sous les couches superficielles de la peau, avant d'entreprendre un voyage qui va les amener à se transformer en cornéocytes pour produire un empilement de cellules mortes, la couche cornée. Cette dernière forme une barrière imperméable, dont la destinée est de se détacher du corps par un processus de desquamation. Ainsi, notre peau est continuellement recomposée. À chaque fois que nous touchons autrui, la peau d'un bébé ou celle de l'être aimé, si quelques jours ont passé, nous n'avons pas touché le même autre, mais un être différent, pour partie mort et pour partie régénéré. L'importance de la mort cellulaire active dans le fonctionnement normal de notre corps a pour corollaire que de très nombreuses maladies sont associées à son dérèglement. Ainsi, une variété de maladies aiguës et chroniques, souvent mortelles, sont caractérisées par la disparition anormale ou excessive de certaines populations cellulaires. Un excès de mort cellulaire a été mis en rapport (en tant que cause ou conséquence) avec plusieurs pathologies neuro-dégénératives (comme les maladies d'Alzheimer ou de Parkinson, la sclérose latérale amyotrophique, l'ischémie cérébrale), certaines maladies auto-immunes ou encore l'hépatite fulminante (Vitale *et al.*, 2023). L'image en négatif d'un excès de mort cellulaire correspond à son blocage anormal, qui est un préalable essentiel au cancer et l'une de ses caractéristiques les plus profondes (Nössing et Ryan, 2023). En plus de précipiter les cellules mutées dans la voie de la cancérisation, l'inhibition de la mort cellulaire promeut l'apparition de métastases (en permettant à des cellules devenues anormales de survivre en dehors de leur tissu d'origine) ainsi que la résistance aux thérapies anticancéreuses (ces dernières s'avérant peu efficaces face à des cellules incapables d'enclencher leur mort). La plupart des thérapies anticancéreuses cherchent en effet à réactiver les voies de mort cellulaire devenues déficientes dans les cellules tumorales. Mais les relations entre susceptibilité à la mort cellulaire et cancer ne sont pas aussi tranchées : certaines données suggèrent que, dans le tissu cancéreux, l'induction thérapeutique de la mort cellulaire laisserait des espaces vacants que viendraient alors combler les cellules tumorales qui prolifèrent le plus rapidement, autrement dit les plus agressives. Il y aurait là une forme de soustraction mais cette fois-ci pathologique (et destructrice) à l'origine d'un phénomène de prolifération compensatoire pouvant dans certains cas favoriser le cancer au lieu de l'éradiquer.

L'origine de l'auto-effacement cellulaire est inscrite dans l'évolution du vivant

« Mais ces représentations ne sont-elles pas grossièrement métaphoriques? On insinue que la mort pourrait bien être emboîtée dans la vie, à la manière dont l'âme est emboîtée dans le coffret du corps. »

V. Jankélévitch, *La Mort* (2008, p. 195)

L'importance à la fois physiologique et pathologique de la mort cellulaire pose la question de la nature des outils moléculaires utilisés par la cellule pour déclencher ou au contraire réprimer son autodestruction. Les biologistes, face à pareil questionnement, ont pris l'habitude de rechercher des programmes génétiques. La communauté scientifique s'est donc mise à rechercher des « gènes de la mort », qu'elle a trouvés grâce à l'étude d'un petit ver transparent (portant un nom aussi barbare qu'élégant : *Caenorhabditis elegans*). L'étude de vers mutants a permis de révéler l'existence d'un module très simple de contrôle de l'autodestruction cellulaire, composé de seulement quatre ou cinq outils moléculaires, présents dans les cellules du ver mais aussi dans toutes les cellules animales y compris humaines⁹. Ces outils ont pour caractéristique de fonctionner en cascade d'interactions impliquant des activités antagonistes, dans lesquelles des acteurs mortifères sont neutralisés par des molécules protectrices, comme dans le cas des protéines de la famille de BCL-2 (Aouacheria, 2015). Dans la voie d'apoptose dite intrinsèque (c'est-à-dire stimulée par des signaux perçus de l'intérieur par la cellule), des molécules tueuses viennent perforer certains constituants intracellulaires (les « mitochondries », les poumons et centrales énergétiques de nos cellules), avec pour effet de libérer un mélange de poisons conduisant au démantèlement de la cellule (les mitochondries peuvent en quelque sorte être comparées à des boîtes de Pandore dont l'ouverture provoque la mort cellulaire).

En sciences, il est de coutume de dire que toute bonne recherche ne fait que susciter de nouvelles questions. Une fois identifiés les acteurs moléculaires de la mort cellulaire active, autrement dit une fois la mort cellulaire « territorialisée » dans des molécules (composante spatiale), il fallait encore traiter la question de leur origine (c'est-à-dire adresser la composante temporelle). D'où viennent ces molécules tueuses et protectrices? Pour répondre, la mort cellulaire doit être appréhendée dans sa dimension historique, autrement dit : il convient de s'intéresser à son *évolution*. Grâce à des études réalisées dans les différentes branches de l'arbre du vivant, il est apparu que les cellules de tous les règnes, des organismes les plus simples (bactéries, champignons) aux plus complexes (plantes, animaux), présentaient la faculté de s'autodétruire. Ainsi, le pouvoir d'autodestruction du vivant serait aussi ancien que le vivant lui-même. On se trouverait donc face à une dichotomie principielle entre vie et mort, la biologie ne faisant que redécouvrir l'universalité de la dualité des contraires (qui se complètent en même temps qu'ils s'opposent et se combattent)¹⁰. Dans cette hypothèse, vie et mort seraient les deux faces d'une même pièce : le pouvoir d'autodestruction du vivant représenterait l'autre face de son pouvoir d'auto-organisation, les phénomènes vitaux supposant toujours une part de démantèlement, la vie n'existant en somme « qu'à la température de sa propre destruction »¹¹. Comme l'illustre Janus (le dieu romain des portes, représenté avec deux visages), la mort serait ambivalente à la vie, il n'y aurait pas de primat ontologique de la vie sur la mort.

Lorsqu'on essaie de clarifier les termes de ce processus dialogique¹², on peut néanmoins se trouver face à une aporie : si la mort (par exemple via l'apoptose) peut être au service de la vie (c'est-à-dire des organismes vivants), la réciproque n'est pas claire : en quoi la vie peut-elle être utile à la mort? En plus de cet argument logique, d'autres éléments viennent mettre à mal le canevas dualiste,

notamment la notion de « programme », que l'on trouve apposée à la mort cellulaire dans l'expression par exemple de « suicide programmé » : la tentative est évidente de faire entrer la mort-du-dehors (l'altérité radicale, la Faucheuse, dont ne peut contrôler le surgissement) dans l'intimité du corps, sous la forme d'un logiciel contrôlant la décision de vie ou de mort et devant être enclenché (voir le mot de Jankélévitch en exergue de ce chapitre). On verra plus loin que la tentative réciproque existe également de faire entrer en résonance la mort-du-dedans (celle inscrite dans les gènes mais aussi celle vécue, au plan psychologique) avec un programme de mort de l'organisme et de l'individu (qu'il s'agirait alors de contrôler pour viser l'éternelle jeunesse et l'immortalité, dans une perspective transhumaniste).

Un ensemble d'observations expérimentales plaident en faveur d'une prise en compte du multiple (dans un geste du dual au pluriel) plutôt qu'à la mise en oeuvre d'une opposition ou d'une dialectique¹³. Le fait par exemple que les acteurs moléculaires impliqués dans l'autodestruction ne sont pas identiques lorsqu'on change de règne ou de groupe taxonomique (on dit d'eux qu'ils ne sont pas strictement *conservés* au plan évolutif¹⁴). Ensuite le fait qu'il existe de nombreux chemins vers l'autodestruction (en plus de l'apoptose), capables d'opérer en parallèle ou alternativement¹⁵ pour précipiter les cellules vers leur fin (la cornification en fournit une illustration, en sachant qu'elle n'est qu'une modalité de mort cellulaire parmi la quinzaine d'autres recensées par le Comité de Nomenclature sur la Mort Cellulaire en 2018) (Galluzzi *et al.*, 2018). Les recherches les plus récentes suggèrent qu'il n'y aurait pas de programme unique (immanent) de mort cellulaire active, hérité d'un ancêtre commun et dont on retrouverait des variantes chez tous les organismes, mais de multiples programmes d'autodestruction apparus indépendamment, de façon « convergente », par bricolage moléculaire¹⁶ et ce dans les diverses branches de la vie. Enfin, l'activation de certaines au moins des molécules tueuses ne conduit pas obligatoirement à la mort cellulaire, mais peut au contraire jouer un rôle important dans d'autres phénomènes tissulaires, indépendamment de toute action mortifère. C'est le cas par exemple de certaines protéines, des enzymes appelées « caspases », souvent assimilées à des ciseaux moléculaires parce que leur rôle consiste à découper, de l'intérieur, les constituants cellulaires au cours de l'apoptose. Or, on a par exemple découvert qu'un membre particulier de cette famille de protéines, la caspase-3, participait à la différenciation des cellules du cristallin de l'oeil, indépendamment de son activité de ciseau moléculaire au cours de l'apoptose. Ainsi, les acteurs moléculaires de la mort cellulaire sont polyfonctionnels et bien que ces acteurs puissent intervenir dans son accomplissement, ils peuvent également jouer d'autres rôles, physiologiques et souvent vitaux, dans les cellules et tissus vivants. Cette propriété que peuvent avoir certains acteurs moléculaires de jouer plusieurs rôles distincts dans les cellules, la pléiotropie, est une caractéristique qui vient sceller la présence du multiple dans le fonctionnement des protéines.

Cette nouvelle compréhension éclaire par ailleurs la manière dont des acteurs moléculaires impliqués dans l'autodestruction ont pu émerger et s'être maintenus dans des cellules. Comme dans le cas de l'oeil (qui n'a pas évolué *pour voir*), il est probable que des molécules qui avaient au départ d'autres fonctions que la régulation ou l'exécution de la mort cellulaire aient été cooptées pour jouer un rôle dans l'autodestruction, sans qu'elles soient initialement apparues pour remplir cette fonction¹⁷. Ainsi, il s'avère nécessaire de différencier la question de l'origine d'un processus comme la mort cellulaire (ou la vision), de celle de son maintien (notamment en tant que trait altruiste¹⁸), parce que les conditions ont nécessairement changé entre les conditions originelles et aujourd'hui.

Au final, il n'y aurait pas de programmation génétique dont la seule fonction serait d'orchestrer la mort cellulaire, les « gènes de la mort » seraient une illusion¹⁹. De plus, si la notion de mort cellulaire peut revêtir l'apparence d'un concept homogène, il existe en réalité de nombreuses façons pour une cellule de mourir. Cette situation nous impose de passer du dual au pluriel (Aouacheria, 2015), du noir et blanc à la couleur, et nous fait nous poser de nouvelles questions, de plus en plus profondes, sur les relations entre vie et mort. Le pouvoir d'autodestruction du vivant

est-il vraiment l'autre face de son pouvoir d'auto-organisation, ou bien n'est-il pas plutôt un aspect supplémentaire utilisé par le vivant, un pouvoir particulier *au service* du vivant? En effet, les recherches sur la mort cellulaire, si on ne les soumet pas à la distorsion cognitive consistant à découper le monde en deux polarités²⁰, donnent à voir la mort comme une pièce additionnelle dans le puzzle des propriétés du vivant : auto-organisation, dédoublement avec variation, différenciation, régénération et... auto-effacement. Cette thèse « métabiologique » revient à considérer la mort cellulaire comme un phénomène plus « vitafère » que mortifère, se produisant du vivant des cellules, juxtaposés aux autres pouvoirs du vivant et servant la vie²¹. La Vie serait première, la mort toujours seconde, la vie pouvant utiliser la mort (plus précisément *le mourir*²²) pour « faire disparaître »²³. Nous proposons la métaphore de la « Lumière Noire » pour rendre compte de ce phénomène : la Lumière Noire n'est pas l'obscurité, ou l'ombre, mais une lumière qui obscurcit de manière active, et dont la zone d'ombre est signifiante, son assombrissement étant créateur et porteur de sens²⁴.

L'érosion de l'être sculpté

« La génération des hommes est semblable à celle des feuilles. Le vent répand les feuilles sur la terre, et la forêt germe et en produit de nouvelles, et le temps du printemps arrive. C'est ainsi que la génération des hommes naît et s'éteint. »

Homère, *L'Iliade*, Chant 6 (2023, p. 85)

La mort cellulaire active est une voie d'accès particulière vers la mort, mais il en existe d'autres, comme le vieillissement, qui est un autre chemin de déconstruction. Il est intéressant d'essayer de rapporter à la mort individuelle les enseignements tirés à partir de l'analyse de la mort cellulaire, pour déterminer dans quelle mesure les deux types de chemin se ressemblent et en quoi ils se distinguent. Plus que de se risquer à des extrapolations hasardeuses, l'objectif sera d'interroger la mort en opérant plusieurs changements d'échelle. Il est temps de poser quelques questions.

Peut-on considérer que la mort individuelle peut « sculpter » le super-organisme que serait la collectivité?

S'inscrivant dans un vaste sillage littéraire (comme l'indique la citation de *L'Iliade*) et philosophique²⁵, le médecin August Weismann avait avancé une telle idée en pointant que la disparition d'individus favorisait leur renouvellement, offrant la possibilité aux générations successives de s'adapter aux circonstances extérieures, sans cesse changeantes (Weismann, 1892). Il s'agit d'un truisme attribuant comme finalité au vieillissement la fonction de céder la place aux jeunes et d'assurer un équilibre intergénérationnel. La mort individuelle, dans ses aspects qualitatif et quantitatif, a des répercussions sur les caractéristiques populationnelles, car la mort des organismes contribue à l'évolution des populations en modulant leurs compositions génétiques.

Des dérèglements de la mort cellulaire ont des conséquences funestes sur la survie de l'organisme. Dans le même ordre d'idées, peut-on considérer que des perturbations dans les niveaux de mort individuelle peuvent compromettre une survie collective?

Cette prédiction constitue un truisme dans le sens où une diminution de l'espérance de vie, sous un certain seuil, ferait que cette dernière deviendrait si réduite qu'elle ne pourrait plus permettre la reproduction des individus (conduisant de fait à l'extinction de l'espèce). Dans un autre sens, lorsque c'est l'échéance qu'il s'agit de repousser, on débouche sur la vieille aspiration fantasmagique de l'humanité : l'immortalité, mais aussi sur la réalité de l'augmentation récente et spectaculaire de l'espérance de vie (combinée dans nos sociétés d'une part au vieillissement démographique et d'autre part aux menaces liées à notre entrée dans l'Anthropocène²⁶). En somme, les variations dans les taux de mort individuelle ont indéniablement le pouvoir de changer la donne à des niveaux plus globaux (à l'échelle de sociétés entières).

Peut-on considérer qu'il existe un contrôle social de la mort individuelle?

L'être humain ne se définissant que dans et par sa relation aux autres, l'individu étant essentiellement une construction sociale, on peut imaginer qu'il puisse être déconstruit (et se déconstruire par l'adoption de comportements autodestructifs²⁷ pouvant aller jusqu'au suicide) pour des raisons inhérentes à son rapport à l'autre, ou que son déclin puisse être accéléré en l'absence de signaux de survie adéquats provenant de la collectivité. Cette assertion pourrait toutefois être trop anthropocentrique (l'énoncé précédent peut-il être étendu aux autres animaux?).

Peut-on considérer que la longévité résulte de la répression active d'un programme d'autodestruction?

Il existe certainement des facteurs d'accélération de la décrépitude, comme l'isolement, le sentiment d'inutilité, la diminution des facultés cognitives, etc. Mais peut-on dire que l'on vieillit en raison du déclenchement dans nos corps d'un phénomène d'autodestruction? Ne meurt-on pas plutôt d'usure? Il s'agit d'une des grandes alternatives dans le domaine de la recherche des causes « proximales²⁸ » du vieillissement. Soit le vieillissement serait l'effet direct du déploiement d'un programme génétique : notre génome contiendrait en lui-même notre propre fin sous la forme d'une séquence déterminée d'évènements conduisant à la mort de l'organisme, avec en toile de fond l'implication de « gènes du vieillissement » (à l'instar des « gènes de la mort »). Soit, à l'inverse, le vieillissement serait la conséquence d'une déficience du programme génétique. On a là les théories de l'obsolescence programmée (ou de la « déprogrammation » programmée) *versus* les théories de l'usure et des mécanismes du vieillissement. Si chacune de ces grandes catégories de théories trouve des arguments pour l'étayer, aucune d'entre elles ne peut expliquer à elle seule le vieillissement. D'un côté, la composante génétique du vieillissement reste floue (en particulier chez l'humain²⁹), rendant pour l'instant évanescence l'idée d'un « programme de mort individuel ». De l'autre, si de nombreux composants tissulaires s'usent effectivement lors du vieillissement, il est bien difficile de séparer les causes des innombrables conséquences et on ne comprend pas très bien pourquoi les mécanismes de réparation présents dans nos cellules ne seraient pas suffisants pour assurer une survie indéfinie à nos corps. Les biologistes de l'évolution ont quant à eux posé le problème du vieillissement différemment, en s'intéressant non pas à sa causalité proximale, mais à sa causalité « ultime³⁰ ». L'idée générale est que nos corps n'auraient pas été optimisés par la sélection naturelle pour devenir immortels, mais pour nous permettre de nous reproduire et de propager nos gènes efficacement. La sélection naturelle pourrait même avoir favorisé certaines mutations parce qu'elles s'avèreraient bénéfiques tant que l'individu est apte à la reproduction, alors qu'elles seraient délétères plus tard dans la vie (pléiotropie antagoniste). Le vieillissement serait en quelque sorte le prix à payer pour une reproduction efficace. La perpétuation de la lignée

germinale (ovocytes et spermatozoïdes, qui renferment notre patrimoine génétique) constituerait le seul enjeu réel, au détriment du maintien et de la réparation d'un corps de toute façon promis à disparaître une fois qu'il s'est reproduit. Ces explications évolutionnistes sont une autre variation sur le thème de la dualité entre pulsion de vie et pulsion de mort (Eros contre Thanatos). Le vieillissement pourrait également représenter le prix à payer pour une certaine complexité, avec l'émergence de systèmes de plus en plus sophistiqués de protection du patrimoine génétique, convoquant cette fois-ci une autre dualité : entre *soma* et *germen*.

Ces explications souffrent toutefois elles aussi de lacunes et d'exceptions, comme l'existence d'organismes « à durée de vie indéterminée » (tels que certains coquillages, méduses, cnidaires...) qui semblent échapper aux effets dévastateurs du temps. En outre, on sait aujourd'hui que même les êtres vivants les plus simples peuvent vieillir, et que le vieillissement n'est pas l'apanage des animaux complexes. Chez les organismes unicellulaires (bactéries, levures), ce vieillissement se traduit sous la forme d'une augmentation de la probabilité de mourir au fil des générations, par l'effet de la répartition asymétrique de constituants cellulaires endommagés entre deux cellules-filles après leur division³¹. Ce phénomène de ségrégation différentielle des composants usagés se produirait également lors du développement d'animaux plus complexes (chez le ver et l'humain), puisque l'ovule possède la faculté de faire subir une cure de jouvence au noyau destiné à coloniser les cellules de l'organisme en devenir, permettant ainsi la production de descendants qui naissent jeunes. C'est la preuve que la vie peut échapper au vieillissement. Dans ce contexte, on est fondé de se demander si le vieillissement d'un corps donnant naissance à des corps plus jeunes ne constituerait pas un *mode opératoire* pour perpétuer la parentèle, l'espèce et, au-delà, la vie. Ainsi, après que les recherches sur l'apoptose nous aient fait réaliser que la mort était une donnée interne à la vie, un autre paradoxe semble affleurer, qui est que le vivant, pour se perpétuer, se servirait de la mort des individus. On retrouve là le thème de la mort au service du vivant³², de la mort « vitafère », de la « Lumière Noire ». Une nouvelle fois, n'avons-nous pas interprété trop vite cette carte du Tarot de Marseille figurant la Mort sous la forme d'une faucheuse? Cette Mort (dotée d'une carnation bien apparente³³) n'est-elle pas en train de bêcher le champ de la vie, pour que toute brisure de symétrie, comme la réunion des sexes et la fabrication d'un oeuf, puisse faire naître de nouveaux individus, comme autant de nouvelles pages écrites dans le livre de l'histoire du vivant sur Terre?

Une Mort ou des morts?

« Ce sont les organismes qui meurent, pas la vie. »

Gilles Deleuze, *Pourparlers* (2003, p. 196)

Dans cette partie, nous examinerons la question qui a donné son titre à l'article : en quoi la mort est-elle une insaisissable alien³⁴?

Primo, il existe une polysémie du mot « mort », bâtie sur un tronc commun convoquant la cessation d'être, la néantisation, l'anéantissement définitif (Jankélévitch, 2008). Or, au même titre que d'autres « signifiants flottants³⁵ », la plupart du temps, le même terme de « mort » est utilisé pour des notions dont on se rend compte à quel point elles recouvrent des acceptions différentes. Il y a une difficulté à se référer à différentes idées de la mort³⁶, alors même qu'elle s'étend sur plusieurs niveaux de réalité phénoménale (d'où l'importance de la contextualiser, comme vient nous le rappeler l'aphorisme de Deleuze indiqué en début de chapitre). La mort peuple plusieurs

niveaux d'organisation, séparés par des effets de transitions qui la rendent difficile à cerner. Elle fait l'objet d'une *différenciation spectrale* d'autant plus déroutante que l'objectivation de ces niveaux et de ces seuils s'avère ardue et le plus souvent lacunaire. Autrement dit, la mort revêt un caractère insaisissable car elle cache son visage sous plusieurs masques, en se jouant sans cesse des limites, s'accommodant de niveaux aux découpages flous et instables, qui l'amènent à se parer d'identités incertaines et changeantes. C'est ce qui nous la rend si impénétrable, étrangère au point d'en faire une *alien*. Nous savons bien que la mort d'un être humain, envisagé comme un tout biologique diffère, par exemple, de sa mort civile (déchéance des droits d'un citoyen) ou professionnelle (départ à la retraite). On devine en outre que la notion de mort peut se référer à un état (être mort, l'inverse de vivant, mais aussi être mort de peur), un processus (le fait empirique de mourir, opposé à vivre, ou dans l'expression « mourir de rire ») ou un évènement (le fait qu'il y ait eu disparition, le contraire d'être toujours là, ou dans un autre registre : « la petite mort »), et qu'une différence est à faire entre ce qu'est la mort (c'est-à-dire ni plus ni moins qu'un évènement), et ce qu'elle *signifie*.

Si l'on souhaite continuer à utiliser le concept de la Mort, l'idée de la mort prise dans son sens général, il semble important de distinguer plusieurs types de mort, ou plusieurs niveaux d'opérabilité pour la mort. Au niveau infra-cellulaire, il y aurait une mort représentée par exemple par l'expression « mort d'un gène³⁷ » par opposition à la « naissance » d'un gène. Le niveau suivant est cellulaire et correspond à l'apoptose et aux autres formes de mort cellulaire impliquant une détermination génétique. On trouve ensuite différents niveaux supra-cellulaires, incluant la mort de tissus³⁸ ou d'organes³⁹, la mort des organismes pluricellulaires, la disparition de sociétés, l'extinction d'espèces, voire même l'anéantissement de la planète et de toute forme de vie. S'ensuit une classe que l'on pourra qualifier d'épi-cellulaire, c'est-à-dire située au-delà de la cellule et du biologique, bien que pouvant l'intégrer aux plans neurologique et psychique, et dont ferait par exemple partie la mort d'un sentiment ou la mort d'un souvenir. À côté de toutes ces formes de mort plus ou moins biotiques, on aurait une catégorie abiotique, se déroulant sur des échelles de temps éminemment variables (c'est la mort d'une molécule, d'une langue, d'une étoile⁴⁰...). Ces niveaux ne sont pas hermétiques entre eux : la disparition de certaines populations de neurones pourra se solder par une amnésie (la mort de souvenirs). C'est cela qui confère son caractère insaisissable à la mort, cette dernière changeant de masque ou d'identité en se promenant entre les différents niveaux, et parfois même à l'intérieur d'un même niveau. Il y a enfin une catégorie existentielle⁴¹, celle qui a trait à la « mort de l'autre » ou à sa propre mort en tant que sujet⁴² : la mort en tant que dimension constitutive de l'existence humaine (un thème défriché par plusieurs philosophes, sociologues et anthropologues du 20^e siècle, parmi lesquels Martin Heidegger, Edgar Morin, Vladimir Jankélévitch, Jean Ziegler ou encore Philippe Ariès). Cette dimension existentielle est le seul prisme par lequel il nous soit donné de penser la mort, qui n'existera donc avant tout qu'à travers les *représentations* que l'on s'en fait⁴³.

Ainsi, la mort ne serait qu'un évènement, celui d'un retour à l'indifférencié, à l'informe. La mort n'est une insaisissable *alien* que dans la mesure où l'on se refuse à la voir nue et sans mystère, pour ce qu'elle est : un anéantissement, dont seule la *perspective* peut être pensée. Que dit-elle, cette perspective? Pour le biologique, qui ne nourrit ni peurs ni scrupules, a priori elle ne dit rien. Le vivant semble nourrir une indifférence aveugle au devenir de ses composants. Mais ce n'est pas le cas pour nous, « pauvres mortels », qui avons une difficulté à penser la mort autrement que comme la disparition de l'ipséité. Elle représente pour nous, qui sommes portés par le sentiment affirmé de notre propre importance singulière, un horizon bien sombre, qui est la dépossession ultime de soi. Mais cette perspective ne doit pas seulement conduire à une contemplation mélancolique, car elle recèle des trésors cachés. Le sentiment de précarité, de ne pas être immortel, peut être transmuté en une force positive, car il ouvre la voie à la pleine conscience de la nécessité d'être nous-mêmes, d'être authentiques dans l'ici et le maintenant, en nous incitant à profiter de la vie⁴⁴, en lui donnant un sens : non pas un pourquoi, mais un « pour-quoi ». Grâce à la mort, le vivant découvre sa limitation temporelle dans le monde⁴⁵. Elle est la donnée première par rapport

à laquelle le vivant se découvre comme vivant, raison pour laquelle des philosophes (comme Martin Heidegger ou Albert Camus) ont posé la nécessité de repenser l'humain à partir de sa finitude. La mort interroge la définition que nous avons de nos vies, et de la Vie en général, et nous oblige à voir en elle(s) un phénomène d'accumulation et de mémoire. La perspective de notre propre disparition peut ainsi faire germer en nous un autre sentiment positif : celui de faire partie d'un continuum et d'un ensemble⁴⁶. Ce sentiment nous amène à prendre conscience de tout ce que nous avons hérité de nos aïeux, en somme de tout ce qui nous a été légué par les morts, ces vivants qui nous ont précédés. En retour, cette conscience peut conduire à la naissance de certaines valeurs éthiques, comme celle de travailler à léguer à notre tour à nos enfants et aux enfants de nos contemporains un monde en meilleur état que celui que nous avons découvert enfant (avec, cela s'entend, le problème de définir ce que l'on rangera sous le terme de « meilleur »).

Épilogue

« Nous croyons tous que l'opposé de notre principe le plus élevé doit être parfaitement destructeur et mauvais. Ainsi, nous ne parvenons pas à doter la mort de qualités positives, et nous avons tendance à la craindre et à l'éviter. »

Stanislav Grof et al., *L'ultime voyage* (2009, p. 420)

Nous avons vu que de nombreux indices viennent questionner le paradigme dualiste et nous enjoindre à esquisser une porte de sortie du langage binaire propre aux ordinateurs décrivant un état « vivant » (correspondant à 1, ou à *ON*) et un état « mort » (correspondant à 0 ou *OFF*). Pour cela, on peut s'attacher à intégrer les contraires, ce qui correspond à une première porte de sortie du dualisme : le passage du deux vers l'un. Une autre approche pour sortir de la vision duelle consiste à passer non pas du deux à l'un (ce qui, nous l'avons vu, constitue une sorte d'amalgame simplificateur), mais du deux au trois, puis au quatre, etc. c'est-à-dire à entrer dans une suite de multiples.

Il est remarquable de constater que, au même titre que le concept de mort élude la pluralité des différents types de morts tout en les subsumant, nous éprouvons des difficultés à nous référer à (et peut-être même à concevoir) plusieurs catégories d'ombres (alors qu'il peut en exister de différentes couleurs, voire natures avec la caverne platonicienne) et de lumières (variables au sens propre selon la source lumineuse ainsi qu'au sens figuré), préférant le dilemme classique entre les termes généraux, abstraits et monolithiques de « lumière » et d'« ombre ». Toutefois, il s'avère fécond de s'exercer à voir la pluralité qui transparait par-delà la dualité. Ainsi, lumière solaire, lunaire, luciole, nitescence à la surface de l'eau, rayonnement laser, éclairage LED, effet albédo des *Outrenoirs* de Soulages, etc. peuvent être considérés comme autant de modalités d'illumination. L'éclairage par la « Lumière Noire » vient compléter ce gamut hétérogène pour ouvrir l'accès non pas à une nouvelle sensation visuelle, mais à l'émergence d'une nouvelle perspective (au même titre qu'a pu le faire la découverte de l'apoptose). Une démarche apophatique peut nous aider à mieux circonscrire notre acception du concept de Lumière Noire, en nous renseignant sur ce qu'elle *n'est pas* : elle n'est évidemment pas la lumière de Wood (qui sert à activer les substances fluorescentes), ni « l'énergie noire » des physiciens⁴⁷, pas plus que le « sans lumière », l'obscurité ou la tâche d'ombre (« la mort » ou le non-être). Sa mécanique interne (de renversement) ressemble à celle de l'énantiométrie⁴⁸, qui veut qu'une chose produise toujours son contraire, à la différence près que plutôt que de voir en quoi le *mieux* peut être *l'ennemi* du bien, on s'attachera à voir en quoi le *pire* peut être *l'ami* du bien. Elle correspond donc à un geste intrinsèquement positif, qui

par le fait qu'il « obscurcit » donne en même temps à voir une nouvelle image du réel : il s'agit d'une « obscurité éclairante ». Il ne s'agit plus uniquement de vouloir chasser l'obscurité par la lumière⁴⁹ mais de concevoir que l'obscurité elle-même puisse être lumineuse. Friande de toutes les antonymies⁵⁰, elle nous invite à pratiquer cette opération de l'esprit consistant à rechercher les corrélats positifs de la négation, de l'opposition, de la complémentarité, de la réciprocité et de l'inversion. Nous avançons la thèse que le prisme de la « Lumière Noire » peut s'appliquer à virtuellement tous les processus, pour en révéler un ou plusieurs aspects cachés (jusqu'ici occultés comme la lumière du soleil qui masque, en journée, celle de la lune⁵¹). Ce concept de Lumière Noire forme le ferment d'une nouvelle philosophie, revendiquant d'être sensible à la manière dont un objet peut être défini par ses « pleins » et tout autant, mais de façon différente, par ses « creux⁵² ». Les exemples (et trésors potentiels) que cette Lumière Noire nous donne à arpenter nous paraissent sans nombre.

Notes

[1] La vision d'une mort extérieure à la vie a connu un ancrage fort jusqu'à la deuxième moitié du XX^e siècle, comme en attestent les mots de Descartes (« rien ne se porte par l'instinct de sa nature, *ex naturasua ferri*, à son contraire, ou à la destruction de soi-même ») (Descartes, 1996, p. 85), puis ceux de Bichat (« La vie est l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort ») (1839, p. 137) et August Weismann (« La mort n'est pas un attribut essentiel de la substance vivante ») (1892, p. 116).

[2] À travers l'emploi de cette expression de « mort cellulaire active », il est question d'écarter autant que possible le terme de « suicide », à résonance anthropomorphique et pouvant supposer un « passage à l'acte intentionnel ». Il est aussi question d'éviter au maximum le recours à la notion de « programme », qui nécessiterait d'être précisé selon qu'il se réfère à la programmation spatio-temporelle de la mort (qui se déroule de façon stéréotypée à certains moments et à certains endroits du corps) ou à sa programmation génétique (c'est-à-dire son encodage dans l'ADN).

[3] Les chercheurs John Kerr, Andrew Wyllie et Alastair Currie, à l'origine de l'emploi de ce terme, ont sollicité un professeur de grec ancien, James Cormack, afin que ce dernier leur fasse une proposition d'appellation capable de rendre compte du caractère programmé du processus de suicide cellulaire. Ce dernier leur suggère le terme d'apoptose, du grec ancien *apóptôsis*, qui fait référence à la chute des feuilles en automne (Kerr *et al.*, 1972). Vingt ans plus tard, on découvrira que cette chute saisonnière des feuilles, un processus vital pour les arbres, est elle-même causée par un processus de mort cellulaire programmée se produisant dans la tige.

[4] Chez certains autres vertébrés, comme les canards et les chauves-souris, la région interdigitale est préservée de la mort cellulaire programmée (produisant, respectivement, un membre palmé, facilitant la nage, et le patagium, la membrane de l'aile qui permet le vol actif des chiroptères).

[5] Une notion similaire a fait son apparition en économie, où l'on trouve l'expression de « destruction créatrice », concept forgé en 1942 par Joseph Schumpeter (1998), récemment résumé comme suit : « processus par lequel de nouvelles innovations se produisent continuellement et rendent les technologies existantes obsolètes, de nouvelles entreprises viennent constamment concurrencer les entreprises en place, et de nouveaux emplois et activités sont créés et viennent sans cesse remplacer des emplois et activités existants. » (Aghion *et al.*, 2020, p. 11).

[6] Ces facteurs de guidage et de survie neuronale sont appelés des « neurotrophines ».

- [7] Ces observations ont également pu être interprétées comme fournissant une preuve de l'immanence de la mort dans les processus vitaux.
- [8] Les cellules peuvent s'autodétruire quand elles sont devenues inutiles, dysfonctionnelles ou potentiellement dangereuses (c'est le cas des cellules pré-cancéreuses ou infectées). Divers stress causent également le suicide cellulaire (tels que les radiations ultraviolettes, la fumée de cigarette ou l'exposition à des substances toxiques comme par exemple les pesticides).
- [9] Cette découverte a été récompensée par un prix Nobel en 2002, décerné conjointement à Sydney Brenner, H. Robert Horvitz et John E. Sulston dans la catégorie physiologie/médecine.
- [10] « Ils ne comprennent pas comment ce qui lutte avec soi-même peut s'accorder. L'harmonie du monde existe par tensions opposées, comme pour la lyre et pour l'arc. » (Héraclite, 1887). Cette tension entre vie et mort (que l'on retrouve dans le taoïsme) trouve par exemple son illustration dans le symbole du Yin et du Yang, ou dans l'art aztèque précolombien, qui a percolé aujourd'hui dans l'imagerie traditionnelle mexicaine.
- [11] Citation prêtée par Edgar Morin à Karl S. Trinchler, un thermodynamicien d'origine russe (Cyrulnik et Morin, 2018, p. 43).
- [12] Dans la pensée d'Edgar Morin, vie et mort, en tant que concepts contraires et complémentaires, seraient unis dans une relation dialogique (qui pose que deux principes différents, concurrents ou antagonistes puissent se mêler dans le même tout, sans toutefois se confondre, c'est-à-dire sans perdre l'unicité qui les distingue, à la différence de la production de *niveaux de gris* à partir de noir et de blanc). Pour rendre compte de cette conception, Morin détournera le mot de Bichat « la vie est la somme totale des fonctions qui résistent à la mort » en rajoutant « *en s'aidant en même temps de la mort* » (2012, p. 493). Le philosophe nietzschéen Laurent Cherlonneix a quant à lui introduit la notion d'« Équivocité Vive » (2008), bien que cette expression puisse revêtir une signification plus ou moins différente.
- [13] Un processus analogue de prise en compte de la notion de multiple est à l'oeuvre dans le cadre de la dichotomie vie/non-vie, qui questionne l'origine de la vie sur Terre et la séparation entre le vivant et l'inorganique (et non pas la séparation du vivant et du « mort »). Plutôt que de voir une opposition nette entre vivant et non-vivant, certains auteurs décrivent la possibilité d'un continuum, d'un axe avec gradation, et reconnaissent « la dimension constitutivement plurielle d'un monde vivant intrinsèquement relationnel » (Heams-Ogus, 2019, p. 32). Un geste d'ouverture au multiple peut par ailleurs être noté dans certaines disciplines comme la biologie évolutive qui, après avoir modélisé les relations de cousinage entre espèces sous la forme d'arbres phylogénétiques (présentant des noeuds, c'est-à-dire des *bifurcations*), adopte de plus en plus d'autres représentations, en réseaux, et d'autres terminologies (préférant parler de « buisson » ou de « rhizome » du vivant, rendant compte notamment des transferts de gènes, plutôt que « d'arbre » des espèces) (Ramulu *et al.*, 2012). La reconnaissance de fonctions multiples a également été réalisée pour la mitochondrie, un organite impliquée dans la décision de vie ou de mort des cellules animales et humaines, mais possédant de multiples autres rôles dans la cellule (Monzel *et al.*, 2023).
- [14] Au même titre que la notion de relation, on remarquera que la notion d'évolution, c'est-à-dire de devenir, porte en elle celle du multiple.

[15] Dans l'exemple de la mort des cellules interdigitales de la patte de vertébré en développement, la mort cellulaire morphogénétique peut se produire par nécrose lorsque l'apoptose est bloquée (Chautan *et al.*, 1999).

[16] Au sens donné par François Jacob dans son article « Evolution and tinkering » (1977).

[17] Le terme utilisé pour décrire ce type de phénomène est celui d'« exaptation » (un exemple bien connu est celui des plumes des oiseaux qui seraient d'abord apparues pour la thermorégulation, la reproduction et/ou le camouflage avant d'être utilisées, en tant qu'adaptation secondaire, pour le vol).

[18] Le trait altruiste est celui qui confère un bénéfice direct à la communauté cellulaire : le sacrifice d'une partie des cellules dans une population peut ainsi permettre la survie de toute la collectivité, par exemple lorsque les conditions sont difficiles, ou pour éviter la propagation d'un parasite ou d'une infection.

[19] La mort pourrait être soit un sous-produit de programmes vitaux, ou la conversion (par un phénomène de « criticité ») d'un réseau moléculaire d'un état vital à un état mortifère en réponse à certains signaux, précipitant la cellule vers son auto-effacement.

[20] La conception manichéenne d'une opposition entre vie et mort (deux antonymes polaires) est probablement le reflet d'un trait fondamental de la psyché humaine consistant à appréhender le réel par paires de contraires, d'opposés, de complémentaires, d'inverses ou de réciproques. La liste des dichotomies est interminable et ces dernières peuplent toutes les sphères de la connaissance humaine (tout et partie, lumière-obscurité, terre-ciel, objectif-subjectif, être-néant, microcosme-macrocosme, ouvert-fermé, bien-mal, fini-infini, début-fin, nature-culture, sacré-profane, software-hardware, absolu-relatif, intérieur-extérieur, âme-corps, sec-humide, quantitatif-qualitatif, concret-abstrait, éternité-temps, guerre-paix, rationalisme-empirisme, idéalisme-matérialisme, raison-émotion, présence-absence, masculin-féminin, etc.), y compris la biologie (soi et non-soi, normal-pathologique, structure-fonction, théorie-pratique, inné-acquis, mâle-femelle, réductionnisme-holisme, soma-germen, organique-inorganique, unicellulaire-multicellulaire, fondamental-appliqué, in vivo-in vitro, vitalisme-mécanisme, sommeil-éveil, etc.). Depuis Platon (qui pensait que la dichotomisation délibérée, ou *diaeresis*, pouvait aider à mieux appréhender le réel), différents penseurs se sont référés à cette production de couples antithétiques : on citera entre autres le botaniste suisse Augustin-Pyramus de Candolle (avec ses clés dichotomiques), l'historien des sciences américain Gérard Holton (avec ses *themata*), le philosophe Hans Jonas (qui écrira : « De toutes les polarités mentionnées, la plus fondamentale est celle de l'être et du non-être ») (Lories, 2001, p. 16), le structuraliste Jacques Derrida (avec son concept de *différance*), certains pour les rejeter catégoriquement (comme l'objectiviste Ayn Rand) ou le penseur anarchiste Peter Lamborn Wilson (« la plupart des dichotomies ou les opposés se révèlent n'être que des falsifications ou des hallucinations causées par la sémantique ») (Hakim Bey, 1991, p. 197).

[21] La thèse d'une mort ambivalente à la vie et celle d'une mort juxtaposée aux autres pouvoirs de la vie sont infalsifiables, au sens poppérien du terme, dans le sens où elles s'avèrent impossibles à confirmer ou à infirmer par l'expérience. Cette situation justifie l'emploi que nous faisons du terme « métabiologie », en écho à la « métaphysique », ce qui le distingue probablement du sens que lui prêtent Cherlonneix et Ameisen (2013).

[22] Cette distinction entre « la mort » et « le mourir » est fondamentale. C'est le mourir qui est un processus vital, en tant qu'il se déroule dans une cellule encore en vie et participe de manière essentielle à la construction et au maintien de l'organisme. Afin d'éviter de se retrouver dans une impasse logique, nous préférons ce terme à celui de « dévitalisation », dont l'emploi ne ferait que déplacer le problème (car il faudrait alors définir ce qu'est la vie ou la vitalité).

[23] À l'inverse, la mort ne peut diriger, de l'intérieur, la vie (sauf à supposer un certain vitalisme de la mort, l'existence d'un « principe mortel »).

[24] Nous avons initialement choisi l'appellation de « Lumière Noire » car son caractère contradictoire trouve à la fois son expression et sa résolution dans le fait que le photon de lumière est en même temps sa propre antiparticule. En effet, les photons ont une charge nulle et à ce titre ne peuvent pas être distingués des anti-photons. Plus tard, nous avons découvert que le penseur anarchiste « antinomiste » Peter Lamborn Wilson (dit Hakim Bey) l'avait utilisé dans un sens voisin de celui que nous lui donnons dans son ouvrage *Temporary Autonomous Zone : T.A.Z. : « Masqués, ritualisés, réalisés en tant qu'art, ces termes se vêtent de leur sombre beauté, de leur "Lumière Noire". »* (1991, p. 86). On trouve une notion comparable dans un tout autre registre, celui de la mise en scène : la chercheuse Véronique Perruchon écrivant que « le noir, on le sait, est un outil technique nécessaire à la sculpture du plateau. » (2016, p. 170), ou encore « le noir est révélateur des richesses polysémiques de la scène. Car ce "noir – lumière" n'est plus le noir neutralisant privatif, élément cadrant du spectacle : il a sa valeur propre, son autonomie et sa puissance dramatique. » (2016, p. 284). Pour une représentation graphique illustrant le concept, on pourra se référer par exemple à l'item « 4-BACK » de l'oeuvre intitulée *A sphere lit from the top, four sides, and all their combinations* (2004) de l'artiste visuel Solomon « Sol » Lewitt.

[25] On peut citer par exemple : « Tout semble voué à la disparition, rien ne demeure. Tous les voyageurs ont éprouvé cette mélancolie. Qui a vu les ruines de Carthage, de Palmyre, Persépolis, Rome sans réfléchir sur la caducité des empires et des hommes, sans porter le deuil de cette vie passée puissante et riche? Ce n'est pas, comme devant la tombe des êtres qui nous furent chers, un deuil qui s'attarde aux pertes personnelles et à la caducité des fins particulières : c'est le deuil désintéressé de la ruine d'une vie humaine brillante et civilisée. Cependant à cette catégorie du changement se rattache aussitôt un autre aspect : de la mort renaît une vie nouvelle. » (Hegel, 1993, p. 54).

[26] L'Anthropocène correspond à une nouvelle ère géologique se caractérisant par l'avènement de l'humanité comme principale force de changement planétaire, surpassant les forces géophysiques. Concernant les menaces afférentes, voir par exemple l'ouvrage de Dupuis et Auouacheria (2018) sur *L'Age de Cristal*, le film dystopique de Michael Anderson (1976).

[27] On peut citer ici le *hikikomori* : « l'apoptose » des individus induite par le retrait social.

[28] En étudiant les causes proximales, on cherchera à répondre à la question du « comment », par l'identification des acteurs moléculaires et des mécanismes biologiques se produisant dans les cellules, les tissus et les organes de l'individu vieillissant.

[29] Pour l'instant, les recherches sur le vieillissement des organismes n'ont pas réussi à mettre au jour un tel programme d'autodestruction individuelle (qui fonctionnerait de manière analogue dans tous les groupes d'espèces), seulement l'existence d'une diversité de gènes ayant pour point commun d'avoir « quelque chose à voir » avec le vieillissement.

[30] C'est la sphère des raisons évolutives. On cherchera cette fois-ci à répondre à la question du « pourquoi », en spéculant sur une éventuelle « fonction » du vieillissement et sur les mécanismes évolutifs (historiques) ayant conduit à son apparition et permettant son maintien.

[31] Il faut noter que chez les organismes unicellulaires, la notion d'individu se superpose généralement à celle de cellule (un individu = une cellule), contrairement aux animaux pluricellulaires, chez lesquels l'individu est formé d'un assemblage de cellules. Cependant, des organismes unicellulaires peuvent exister transitoirement sous une forme multicellulaire, à certaines étapes de leur cycle de vie ou en réponse à divers stimuli ou changements environnementaux.

[32] Cette situation rappelle le suicide altruiste évoqué plus haut dans le cas de la mort cellulaire active.

[33] Dans la version « Camoin-Jodorowsky » du Tarot de Marseille.

[34] Le terme « alien » n'est pas à prendre ici dans son sens littéral « d'extraterrestre », mais au sens figuré pour signifier « étranger, étrangère », cette acception correspondant à sa racine en ancien français (empruntée au latin *alienus* : qui appartient à un autre, étranger).

[35] Au sens où l'entendait Claude Lévi-Strauss (Mauss et Lévi-Strauss, 1993, p. L), « signifiants flottants » qui comptent dans leurs rangs des mots intrinsèquement polysémiques tels que « le temps » (souvent confondu avec les *phénomènes* temporels, le temps est un polysème convoquant tour à tour le temps chronologique de l'heure et de la durée, le temps météorologique, celui de la physique quantique, de la mécanique générale, le temps cyclique, celui du *Kairos*, etc.), « la vie » (qui s'étend bien au-delà de la notion de *vivant*) ou « le vide » (auxquels on peut rajouter « la lumière », qui nous intéressera ici, ou le terme « zombie », dont nous avons récemment montré qu'il s'était mué en substantif, voir Aouacheria, 2023).

[36] On peut sans doute imputer cet état de fait au caractère intuitif ou précognitif de la notion de mort, découlant d'une perception prélogique ou affective (pour reprendre la terminologie du sociologue Roger Bastide) qui en surdétermine les usages et les modes supposés de fonctionnement.

[37] Les gènes peuvent mourir sous la forme de « pseudogènes », assimilables (métaphoriquement) à des cadavres génomiques. Exceptionnellement, ces gènes peuvent redevenir fonctionnels, ressusciter en quelque sorte.

[38] Une dent « dévitalisée » est une dent morte.

[39] En sachant qu'il existe une communauté de destins entre le tout et la partie. Ainsi, dans la défaillance multiviscérale, un premier phénomène physiopathologique frappant de manière catastrophique un premier organe provoque la défaillance en chaîne de la plupart des organes vitaux pour aboutir à la mort de l'organisme. On trouve également l'exemple du syndrome de lyse tumorale, dans lequel des cellules cancéreuses mourant massivement par nécrose provoquent la libération (parfois mortelle) de toxines cellulaires dans la circulation.

[40] « L'impermanence des étoiles ne nous saute pas aux yeux quand nous contemplons le ciel serein, la nuit, car les drames stellaires ne se déroulent pas à l'échelle temporelle d'une vie humaine, mais sur des durées de millions, voire de milliards d'années. » (Trinh, 2008, p. 436).

[41] Terme heideggérien venant de *Être et Temps* dans la traduction d'Emmanuel Martineau (Heidegger, 1985).

[42] Ces deux types de mort étant distincts, comme le fait remarquer Elias Canetti qui ajoute au passage un nouvel axe à celui séparant le vivant du mort : « Il est assurément ennuyeux que deux motifs diamétralement opposés se confondent en rapport avec la mort : la mort des autres et la sienne propre » (2019, p. 30).

[43] Ce qui explique l'usage massif par les spécialistes de la mort cellulaire de métaphores et le recours fréquent à des analogies à résonance anthropomorphique (suicide cellulaire, mort altruiste, etc.).

[44] « Par la perspective certaine de la mort, on pourrait mêler à la vie une goutte délicieuse et parfumée d'insouciance — mais, vous autres, singuliers pharmaciens de l'âme que vous êtes, vous avez fait de cette goutte un poison infect, qui rend répugnante la vie tout entière! » (Nietzsche, 1902, p. 406).

[45] « Lui qui marche en toute ignorance du but feint de se rendre quelque part pour donner à son parcours non pas, faute d'en apporter la preuve, le sens d'une recherche précise, mais un semblant d'orientation, même si la voie lumineuse joyeusement empruntée au départ n'est plus que ténèbres où il s'enfoncé chaque jour davantage vers le lieu énigmatique de sa destination, un lieu d'autant moins accessible qu'il a beau aller de l'avant s'en accroît la distance et qu'il doute d'y jamais parvenir, qu'il en vient même à douter de sa réalité, si bien qu'au sentiment d'avoir fait fausse route se substitue la croyance qu'aucune ne vaut mieux que l'autre, que ni bonnes ni mauvaises elles conduisent toutes, malgré parfois de longs détours qui induisent en erreur, au pied du mur, face à la mort. » (Des Forêts, 2012, voir le quatrième de couverture).

[46] On peut évoquer ici l'émergence dans les années 1970 du mouvement *Death Positive* (notamment représenté aujourd'hui par le cercle de « L'Ordre de Mort Bonne » fondé par Caitlin Doughty), qui propose de réenvisager la manière dont la question de la mort est abordée dans nos sociétés, afin d'en briser le tabou.

[47] Les médecins ont pris l'habitude de qualifier de « noir » tout ce qui résiste à la détection par les moyens dont ils disposent, c'est-à-dire n'importe quel phénomène ou objet pour lequel le recueil d'information s'avère (pour l'instant) impossible.

[48] Présente à la fois chez Héraclite et dans le taoïsme, on trouve des manifestations de cette pensée dans la mystique chrétienne, en alchimie, chez Nietzsche et plus récemment chez Carl. G. Jung qui en a donné une élaboration marquante, avant certains penseurs du courant technocritique (tels que Ivan Illitch). La culture populaire n'est pas épargnée, l'entame du dernier couplet de la chanson *Californication* du groupe de rock Red Hot Chili Peppers (formé par Michael Peter Balzary, John Frusciante, Anthony Kiedis et Chad Smith) fournissant un exemple parmi d'autres : « *Destruction leads to a very rough road, but it also breeds creation* » (« La destruction conduit à un chemin très difficile, mais elle engendre aussi la création », traduction libre).

[49] « L'obscurité ne peut pas chasser l'obscurité, seule la lumière le peut. La haine ne peut pas chasser la haine, seul l'amour le peut. » (Martin Luther King, Jr. Memorial, Washington DC, USA).

[50] Au sens que leur donne par exemple le linguiste Pascal Amsili (2003). Les antonymies (lexicologiques) ne doivent pas être confondues avec les antinomies (notamment philosophiques,

comme par exemple kantiennes). Certains auteurs (Ducháček, 1965) ont tenté de lister, avec une volonté d'exhaustivité, les axes autour desquels s'organisent les paires de termes en opposition.

[51] Un anglicisme en vogue en biologie moléculaire, le « protein moonlighting », reprend même littéralement cette image, en référence aux protéines multifonctionnelles, capables d'endosser plusieurs rôles selon le contexte cellulaire, leur état d'oligomérisation ou leur localisation subcellulaire (Singh et Bhalla, 2020).

[52] La notion de forme appelant celle de « contreforme », dont l'utilisation va de celle qu'en fait Matisse dans ses collages jusqu'aux plus récentes analyses morphométriques appliquées à la biologie (voir le descripteur « counter-shape » décrit dans Charrasse *et al.*, 2023).

Bibliographie

- Aghion, P., Antonin, C. et Bunel, S. (2020). *Le pouvoir de la destruction créatrice : innovation, croissance et avenir du capitalisme*. Odile Jacob.
- Ameisen, J. C. (1999). *La sculpture du vivant : le suicide cellulaire ou la mort créatrice*. Éditions du Seuil.
- Ameisen, J.-C. (2007a). La mort au coeur du vivant. *Revue française de psychosomatique*, 32(2), 11-44. (<https://doi.org/10.3917/rfps.032.0011>) doi : <https://doi.org/10.3917/rfps.032.0011>
- Ameisen, J.-C. (2007b). « Nous vivons dans l'oubli de nos métamorphoses... » La mort et la sculpture du vivant. *Annales. Histoire, sciences sociales*, 62(6), 1253-1283. doi : <https://doi.org/10.1017/S0395264900036209>
- Amsili, P. (2003). L'antonymie en terminologie : quelques remarques. (<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:155105187>)
- Aouacheria, A. (2015). Du duel au pluriel : réflexions sur les protéines régulatrices d'apoptose de la famille BCL-2 et sur la mort cellulaire. *Biologie aujourd'hui*, 209(4), 331-355. (<https://doi.org/10.1051/jbio/2016003>) doi : <https://doi.org/10.1051/jbio/2016003>
- Aouacheria, A. (2023). Le zombie nous parle de nous autant que nous parlons de lui (Grand Entretien). *VOX Museum*, (13), 4.
- Bataille, G. (2011). *La part maudite; précédé de La notion de dépense*. Éditions de Minuit.
- Bichat, X., Buisson, M. et Legallois, C. J. (1839). *Recherches sur la vie et la mort*. Chez M. Gautret.
- Canetti, E. (2019). *Le livre contre la mort* (P. von Matt, trad.). Le Livre de poche.
- Charrasse, S., Poquillon, T., Saint-Omer, C., Pastore, M., Bordignon, B., Frye, R. E., Reynes, C., Racine, V. et Aouacheria, A. (2023). Quantitative assessment of mitochondrial morphology relevant for studies on cellular health and environmental toxicity. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 21, 5609-5619. (<https://doi.org/10.1016/j.csbj.2023.11.015>) doi : <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2023.11.015>
- Chautan, M., Chazal, G., Cecconi, F., Gruss, P. et Golstein, P. (1999). Interdigital cell death can occur through a necrotic and caspase-independent pathway. *Current biology: CB*, 9(17), 967-970. [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(99\)80425-4](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(99)80425-4) (<https://doi.org/10.1016/S0960-9822%2899%2980425-4>) doi : [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(99\)80425-4](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(99)80425-4)
- Cherlonneix, L. (2008). *L'équivocité vive : une nouvelle représentation du vivant*. L'Harmattan.
- Cherlonneix, L. et Ameisen, J.-C. (dir.). (2013). *Nouvelles présentations de la vie en biologie et philosophie du vivant : la sculpture du vivant à l'épreuve de l'interdisciplinarité*. De Boeck.
- Cyrułnik, B. et Morin, E. (2018). *Dialogue sur la nature humaine*. Éditions de l'Aube.

- Dawkins, R. (2006). *L'horloger aveugle* (B. Sigaud, trad.). R. Laffont.
- Deleuze, G. (2003). *Pourparlers, 1972-1990*. Éditions de Minuit.
- Deleuze, G. et Guattari, F. (1980). *Mille plateaux*. Éditions de Minuit.
- Des Forêts, L.-René. (2012). *Pas à pas jusqu'au dernier*. Mercure de France.
- Descartes, R. (1996). *Oeuvres de Descartes, 11 : Le monde. Description du corps humain. Passions de l'âme. Anatomica. Varia* (Nouvelle éd.). Vrin.
- Ducháček, O. (1965). Sur quelques problèmes de l'antonymie. *Cahiers de lexicologie*, 1(6), 55-66. doi : <https://doi.org/10.3406/etnor.1965.1290>
- Dupuis, J. D. et Auacheria, A. (2018). *La biopolitique vue du cinéma : l'âge de cristal*. L'Harmattan.
- Galluzzi, L., Vitale, I., Aaronson, S. A., Abrams, J. M., Adam, D., Agostinis, P., Alnemri, E. S., Altucci, L., Amelio, I., Andrews, D. W., Annicchiarico-Petruzzelli, M., Antonov, A. V., Arama, E., Baehrecke, E. H., Barlev, N. A., Bazan, N. G., Bernassola, F., Bertrand, M. J. M., Bianchi, K., ... Kroemer, G. (2018). Molecular mechanisms of cell death: recommendations of the Nomenclature Committee on Cell Death 2018. *Cell Death and Differentiation*, 25(3), 486-541. (<https://doi.org/10.1038/s41418-017-0012-4>) doi : <https://doi.org/10.1038/s41418-017-0012-4>
- Gibran, K. (1997). *Le prophète* (J.-P. Dahdah, trad.). E.JL.
- Grof, S., Guerda, É. et Villeroc, É. (2009). *L'ultime voyage : la conscience et le mystère de la mort*. G. Trédaniel.
- Hakim Bey. (1991). *TAZ : zone autonome temporaire* (Spartakus FreeMann, trad.). Autonomedia.
- Heams-Ogus, T. (2019). *Infravies : le vivant sans frontières*. Éditions du Seuil.
- Hegel, G. W. F. (1993). *La raison dans l'histoire : introduction à la philosophie de l'histoire* (K. Papaïoannou, trad.). Éditions 10-18.
- Heidegger, M. (1985). *Être et Temps* (E. Martineau, trad.). Authentica.
- Héraclite. (1887). *Fragments* (Tannery, trad.). (https://fr.wikisource.org/wiki/Fragments_d%E2%80%99H%C3%A9raclite#)
- Homère. (2023). *L'Iliade* (C.-M. Leconte de Lisle, trad.). Books on Demand. (https://books.google.fr/books?id=_Eu6EAAAQBAJ)
- Jacob, F. (1977). Evolution and tinkering. *Science*, 196(4295), 1161-1166. (<https://doi.org/10.1126/science.860134>) doi : <https://doi.org/10.1126/science.860134>
- Jankélévitch, V. (2008). *La mort*. Flammarion.
- Kerr, J. F., Wyllie, A. H. et Currie, A. R. (1972). Apoptosis: a basic biological phenomenon with wide-ranging implications in tissue kinetics. *British Journal of Cancer*, 26(4), 239-257. (<https://doi.org/10.1038/bjc.1972.33>) doi : <https://doi.org/10.1038/bjc.1972.33>
- Hans Jonas. (2011) *Le phénomène de la vie : vers une biologie philosophique* (D. Lories, trad.). De Boeck.
- Mauss, M. et Lévi-Strauss, C. (1993). *Sociologie et anthropologie* (5^e éd.). Presses universitaires de France.
- Miller, H. (2007). *Tropique du cancer*. Denoël.
- Monzel, A. S., Enríquez, J. A. et Picard, M. (2023). Multifaceted mitochondria: Moving mitochondrial science beyond function and dysfunction. *Nature Metabolism*, 5(4), 546-562. doi : <https://doi.org/10.1038/s42255-023-00783-1>
- Morin, E. (1976). *L'homme et la mort* (éd. rev. et augm.). Éditions du Seuil.
- Morin, E. (1980). *La méthode, 2 : La vie de la vie*. Éditions du Seuil.
- Morin, E. (2012). *La voie : pour l'avenir de l'humanité*. Pluriel.

Nietzsche, F. (1902). *Humain, trop humain (2^e partie)*. [https://fr.wikisource.org/w/index.php?title=Page:Nietzsche_-_Humain,_trop_humain_\(2%C3%A8me_partie\).djvu/443&oldid=9198246](https://fr.wikisource.org/w/index.php?title=Page:Nietzsche_-_Humain,_trop_humain_(2%C3%A8me_partie).djvu/443&oldid=9198246) (https://fr.wikisource.org/w/index.php?title=Page:Nietzsche_-_Humain,_trop_humain_%282%C3%A8me_partie%29.djvu/443&oldid=9198246)

Nössing, C. et Ryan, K. M. (2023). 50 years on and still very much alive: “Apoptosis: a basic biological phenomenon with wide-ranging implications in tissue kinetics”. *British Journal of Cancer*, 128(3), 426-431. (<https://doi.org/10.1038/s41416-022-02020-0>) doi : <https://doi.org/10.1038/s41416-022-02020-0>

Perruchon, V. (2016). *Noir, lumière et théâtralité*. Presses universitaires du Septentrion. doi : <https://doi.org/10.4000/books.septentrion.8896>

Ramulu, H. G., Raoult, D. et Pontarotti, P. (2012). The rhizome of life: What about metazoa? *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 2, 50. (<https://doi.org/10.3389/fcimb.2012.00050>) doi : <https://doi.org/10.3389/fcimb.2012.00050>

Schumpeter, J. A. (1998). *Capitalisme, socialisme, et démocratie. Suivi de Les possibilités actuelles du socialisme et La marche au socialisme* (G. Fain, trad.). Payot.

Singh, N. et Bhalla, N. (2020). Moonlighting Proteins. *Annual Review of Genetics*, 54, 265-285. (<https://doi.org/10.1146/annurev-genet-030620-102906>) doi : <https://doi.org/10.1146/annurev-genet-030620-102906>

Trinh, X. T. (2008). *Les voies de la lumière : physique et métaphysique du clair-obscur*. Gallimard.

Vitale, I., Pietrocola, F., Guilbaud, E., Aaronson, S. A., Abrams, J. M., Adam, D., Agostini, M., Agostinis, P., Alnemri, E. S., Altucci, L., Amelio, I., Andrews, D. W., Aqeilan, R. I., Arama, E., Baehrecke, E. H., Balachandran, S., Bano, D., Barlev, N. A., Bartek, J., ... Galluzzi, L. (2023). Apoptotic cell death in disease-Current understanding of the NCCD 2023. *Cell Death and Differentiation*, 30(5), 1097-1154. (<https://doi.org/10.1038/s41418-023-01153-w>) doi : <https://doi.org/10.1038/s41418-023-01153-w>

Weismann, A. (1892). *Essais sur l'hérédité et la sélection naturelle*. Reinwald. (<https://books.google.fr/books?id=OfNCAQAAMAJ>)