

Le paradigme de la vie cosmique de Vladimir Vernadski Implications philosophiques d'une révolution scientifique reportée

GUENNADI AKSENOV

*La puissance de l'idée est infinie.
Et de ceci, nous devons nous en souvenir maintenant, quand
très souvent c'est oublié dans le chaos des événements russes.*

V. I. Vernadski, Journal du 3 juillet 1923,
Bourbon Lancy (France).

Découverte de la biosphère

Dès le début de son travail scientifique, Vladimir Ivanovitch Vernadski (1863-1945) a intégré le temps comme un objet de recherche opératoire. Dans le cadre de son approche historique, il a créé la minéralogie génétique, puis la géochimie – la science du mouvement des atomes au sein de la croûte terrestre. Mais l'essentiel est que, lors de ses observations, il est arrivé à la conclusion que de nombreux composés chimiques sont créés par les organismes vivants¹. Cela l'a conduit à un problème que l'on pourrait

1. Gennadij P. Aksënov & Vasilij V. Dokučæev, « Ot faktora vremeni – k novoj idee vremeni » [Du facteur du temps à une nouvelle idée de temps], *Istorija nauk o Zemle* (M.), 6, 2017, p. 11-18.

formuler de la façon suivante : pendant combien de temps ce courant d'atomes a-t-il traversé ces organismes dans le passé géologique ? La solution de cette question a changé et a déterminé toute l'activité scientifique ultérieure de V. Vernadski.

C'est en 1908, dans une lettre adressée à son ancien élève, le professeur Jacob Samoilov (1870-1925), que Vernadski aborda, pour la première fois, ce sujet :

Je lis dans les sciences biologiques beaucoup de faits que je trouve très curieux. Les résultats me conduisent à y réfléchir. Incidemment, il s'avère que la quantité de matière vivante dans la croûte terrestre est une valeur constante. Alors la vie est-elle la même partie éternelle du cosmos que l'énergie et la matière² ?

C'est avec cette question, posée ici plutôt à lui-même qu'à son destinataire, que le tournant principal du destin scientifique de V. Vernadski prenait forme.

Pendant ces années déjà marquées par la révolution russe de 1905, Vernadski concevait la possibilité de la régularité de la vie dans l'histoire de la biosphère. Il transformait ainsi la géochimie en une nouvelle science : la bio-géochimie, au centre de laquelle il plaçait le concept *de matière vivante*, rassemblant ainsi en une seule totalité tous les organismes de la biosphère.

Vernadski décrivait les organismes de la biosphère non pas comme des objets biologiques, mais comme une sorte de mouvement de la matière qui n'avait pas encore été scientifiquement maîtrisée. Il considérait que la matière vivante forme une enveloppe géologique spéciale, la biosphère, et que cela crée un effet puissant et constant sur la surface de la planète, nécessaire pour l'existence même de la planète.

Dans de nombreuses notes écrites pendant la guerre civile (1919-1921), Vernadski commença à affirmer l'idée que la matière vivante est un phénomène universel. Voici, en particulier, ce qu'il écrivait :

Non seulement d'un point de vue philosophique, mais aussi d'un point de vue scientifique, il est clair que le caractère énergétique des processus de la vie, qui est si opposé à tous les autres processus de la Nature, ne peut être relié qu'à la Terre : il doit avoir une signification globale. La vie, dans ces conditions, devrait être un

2. Vladimir I. Vernadskij, *Stranici avtobiografii* [Pages d'autobiographie], M., Nauka, 1981, p. 221.

phénomène cosmique. Cela ne peut pas être une question de hasard³.

Vernadski a promulgué pour la première fois l'idée centrale de l'universalité de la matière vivante dans le texte de sa conférence intitulée « Le commencement et l'éternité de la vie ». C'était à Petrograd, en mai 1921, alors qu'il revenait de Crimée. Il fit alors un tour d'horizon de l'histoire de l'abiogenèse. Les recherches persistantes sur la génération spontanée de la vie avaient duré trois cents ans. Elles avaient été dépendantes du contexte général de la culture européenne : celui du christianisme et de sa référence au texte biblique. Les scientifiques avaient en particulier été guidés par l'idée d'un commencement du monde et d'une origine de la vie. Mais aucun élément relatif à la formation d'un organisme vivant (cellules) à partir d'un matériau inerte ou même à partir de composés chimiques organiques n'avait été trouvé. De plus, toutes les tentatives de synthétiser des protéines vivantes en laboratoire avaient été vaines. Et soudain, en 1668, le docteur florentin Francesco Redi, formula une règle importante : « Tout ce qui est vivant provient du vivant ! ». Depuis lors, cette loi reste irréfutable. Plus tard au début du XIX^e siècle, le biologiste allemand Lorenz Oken la formula en latin : *Omne vivum e vivo* !

Vernadski considérait 1668 comme une grande date dans l'histoire de la science et la règle Redi était, pour lui, le principe de la biogenèse. Il s'agissait d'une image du monde complètement différente de celle se rapportant à l'origine de la vie sur une planète déjà préparée pour cela. Voici comment il expliqua sa pensée dans une conférence :

Selon l'observation scientifique, reconnaissant la biogenèse comme la seule forme de naissance du vivant, nous devons inévitablement admettre que les débuts de la vie dans le cosmos, tels que nous les observons, n'étaient pas vraiment un début, car il n'y a pas eu de commencement de ce cosmos. La vie est éternelle et toujours transmise par la biogenèse dans la mesure où le cosmos est éternel. Ce qui est vrai pour les dizaines et les centaines de millions d'années qui se sont écoulées depuis l'ère archéenne jusqu'à nos jours est également vrai pour toute la durée infinie des périodes cosmiques de l'histoire de la Terre. C'est vrai pour tout l'Univers⁴.

3. V. I. Vernadskij, *Živoje veščestvo* [La matière vivante], M., Nauka, 1978, p. 36.

4. V. I. Vernadskij, *Živoje veščestvo i biosfera* [Matière vivante et biosphère], M., Nauka, 1994, p. 278.

En d'autres termes, les lois de l'existence de la matière vivante, comme toutes les autres lois de la nature, ne devraient pas changer. Il suffit de les trouver et de les formuler correctement.

Vernadski a publié sa conférence, en 1922, dans une brochure séparée⁵. Et immédiatement, les nouvelles autorités idéologiques du pays l'ont remarqué et se sont mises à la critiquer. Dans la principale revue théorique des bolcheviks, le fonctionnaire du Parti Vladimir I. Nevski (1876-1937) exprima sa plus grande surprise devant l'idée de l'éternité de la vie. Il attribua au scientifique l'intention de « d'introduire le vitalisme » dans la science⁶, sans prendre en compte le fait que Vernadski considérait que le vitalisme n'était pas une construction scientifique. À sa suite, le physicien théoricien et philosophe marxiste Arkadi K. Timiriazev (fils du célèbre scientifique, 1880-1955) continua à s'en prendre à Vernadski en parlant négativement de lui dans les clubs du Parti et en publiant un article critique dans une collection idéologique⁷. Le philosophe était particulièrement indigné que Vernadski ait déplacé la question de l'éternité de la vie dans le domaine de la science et qu'il ait considéré que sa résolution ne dépendait pas de la philosophie ou la religion. Simultanément, Vernadski refusait au marxisme le droit d'être une science. A. Timiriazev lui répondit en renvoyant à l'idée généralement admise selon laquelle, dans le passé lointain, la Terre était un corps en fusion où il ne pouvait pas exister d'organismes. Un troisième critique intervint qui ne se souciait guère des arguments logiques. Il écrivit : « L'idéologie du collectivisme, avec la dialectique à sa disposition, rejette les droits divins que prône l'idéologie conservatrice de la bourgeoisie⁸ ».

5. V. I. Vernadskij, *Načalo i večnost' žizni* [Le commencement et l'éternité de la vie], P., 1922, 58 p. ; réédité in *Živoe veščestvo i biosfera* [Matière vivante et biosphère], M., Nauka, 1994.

6. Vladimir I. Nevskij, « Restavracija idealizma i bor'ba s novoj buržuaziej » [Restauration de l'idéalisme et lutte contre la nouvelle bourgeoisie], in A. V. Lapo (éd.), *V. I. Vernadski: pro et contra*, SPb., RHGI, 2000, p. 323-325.

7. Arkadij K. Timirjazev, « Poxod sovremennoj buržuaznoj nauki protiv materializma v oblasti estestvoznanija » [Une marche de la science bourgeoise moderne contre le matérialisme dans le domaine des sciences naturelles], in A. V. Lapo (éd.), *op. cit.*, p. 326-327.

8. Ivan I. Burya-Bugaev, « Idealističeskaja reakcija v biologii. (Načalo i večnost' žizni akademika Vernadskogo) » [Réaction idéaliste en biologie (Le début et l'éternité de la vie de l'académicien Vernadski)], in A. V. Lapo (éd.), *op. cit.*, p. 328.

Le Directeur du Musée de biologie du nom de Boris Zavadovski, donna, quant à lui, une autre réponse, en soulignant que la synthèse récente de l'urée permettait de prouver l'abiogénèse. Il s'étonna que la Maison d'édition publiât des livres aussi dangereux⁹, mais il ne pouvait empêcher que, même dans un contexte hostile, l'idée de l'éternité de la vie fit son chemin.

Cependant, la question se pose aujourd'hui de savoir pourquoi un tel dilemme entre la biogénèse et l'abiogénèse, si loin des problèmes les plus urgents de l'époque, s'est alors révélé d'une telle actualité. Pourquoi cela a-t-il provoqué des attaques aussi fortes, et comment se fait-il que l'on soit allé alors jusqu'à demander l'interdiction de l'impression de la brochure de Vernadski ? En fait, pour tenter de comprendre cela, il faut se replacer dans le contexte de l'époque : deux ans avant la brochure de Vernadski, avait été réédité le seul livre théorique de Lénine, *Matérialisme et empiriocriticisme*, que les nouveaux idéologues du Parti tentèrent alors de transformer en un traité philosophique fondant la nouvelle idéologie de l'État. À sa base se trouvait la thèse du primat de la matière et de la nature secondaire de la conscience.

Dans l'un des chapitres de son livre intitulé « La nature existait-elle avant l'homme ? », Lénine écrivait :

La science naturelle affirme positivement que la terre existait dans un état où ni l'homme ni aucun être vivant ne pouvait être. La matière organique est un phénomène ultérieur, fruit d'un développement continu [...]. C'est la théorie matérialiste de la connaissance sur laquelle s'appuient spontanément les sciences naturelles¹⁰.

Mais la thèse principale de Vernadski, telle qu'elle découle de la brochure, contredit directement le dogme principal de l'idéologie soviétique. On ne sait pas si Lénine lui-même a inspiré l'attaque contre Vernadski. Jusqu'à mai 1922, il a continué à travailler et il a pu lire la brochure sur « Le commencement et l'éternité de la vie », publiée en février de la même année. Vladimir Nevski, qui a ouvert la campagne contre Vernadski, pouvait agir avec l'approbation

9. Boris M. Zavadovskij, « Recenziya na knigu S. P. Kostyševa *O pojavlenii žizni na Zemle* i knigu V. I. Vernadskogo *Načalo i večnost' žizni* » [Critique du livre de S. P. Kostychev *Sur l'apparition de la vie sur Terre* et du livre de V. I. Vernadsky *Le commencement et l'éternité de la vie*] in A. V. Lapo (éd.), *op. cit.*, p. 334-338.

10. Vladimir I. Lenin, « Materializm i empiriokriticizm » [Matérialisme et empiriocriticisme], in *Id.*, *Sobranie sočinenij v 55 tomach* [Œuvres complètes en 55 vol.], t. 18, M., Politizdat, 1961 p. 71-72.

verbale du chef puisque, en tant que recteur de l'Académie communiste, il avait également publié le livre de Lénine. Les concepts de biosphère et d'éternité de la matière vivante étaient dangereux pour le cœur de l'idéologie. Mais Vernadski eut alors la chance de se rendre en France, juste au moment où commençaient à se développer les attaques idéologiques contre lui. Il était invité par le recteur de la Sorbonne, Paul Appel, pour donner des cours de géochimie. Il partit et vécut plus de trois ans à Paris. C'est pendant cette période, de 1922 à 1925, qu'il écrivit des textes essentiels pour son œuvre, des livres et des articles, dans lesquels il exposait les lois fondamentales de l'existence de la matière vivante.

Tous les organismes vivants sont caractérisés par une propriété totalement absente dans la nature inanimée, à savoir *la reproduction*. Vernadski a découvert que la reproduction a les mêmes régularités quantitatives que, par exemple, les lois de l'astronomie. Vernadski a décrit ces lois dans l'article « Matière vivante dans la biosphère » sur lequel il a travaillé en 1924 et 1925, alors qu'il était en France. Le nombre de divisions maximales possibles de cellules vivantes par unité de temps était, pour lui, la constante la plus importante. C'est ainsi qu'il parvint à caractériser certaines bactéries, certaines plantes ou certains animaux par le chiffre qui spécifiait leur multiplication. La nouveauté de ses formules était la description des quantités potentielles « pures », conditionnées uniquement par l'hérédité, et donc enregistrées de façon évidente dans les génomes. Elles étaient indépendantes des conditions réelles de l'environnement. Vernadski agissait ainsi en tant que généticien, mais sans utiliser des termes purement génétiques. Il constatait que dans un environnement particulier, les valeurs « pures » mises en évidence ne pouvaient jamais être atteintes. Dans le meilleur des cas, le nombre de reproductions des individus serait optimal pour l'espèce.

Voici comment il comprenait le sens de ses formules :

Ce sont des reproductions potentielles et optimales, qui doivent faire l'objet de notre étude, car ce sont elles, qui en réduisant les faits à une échelle commune, nous permettent de comparer *quantitativement l'énergie géochimique des différents organismes*. Elles expriment l'énergie géochimique maximum de chaque espèce. Il se trouve que cette propriété est constante et presque immuable. [...]

L'existence d'une limite maximum de la reproduction, caractéristique de

chaque espèce, est une généralisation empirique, qui sert de base à toutes les déductions suivantes¹¹.

Vernadski a élucidé les limites potentielles de la reproduction et, avec elles, le taux d'énergie capté par les organismes de la surface de la Terre. Cela laissait la possibilité de se demander ce qui, avec les nouveaux organismes, pouvait se propager de manière incontrôlable à la surface de la Terre pendant la reproduction ? Vernadski fit l'hypothèse d'une capacité potentielle à créer de la biomasse qu'il appela une énergie biogéochimique ou énergie de reproduction. C'est cette énergie biogéochimique qui était transmise par biogénèse. Il affirmait :

Tout ce monde innombrable d'êtres organisés se propage sur la terre sans interruption pendant des millions d'années par un mouvement lent ou rapide conformément à des lois numériques immuables. Ces lois peuvent et doivent être établies, car ce sont elles qui nous permettront de relier des phénomènes à première vue aussi éloignés l'un de l'autre que les phénomènes astronomiques et biologiques. Une liaison entre eux, si étrange que cela puisse paraître, existe réellement. Elle est même en fait toujours évidente pour nous. On la retrouve dans la mentalité habituelle de l'homme, dans les jugements et le langage de tous les jours. Elle paraît évidente, mais n'a pourtant pas été prise en compte par les constructions scientifiques de l'Univers¹².

À travers ses travaux sur la reproduction et son rôle géochimique dans la biosphère, Vernadski découvre un nouveau *type de mouvement* : il n'en est pas moins important que les lois bien connues des déplacements mécaniques des corps dans un monde sans vie. Il a établi que les constantes de la reproduction des organismes vivants n'étaient pas spécifiques, mais universelles en raison d'un changement radical dans la conception des phénomènes biologiques. La matière vivante tout au long de l'histoire géologique de la planète avait une signification cosmologique.

Dans son livre *La Biosphère*, Vernadski a inclus les formules de reproduction trouvées ainsi que le transfert de l'énergie biogéochimique. Il a terminé l'ouvrage lors des derniers mois de son séjour en France. Il a non seulement décrit l'objet nommé dans le titre,

11. V. I. Vernadskij, *Živoje veščestvo v biosfere* [La matière vivante dans la biosphère], Biblioteka Kabineta-muzeja V. I. Vernadskogo v Institute geoximii i analitičeskoj ximii RAN. Mašinopis [Bibliothèque du Cabinet-Musée V. I. Vernadski à l'Institut de géochimie et de chimie analytique de l'Académie des sciences de Russie. Tapuscrit], n° 1192, 1925, p. 22.

12. *Ibid.*, p. 52.

mais a suggéré pour la première fois de réviser les fondements méthodologiques de son étude sur la base de la biogenèse¹³. Ainsi, il a incidemment créé l'épistémologie de la science, et c'est sur elle que se construit une nouvelle compréhension de la matière vivante.

Dans la préface du livre, il propose résolument de rejeter trois idées préconçues, répandues et faussant la vérité : les phénomènes géologiques sont des coïncidences aléatoires des causes qui les génèrent ; la vie a un commencement ; la planète a traversé des stades pré-géologiques de l'histoire¹⁴. Avant l'apparition de *La Biosphère*, ces trois positions traditionnelles, en particulier le schéma de l'origine de la vie, n'ont jamais abouti à un système portant sur le rôle géologique planétaire des organismes. Les scientifiques ont représenté les êtres vivants comme un film insignifiant à la surface de la Terre. Mais l'essentiel est que ces idées contredisaient de nombreux faits des disciplines géologiques. Vernadski dit que ces dispositions sont fondées sur un contexte culturel plutôt que scientifique. En particulier, l'idée des stades pré-géologiques de l'histoire de la Terre découle d'hypothèses cosmogoniques non confirmées.

Dans le chapitre intitulé « Généralisation et hypothèse empiriques » (§§ 12 et 18), l'auteur oppose ces dogmes aux principales positions de la science sur un nouvel objet : la biosphère. Selon lui, la bio-géochimie sera fondée sur des généralisations empiriques des faits d'observation scientifique séculaire. Ces généralisations ont une forme axiomatique :

1. Pendant toutes les périodes géologiques il n'a jamais existé, et il n'existe pas à l'heure actuelle, de traces d'abiogenèse (c'est-à-dire de création immédiate d'un organisme vivant à partir de la matière brute) ;
2. On n'a jamais observé dans le cours des temps géologiques de périodes géologiques dénuées de vie ;
3. Il s'en suit: a) que la matière vivante contemporaine est rattachée par un lien génétique à la matière vivante de toutes les époques géologiques antérieures ; b) que les conditions du milieu terrestre dans le cours de tous ces temps ont été favorables à son existence, c'est-à-dire toujours voisines de celles d'aujourd'hui ;
4. Dans le cours de tous ces temps géologiques, l'influence chimique de la matière vivante sur le milieu ambiant n'a pas subi de

13. G. P. Aksënov, *V logike večnosti žizni. Očerke istorii sozdanija V. I. Vernadskim principov epistemologii nauk o Zemle* [Dans la logique de l'éternité de la vie. V. I. Vernadski : essai sur l'histoire de la création de l'épistémologie des sciences de la Terre], M., ИЕТ РАН, 2011.

14. Vladimir Vernadski, *La Biosphère*, Paris, Seuil, 2002, p. 45.

changement important ; les mêmes processus d'altération superficielle se sont développés pendant tous ces temps sur la surface terrestre, c'est-à-dire qu'on a constaté à peu près la même composition chimique moyenne de la matière vivante et de l'écorce terrestre qu'aujourd'hui ;

5. De l'immutabilité des processus d'altération superficielle découle l'immutabilité du nombre des atomes englobés par la vie, c'est-à-dire la presque invariabilité au cours des temps géologiques de la masse globale de la matière vivante ;

6. Quels que soient les phénomènes de la vie, l'énergie dégagée par les organismes est principalement (et peut-être entièrement) l'énergie radiante du Soleil. Par l'intermédiaire des organismes, cette énergie règle les manifestations chimiques de l'écorce terrestre¹⁵.

Dans ses six axiomes, Vernadski a formé, pour la première fois, un système logiquement cohérent de la planète, contrôlé par la matière vivante. La biosphère y apparaît comme une enveloppe géologique, reliée énergétiquement et matériellement au cosmos.

Cependant, si la matière vivante est un nouveau type de mouvement, il est préférable et plus économique de tout décrire en termes de temps et d'espace. De plus, au moment de la rédaction de *La Biosphère*, le monde scientifique tout entier discutait vigoureusement de la révolution scientifique qui venait de s'accomplir. La physique quantique et la théorie de la relativité avaient mis fin au monopole de la notion classique du temps. Qu'est-ce que la biogéochimie pouvait dire de nouveau à propos de ces principales catégories de connaissances ?

Le niveau fondamental

Vernadski a répondu à cette question dans son article « L'étude de la vie et la nouvelle physique », publié pour la première fois en France, dans la *Revue générale des Sciences pures et appliquées*¹⁶. Il a d'abord attiré l'attention de la communauté scientifique sur la contradiction apparente, surgie à la suite des formidables succès des connaissances physiques. D'elles découlait l'impression implicite que la vie terrestre était un détail insignifiant et accidentel dans l'espace. Aucune des lois de la physique, semble-t-il, ne faiblirait si elle disparaissait complètement. En même temps, ignorant ce paradoxe, un nombre croissant de scientifiques (9/10 du nombre total,

15. *Ibid.* p. 71-72.

16. V. Vernadski, « L'étude de la vie et la nouvelle physique », *Revue générale des Sciences pures et appliquées* (Paris), 24, 1930, t. XLI, p. 695-712.

dit Vernadski) étudiait la vie sous ses diverses manifestations, y compris l'homme et son monde social. Mais ni la nouvelle physique ni la théorie de la relativité n'affectaient les sujets de leurs recherches. Vernadski écrit : « Nous voyons cela à l'époque actuelle. Le contenu du travail scientifique ne se réfléchit pas dans son écrasante part sur le tableau scientifique de la Nature¹⁷ ». Ces lois, jusque-là inconnues, exigent une réforme non seulement de toutes les sciences de la terre, mais des fondements même des connaissances scientifiques portant sur la réalité, car, selon Vernadski, le concept de matière vivante de la biosphère modifie de manière significative les notions d'espace, de temps, d'énergie et d'autres éléments fondamentaux de l'univers.

Je m'arrêterai sur deux phénomènes qui permettront d'éclaircir le rôle important que l'investigation de la vie joue dans le tableau scientifique de l'Univers, créé par la nouvelle physique, notamment sur la dissymétrie de l'espace des organismes vivants et sur le temps biologique¹⁸.

Vernadski soutient que l'espace de la matière vivante est très profondément différent de l'espace qui apparaît dans l'image physique du monde. Le fait est que la dissymétrie n'est pas acquise par les organismes lors de l'évolution des espèces. Elle est toujours présente et caractérise tous les organismes, des bactéries aux humains.

Vernadski fut aussi le premier à utiliser dans cet article un nouveau terme relatif à la matière vivante : *le temps biologique*. Le processus de la vie, considéré sous son aspect temporel, nous semble irréversible, c'est-à-dire allant toujours dans une seule direction. L'irréversibilité a toujours existé et le temps biologique est égal à la durée de l'histoire géologique. Le temps biologique n'a pas de commencement. Vernadski explique :

Nous parlons des temps historiques, géologiques, cosmiques, etc. Il est commode de distinguer *le temps biologique* dans les limites duquel les phénomènes vitaux se manifestent.

Ce temps biologique est actuellement évalué à des milliards d'années [...]. Il est très probable que ces années ne correspondent qu'à l'existence de notre planète et non à la durée de la vie dans le Cosmos. On arrive aujourd'hui à la conclusion que la durée de l'existence des corps célestes dans le Cosmos est aussi limitée. [...]. Nous ignorons la durée de la manifestation de la vie dans le Cos-

17. *Ibid.*, p. 698.

18. *Ibid.*, p. 704.

mos, nos connaissances de la vie dans le Cosmos étant en général minimales. Il est possible que les milliards d'années ne comportent qu'une très petite part du temps biologique. Le processus irréversible s'exprime pour la vie sur la terre dans les limites de ce temps par l'évolution des espèces. Du point de vue du temps, c'est probablement la manifestation du principe Redi, c'est-à-dire la succession des générations, qui doit être considérée comme phénomène fondamental [...].

Mais il est clair, du point de vue du problème qui nous intéresse ici – celui de l'importance de l'investigation de la vie pour la construction du tableau scientifique de l'Univers – que cette investigation n'est pas indifférente pour l'espace et pour le temps de l'Univers. Elle introduit de nouveaux traits, inconnus des autres phénomènes physiques ou chimiques.

Il est évident que la vie ne peut être séparée du Cosmos, et que son étude doit avoir une répercussion, peut-être très grande, sur la représentation scientifique¹⁹.

Au cours des deux années suivantes, Vernadski, avec beaucoup de persévérance, comme en témoignent ses nombreuses études, a exploré les aspects spatio-temporels de la matière vivante. Il les a comparés aux nouvelles tendances de l'image physique fondamentale du monde. Durant les quatre mois de l'été de 1930 et le même nombre de mois en 1931, le pouvoir soviétique lui interdit de repartir à l'étranger. Il écrivit alors plusieurs œuvres, qui sont restées sous la forme de manuscrits, ainsi qu'une grande préface à un livre inachevé²⁰.

À la suite de ce travail, Vernadski donna une grande conférence à l'Assemblée générale de l'Académie des sciences le 26 décembre 1931 : « Le problème du temps dans la science contemporaine ». Il y formulait un concept d'espace et de temps entièrement nouveau, et arrivait à une conclusion très inhabituelle et difficile à comprendre, aujourd'hui encore :

1. L'espace-temps est unique ;
2. Le temps et l'espace sont des phénomènes naturels ;
3. Ils sont créés par la matière vivante de la biosphère.

Vernadski a formulé de telles conclusions conformément aux travaux d'Henri Bergson. Ils sont devenus pour lui une base fondamentale pour comprendre et orienter correctement le problème

19. *Ibid.*, p. 711-712.

20. V. I. Vernadskij, *O žiznennom (biologičeskom) vremeni* [Sur le temps propre à la vie (biologique)], in *Filosofskie mysli naturalista* [Pensées philosophiques d'un naturaliste], M., Nauka, 1988, p. 297-380.

du temps. La plupart des érudits attribuent les idées de Bergson à la sphère philosophique. Cependant, Vernadski a clairement vu que Bergson dans ses œuvres résumait un siècle d'expérience dans le développement des sciences biologiques et psychologiques. C'est pourquoi, selon lui, la thèse principale de Bergson « Le temps, c'est la vie » devrait être placée au fondement de la biologie théorique et par conséquent, à la base du concept de biosphère²¹.

Henri Bergson a opposé son idée du temps aux idées dominantes de la théorie de la relativité. Pour Einstein, la durée ne dépend que de la vitesse à laquelle le corps se déplace dans le cadre de référence ; le temps a un caractère local. Bergson était d'accord avec ces énoncés, mais seulement pour un aspect purement physique de l'étude de la matière où tous les cadres de références sont équivalents et tous les temps relatifs. Mais dans le monde, il existe un mouvement de la matière et de l'énergie plus complexe, se rapportant aux processus de la vie. Ces processus sont plus larges que les lois de la physique et de la chimie. Les conditions extérieures ne dictent pas les formes de la vie. Elles existent à cause du mouvement intérieur. Dans son célèbre livre *L'Évolution créatrice*, le philosophe français a qualifié ce mouvement d'*élan vital*. Les organismes sont forcés de compter avec les conditions environnementales, mais ils se développent sous la pression ou la direction conformément à leurs propres lois. L'organisme coordonne strictement son passé avec son état actuel. Donc, la durée ou le *temps réel* existe bien²².

Vernadski réagit à ce texte de la façon suivante :

Il est important de séparer la durée comme l'a fait Henri Bergson du concept du temps newtonien. La durée est liée pour nous au processus vital. Elle doit être distinguée du temps ordinaire du physicien qui est déterminé par un mouvement et non par un processus réel, ayant une direction déterminée qui se produit dans l'Univers sans jamais changer de direction. On mesure ce mouvement en physique en fin de compte toujours par un processus périodique, le retour de l'objet à son état précédent. Tel est notre temps astronomique et le temps de nos montres. La direction du temps est perdue de vue lors d'un tel procédé.

21. Guennady Aksenov, « *L'élan vital* d'Henri Bergson et *l'éternité de la vie* de Vladimir Vernadski : Une synthèse féconde », in G. Aksenov et M. Dennes (éd.), *Vernadski. La France et l'Europe*, Pessac, MSHA, « Russie Traditions Perspectives », 2016, p. 71-86.

22. Voir à ce sujet Henri Bergson, *Durée et simultanéité. À propos de la théorie d'Einstein*, Paris, Félix Alcan, 1922, 245 p.

La durée se manifeste nettement dans notre vie physique, dans notre conscience, mais nous devons, à ce qu'il semble, l'étendre sans commettre de faute logique sur tout le Temps de la vie et sur la fragilité de l'atome²³.

Parlant du concept de biosphère et le plaçant à l'intersection de la biologie, de la chimie et de la géologie, il le considère alors comme un savoir scientifique fondamental et souligne :

À nos yeux dans ces quelques dernières années, qui ne sont qu'un instant du temps cosmique, *aujourd'hui*, l'Univers scientifique, construction qui nécessita un travail millénaire, commence à changer radicalement. Ce changement est produit non par des constructions hypothétiques de la fantaisie ou de l'intuition, non par quelque nouvelle grande conception scientifique ou philosophique, telle que les tourbillons de Descartes, mais par l'observation empirique scientifique précise de la réalité par généralisation des faits empiriques²⁴.

L'Assemblée générale de l'Académie des sciences accueillit le rapport avec émotion à cause de la nouveauté des pensées de Vernadski. Mais l'académicien A. V. Lounacharski (ancien commissaire de l'Instruction en 1917-1929), sous prétexte de fatigue, supprima la discussion. Cependant, dès que le rapport parut dans une revue académique, la réponse marxiste ne tarda pas. Et lorsque le texte de Vernadski fut publié, l'académicien A. M. Déborine écrivit, à la suite du texte, un article critique dans lequel il faisait l'éloge des classiques du marxisme ; il terminait par ce verdict :

Toute la vision du monde de V. Vernadski, naturellement, est profondément hostile au matérialisme et à notre vie moderne, à notre construction socialiste. [...] Avec son travail sur le « problème du temps », il a vivement confirmé la crise la plus profonde vécue par la science bourgeoise, exprimée par une rupture brutale entre les grandes réalisations de la science et une vision du monde hostile, mystico-idéaliste²⁵.

Le 11 juillet 1931, après avoir lu la revue, Vernadski fut indigné par la forme de critique (immédiatement après l'article) dont il était

23. V. Vernadski, « Le problème du temps dans la science contemporaine », *Revue générales des sciences pures et appliquées* (Paris), 7, 1935, p. 213.

24. V. Vernadski, « Le problème du temps dans la science contemporaine » (suite et fin), *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 10, 1935, p. 312.

25. Abram M. Deborin, « Problema vremeni v osveščanii akademika Vernadskogo » [Le problème du temps dans la couverture de l'académicien Vernadski], in A. V. Lapo (éd.), *V. I. Vernadski: pro et contra, op. cit.*, p. 375.

l'objet, et par le contenu de l'article qui n'était pas pertinent. Il écrivit à l'académicien Alexandre Fersman :

J'ai lu ici l'article de Déborine, qui est plein d'altérations ; il m'a évidemment pris pour un imbécile, m'attribuant toutes sortes de bêtises. J'envoie une réponse au « Bulletin d'information » de l'Académie et je vais insister pour qu'il soit imprimé²⁶.

Vernadski, qui était alors à Prague, envoya donc ses objections. Il en profita pour écrire sur le droit du scientifique de professer n'importe quelle philosophie, sans qu'elle fût pour cela considérée comme un instrument de connaissance, remplaçant la recherche scientifique. Pour lui, toute philosophie était en ce sens compatible avec la science. En lien avec cela, il poursuivit dans sa réponse aux accusations d'Abraham Déborine et d'autres idéologues du Parti :

L'académicien Déborine conclut que je suis un mystique et le fondateur d'un nouveau système religieux et philosophique, d'autres m'ont défini comme un vitaliste, un néo-vitaliste, un fidéiste, un idéaliste et un mécaniste. Je ne considère pas ces définitions comme insultantes, elles sont simplement fausses. Je suis un sceptique en ce qui concerne la philosophie. Cela signifie que je crois qu'aucun système philosophique (y compris notre philosophie officielle) ne peut réaliser l'universalité obtenue (uniquement dans certaines parties spécifiques) par la science²⁷.

Le début des années 1930 vit l'apogée de la campagne menée contre Vernadski, qui fut alors accusé de tous les péchés idéologiques. Parmi ceux qui le critiquaient, il y avait non seulement des idéologues ou des « diamates²⁸ », comme les appelait Vernadski, mais aussi des scientifiques, par exemple un microbiologiste de l'Université de Moscou, David Novogroudski. Mais dans ce cas aussi, tous les arguments étaient sans fondement et les conclusions semblaient être de pures dénonciations idéologiques. Par exemple, ce même Novogroudski écrivait : « Les sermons vitalistes de l'académicien Vernadski sont actuellement la voix la plus remar-

26. V. I. Vernadskij, *Pisma A. E. Fersmanu* [Lettres à A. E. Fersman], M., Nauka, 1985, p. 153.

27. V. I. Vernadskij, « Po povodu kritičeskix zamečanij akademika A. M. Deborina » [À propos des remarques critiques de l'académicien A. M. Déborine], *Izvestija AN SSSR*, Série 7, 3, 1933, p. 395-407.

28. Abréviation de « Dialektičeskij materializm » [NdT]

quable du vitalisme en urss, cette bannière militante de la vision religieuse du monde²⁹ ».

Il faut se souvenir qu'en janvier 1929, l'Académie des sciences avait perdu son autonomie conformément à la nouvelle charte qui lui avait été imposée. Plus de cent spécialistes furent expulsés et même arrêtés, y compris les académiciens et les historiens Sergueï Platonov (1860-1933) et Evguéni Tarlé (1874-1955). Les autorités fermèrent la plupart des sociétés scientifiques et même le Bureau d'histoire locale qui réunissait un grand nombre d'intellectuels de renom qui avaient tenté de sauver et de préserver les vestiges de la culture du pays.

Vernadski souffrit profondément de tous ces événements. En 1930, sa collection intitulée « La matière vivante » devait voir le jour. La collection se composait de ses articles des années 1920, rassemblés autour d'une nouvelle idée de la biosphère. Il l'inaugura avec son article de 1922 sur « Le commencement et l'éternité de la vie ». Mais après la « soviétisation » de l'Académie, le directeur de la Maison d'édition fut arrêté, tous les plans furent révisés et la collection ne put voir le jour. En même temps, la publication prévue de *La Biosphère* en allemand ne put aboutir. Vernadski fut alors interdit de voyage à l'étranger où pourtant ses écrits continuaient à être publiés, comme *La Biosphère* qui parut à Paris, en 1929, dans la traduction de l'auteur³⁰.

Vernadski mit en rapport ces événements avec l'établissement de la dictature de Staline. Pour lui, la nouvelle réalité sociale et politique signifiait l'interdiction d'un nouveau paradigme scientifique. C'est dans ce but que la stigmatisation du « vitalisme » avait été mise en scène. Les nouveaux concepts de biosphère, d'énergie biogéochimique, de matière vivante restaient dans l'ombre et ne pouvaient faire l'objet de véritables discussions scientifiques. Vernadski était isolé et, pour poursuivre son travail, il ne pouvait compter sur des disciples ou des étudiants diplômés.

Certains de ses anciens étudiants en minéralogie refusèrent même ouvertement de partager ses idées. Par exemple, le directeur de l'Institut de minéralogie appliquée, Nikolai Fiodorovski (1886-1956), qui avait fait carrière grâce à son engagement bolchevique,

29. David M. Novogradskij, « Geoximija i vitalizm (O naučnom mirovozzrenii akademika V. I. Vernadskogo) » [Géochimie et vitalisme (Sur la vision scientifique du monde de l'académicien V. I. Vernadski)], in A. V. Lapo (éd.), *V. I. Vernadski: pro et contra, op. cit.*, p. 368.

30. Vladimir Vernadski, *La Biosphère*, Paris, Felix Alcan, 1929.

écrivit dans la revue de l'Académie communiste *Pour les sciences naturelles marxistes-léninistes* :

La minéralogie en tant que science s'est développée depuis la Révolution d'octobre dans le cadre d'anciens centres de recherches, totalement en dehors des tâches de construction du socialisme dans notre pays. L'un des courants – l'école biogéochimique – s'est principalement intéressé à la prétendue biosphère, aux processus de formation des minéraux sous l'action des organismes [...]. Bien sûr, la chimie des planètes et des étoiles est un problème intéressant, mais les étapes de notre construction de 1923 à 1928 ont d'autres exigences pour la science théorique³¹.

Falsification des idées de Vernadski dans les années 1930

Dans un tel contexte, les institutions scientifiques fondées par Vernadski, l'Institut de Radium (1922) et le Laboratoire biogéochimique (1927, en abrégé biogel) ont connu une existence misérable. Ils n'étaient pas directement liés à la « construction socialiste » et recevaient un financement insignifiant. Il n'était pas possible d'acquérir de nouveaux instruments et des matériaux rares, nécessaires à l'analyse et à l'expérimentation. Vernadski écrivit à plusieurs reprises à l'administration principale de la science sous le gouvernement à propos de cette situation « catastrophique³² ».

Après l'interdiction de la collection « La matière vivante », Vernadski n'a pu imprimer que des ouvrages sur la minéralogie et la radio-géologie. Les brochures sur la biosphère reçurent désormais un cachet spécial de l'organe de surveillance du Conseil éditorial de l'Académie des sciences. En 1934, sur la première page d'une brochure de la nouvelle série d'ouvrages intitulée « Problèmes de biogéochimie », le Conseil informa les lecteurs : « En publiant les œuvres de l'académicien V. I. Vernadski, contenant un matériel

31. Ivan A. Tugarinov, « Velikij perelom i geoximija » [La grande fracture et la géochimie], in S. S. Neretina & A. P. Ogurcov (éd.), *Podvlastnaja Nauka? Nauka i sovetskaja vlast'* [Science subordonnée ? La science et le pouvoir soviétique], M., Golos, 2010, p. 363.

32. V. I. Vernadskij, « Pis'mo N. P. Gorbunovu » [Lettre à N. P. Gorbounov], in M. S. Bastrakova (éd.), *V. I. Vernadski. O Nauke* [V. I. Vernadski. Sur la science], SPb., RHGI, 2002, t. 2, p. 392-397 ; *Id.* « O neobxodimosti sozdaniya naučno-moščnogo Radievogo instituta v sročnom porjadke » [Sur la nécessité de créer d'urgence un Institut du Radium scientifiquement puissant], in Majja Bastrakova (éd.), *V. I. Vernadski. O Nauke, ibid.* p. 467-478.

scientifique très précieux, le Conseil estime nécessaire de noter son désaccord avec les généralisations philosophiques de l'auteur³³ ».

D'une part, dans le cadre de l'unité marxiste de toute la littérature, ses textes étaient désormais publiés en tant qu'exception aux règles. D'autre part, le Conseil éditorial de l'Académie faisait savoir aux leaders idéologiques que les théories de Vernadski étaient reconnues comme idéalistes, c'est-à-dire hostiles. Cela impliquait que personne, dans le pays, ne pouvait se proclamer adepte de sa vision du monde.

Cependant, malgré l'interdiction de sa collection « La matière vivante », Vernadski réussit, dans sa brochure, à synthétiser le cheminement des seize années de développement de la bio-géochimie. Il est arrivé à la conclusion qu'il ne s'agissait pas d'une discipline ordinaire parmi d'autres, mais qu'elle correspondait à un nouveau paradigme pour l'ensemble de la science. Bien sûr, Vernadski n'utilisa pas ce terme, qui est largement connu aujourd'hui grâce à l'œuvre de Tomas Kuhn, *La Structure des révolutions scientifiques*, mais il était évident que l'idée de matière vivante en tant qu'élément du cosmos conduisait à un nouvel ordre général de la nature au niveau des atomes :

Les manifestations des atomes sur notre planète indiquent clairement que lorsque nous les étudions, nous étudions *la chimie atomique générale des planètes* : les satellites d'étoiles, les corps célestes froids, dont l'un est notre Terre dans le système solaire. [...]. La bio-géochimie introduit scientifiquement dans ce monde harmonieux licite des atomes, dans la géométrie du Cosmos, les phénomènes de la vie en tant que partie indissociable d'un même ensemble naturel³⁴.

La seule réponse positive que reçut Vernadski à sa brochure fut celle du géomorphologue Boris Litchkov (1888-1966), un homme qui était spirituellement proche de lui. Ils avaient travaillé ensemble en 1918 à Kiev pour créer l'Académie des sciences de l'Ukraine. En 1927, Vernadski l'invita comme secrétaire scientifique de la Commission pour l'étude des forces productives naturelles de l'Académie des sciences (KEPS).

33. V. I. Vernadskij, *Dnevnik 1935-1941* [Les journaux personnels de 1935-1941], livre I : 1935-1938, M., Nauka, 2006, p. 46.

34. V. I. Vernadskij, « Značenie biogeoximii dlja poznanija biosferi » [L'importance de la biogéochimie pour l'étude de la biosphère] in *Id.*, « Problemi biogeoximii » [Problèmes de biogéochimie], in *Trudi Biogeoximičeskoj laboratorii* [Actes du Laboratoire de biogéochimie], 16, 1980, M., Nauka, p. 14.

Ensemble, ils tentèrent de transformer la Commission en une institution à grande échelle. Mais rien de ces plans n'aboutit vraiment, car la politique des autorités était orientée vers l'utilisation incontrôlée de la nature et non vers son étude scientifique et gratuite. La keps fut transformée en Conseil de planification des expéditions, et Vernadski fut exclu de la direction. Au début de 1934, Litchkov fut arrêté. Vernadski continua de correspondre avec lui, qui, bien qu'emprisonné, travaillait comme ingénieur géologue pour la construction du canal Moscou-Volga.

Tous deux ne savaient pas que le chef de la toute puissante Loubianka, Genrikh Iagoda (1891-1938), avait pris comme cible une organisation fantoche (le « Parti national russe ») à la tête de laquelle se seraient trouvés Vernadski et six autres académiciens. G. Iagoda rapporta à Staline que « l'organisation » sabotait le système soviétique pour le « détruire³⁵ ». Il accusa Vernadski d'entretenir des relations avec les cercles d'émigrants lors de ses voyages à l'étranger et de transmettre des données scientifiques à des chercheurs allemands. En 1934, une autre affaire fut fabriquée, celle des « slavistes », qui conduisit à l'arrestation de deux académiciens, spécialistes de philologie, Mikhaïl Spéranski (1863-1938) et Vladimir Peretts (1870-1935) ; soixante-dix autres spécialistes, y compris Boris Litchkov, furent frappés de sanctions. Mais Vernadski et les quatre autres académiciens réussirent alors à échapper à ce triste sort.

En 1935, l'Académie déménagea à Moscou, et Vernadski y joua un rôle important. Contrairement à de nombreux fonctionnaires du gouvernement, il avait une idée claire de la structure de l'Académie en tant que centre scientifique mondial³⁶. C'est lui qui fit un rapport lors de la réception de la direction de l'Académie des sciences

35. « Specsoobščenie G. G. Jagodi I. V. Stalinu o kontrevolyucionnoj organizacii v naučnix institutax i Akademii nauk SSSR 24 fevralya 1934 » [Message spécial de G. G. Iagoda à J. V. Staline sur l'organisation contre-révolutionnaire dans les instituts scientifiques et l'Académie des sciences de l'URSS, 24 février 1934], in *Stalin i VCHK-GPU-OGPU-NKVD, Arxiv Stalina. Dokumenti visšix organov partijnoj i gosudarstvennoj vlasti, Janvar' 1922 – dek. 1936* [La Loubianka. Staline et la Tcheka-GPU-OGPU-NKVD, Archives de Staline, Documents des organes suprêmes du parti et du pouvoir d'État, janv. 1922 – déc. 1936], M., MFD, 2003, p. 489-492.

36. V. I. Vernadskij, « O perexode Vsesojuznoj Akademii nauk iz Leningrada v Moskvu » [Sur le transfert de l'Académie des sciences de Leningrad à Moscou], in *Id., O nauke* [Sur la science], t. 2, SPb., RHGI, 2002, p. 478-492.

par le Premier ministre Viatcheslav Molotov (1890-1986) au Kremlin, et qui prépara ensuite une note pour le gouvernement sur cette question³⁷. C'est la raison pour laquelle, sans occuper des postes de direction, Vernadski reçut un grand appartement à Moscou dans une résidence spéciale, un salaire personnel et une voiture de fonction. Pour les cinquante ans de son activité professionnelle, ses anciens étudiants et ses collègues préparèrent, en son honneur, l'édition d'un ouvrage en deux volumes (78 articles d'une centaine de chercheurs russes et étrangers)³⁸. En 1935 et en 1936, il fit en Europe de longs voyages d'affaires autorisés par le Comité central du Parti. Cependant, sa haute position à l'Académie ne le protégeait pas de certaines attaques idéologiques³⁹. En outre, autour de lui, les arrestations se poursuivaient. À partir de 1936, les meilleurs spécialistes de biogel furent réprimés : Bruno Brunovski (1900-1938), Anatoli Kirsanov (1910-1937), Alexandre Simorine (1889-1961) ainsi que le géochimiste Veniamin Zilbermints (1887-1939)⁴⁰. Vernadski essaya de sauver chacun d'eux en s'adressant personnellement aux plus hautes autorités, mais il ne réussit qu'à soulager le sort de Simorine qui avait été envoyé au goulag.

C'est dans ce contexte que l'article de Vernadski « Sur les limites de la biosphère » fut publié, mais toujours avec la présentation d'un idéologue du Parti⁴¹, qui s'en prenait aux « remarques

37. V. I. Vernadskij, « Zapiska ob uslovijax, obespešivajuščix razvertivanie Akademii nauk v Moskve » [Note sur les conditions assurant le déploiement de l'Académie des sciences à Moscou], *Ibid.*, p. 493-502.

38. Aleksandr E. Fersman (éd.), *Akademiku V. I. Vernadskomu k pjatidesjatiletiju naučnoj i pedagogičeskoj dejatel'nosti* [À l'académicien V. I. Vernadski à l'occasion du cinquantième anniversaire de l'activité scientifique et pédagogique], M. – L., Izdatel'stvo AN SSSR, 1936, t. 1, p. 1-606 ; t. 2, p. 620-1272.

39. G. P. Aksënov, « Pirrova pobeda Vernadskogo » [La victoire à la Pyrrhus de Vernadskij], in *Godičnaja naučnaja konferencija 2013 g. Instituta istorii estestvoznanija i tekhniki im. S. I. Vavilova (RAN)*. [Conférence scientifique annuelle de 2013 de l'Institut d'histoire des sciences naturelles et de la technologie S. I. Vavilov de l'Académie des sciences de Russie, M., IET RAN, 2013, p. 89-96.

40. Vladislav P. Volkov, « Sud'bi trëx učenikov V. I. Vernadskogo » [Le destin de trois étudiants de V. I. Vernadski], in E. M. Galimov (éd.), *Id., Pamjati pervyx rossijskix biogeochemikov* [Souvenirs des premiers biochimistes russes], M., Nauka, 1994, p. 4-11.

41. Aleksandr A. Maksimov, « O metode i soderžanii viskazivaniij akad. V. I. Vernadskogo po filosofii » [À propos de la méthode et du contenu des énoncés de l'académicien V. I. Vernadski sur la philosophie], *Izvestija AN SSSR, OMEN, Serija geologičeskaja*, 1, 1937, p. 25-37.

introductives » de l'auteur, qui osait critiquer ouvertement les philosophes marxistes de l'époque, les accusant de ne pas comprendre les termes de « biosphère », de « matière vivante » et d'« organismes vivants ». Vernadski, en effet, écrivait : « Notre pensée philosophique vit, sous une forme cachée, de la vieille expérience scientifique et sa critique perd de sa signification dans les domaines de la connaissance concernés par la recherche scientifique contemporaine⁴² ». Derrière les mots « sous une forme cachée » se trouvait, pour Vernadski, la « Dialectique de la nature » d'Engels. Vernadski avait lu ce livre et considérait comme une folie de fonder la science sur cette dialectique.

Plus loin, dans le cadre de son article, il analysa les dernières données sur les limites de l'expansion de la vie sur Terre. Renvoyant aux chercheurs qui découvraient de vastes niches sous-marines et souterraines occupées par des bactéries, il considérait que la biosphère était beaucoup plus puissante qu'on ne le pensait, l'enveloppe de la vie capturant toutes les géosphères de surface et communiquant à travers elles avec le cosmos.

En 1935, Vernadski tenta à nouveau de faire paraître la collection interdite « La matière vivante », et d'ajouter une nouvelle présentation. Mais encore une fois, comme en 1930, à cause des arrestations et des révisions des plans de la Maison d'édition académique, rien ne se passa. Ce fut seulement en 1940 que la collection parut finalement, mais, pour des raisons relatives à la censure, il dut alors renoncer à y publier l'article « Le commencement et l'éternité de la vie ». En outre, il fut contraint de donner à la collection le titre neutre d'« Essais biogéochimiques ». Tous ces problèmes se trouvaient liés au fait que, dans la seconde moitié des années 1930, Trofim Lyssenko (1898-1976), dominant la science biologique soviétique sous les auspices du Kremlin, avait utilisé, avec ses adeptes, le terme de « matière vivante » sans faire référence à son véritable auteur⁴³ et en faisant simplement de celle-ci une substance organique amorphe, générant les cellules.

42. V. I. Vernadskij, « O predelax biosferi » [Sur les limites de la biosphère], in E. M. Galimov (éd.), *Sobranie Sočinenij v 24 tt.* [Œuvres complètes en 24 tomes], t. 8, M., Nauka, 2013, p. 447.

43. G. P. Aksënov, « Ponjatie V. I. Vernadskogo o Živom veščestve i lisenkoizm » [Le concept de V. I. Vernadski sur la matière vivante et le lysenkoïsme], in *XXII godičnaja naučnaja konferencija IIET RAN 2016 g* [XXII^e conférence scientifique annuelle de 2016 de l'Institut d'histoire des sciences naturelles et de la technologie de l'Académie des sciences], M., IIET RAN, 2016, p. 518-521.

Ce fut l'ancienne révolutionnaire Olga B. Lepechinskaïa (1871-1963), devenue biologiste, qui joua le rôle principal dans la propagande du concept de « matière vivante ». Avec l'aide des chefs du Parti, elle se battit contre la théorie cellulaire du grand biologiste du XIX^e siècle, Rudolf Virchow (1821-1902).

En mars 1937, Vernadski écrit à ce propos dans son journal :

Dans l'article du n° 2 de *Sous la bannière du marxisme*, je vois que son laboratoire se trouve dans l'Institut de médecine expérimentale où elle est directrice. Elle travaille depuis plus de cinq ans sur le problème de la « matière vivante et de la cellule ». [...] L'article est faible et l'idée est vague. Comme d'ordinaire, d'innombrables citations d'Engels (l'évangile des adeptes)⁴⁴.

Vernadski comprenait donc que sa propre notion de « matière vivante » avait été dévalorisée. Alors que les fondements théoriques de la génétique ainsi que les concepts de la matière vivante de Vernadski et d'élan vital d'Henri Bergson étaient axés sur les modèles internes du développement des organismes, Lyssenko et ses associés proclamaient la primauté des conditions extérieures. Pour eux, il suffisait de changer ces conditions pour que soient résolus tous les problèmes d'agriculture et de gestion générale de la nature. Lyssenko utilisa la théorie de l'origine de la vie spontanée de la matière vivante pour lutter contre la génétique. En outre, cela passait bien auprès des chefs du Parti, qui voyaient dans cette théorie un des aspects de l'éducation à donner à « l'homme nouveau », celui de l'avenir communiste.

En lien avec cela, l'hypothèse de l'académicien Alexandre Oparine (1894-1980) sur l'origine de la vie à partir de molécules organiques, qui semblait convenir parfaitement aux exigences de la dialectique marxiste, fut incluse dans le corps des connaissances les plus fondamentales, et trouva sa place dans les manuels.

Le destin de la cosmologie biosphérique

Dans les années d'avant-guerre, Vernadski se concentra sur son *opus magnum* *La structure chimique de la biosphère de la Terre et de ses environs*⁴⁵. Dans ce livre, il décrit notre situation dans l'univers où les corps principaux sont les planètes. Les événements cosmiques les

44. V. I. Vernadskij, *Dnevnik 1935-1941, op. cit.*, p. 128.

45. V. I. Vernadskij, « Ximičeskoe stroenie biosferi Zemli i ee okruženi-ja » [La structure chimique de la Biosphère de la Terre et de ses environs], in E. M. Galimov (éd.), *Sobranie sočinenij v 24-tomax* [Œuvres complètes en 24 tomes], M., Nauka, 2013, t. 9, p. 7-340.

plus importants se produisent sur ces corps froids, denses et sphériques qui sont moins massifs que les étoiles. C'est sur eux que se dispose le pôle de complexité de notre univers. Vernadski décrit la biosphère comme un système contrôlé par la matière vivante. De ce livre, le cosmos ressort comme complètement différent, non mécanique.

À titre d'illustration, Vernadski présente un diagramme des enveloppes de la terre jusqu'à mille kilomètres au-dessus de la surface de la planète. Son cœur n'est pas le point géométrique du centre de gravité du globe, mais la biosphère en tant qu'enveloppe sphérique d'une capacité d'environ 30 kilomètres. C'est ici que les événements les plus importants se produisent : les organismes de la biosphère transforment l'énergie cosmique, solaire et radioactive des composés chimiques solides, liquides et gazeux. Ils s'accumulent dans les géosphères. Parmi ceux-ci, d'autres enveloppes de la Terre sont formées : litho-, hydro- et atmo- sphère. C'est-à-dire que Vernadski a réellement montré comment les planètes sont construites : par la matière vivante et la gravitation. Ces deux forces dictent la forme sphérique de la planète, contrôlent le mouvement des couches terrestres qui se sont formées pendant des millions d'années.

Avec le déclenchement de la guerre, Vernadski fut envoyé avec d'autres académiciens au Kazakhstan dans la station de Borovoïé. Le 18 janvier 1942, il s'adressa à ses collègues avec un rapport de la plus grande importance⁴⁶. Il y présentait son diagramme de la Terre et expliquait que notre planète était unique et en même temps typique de ces corps célestes. En se référant à des dernières recherches des astronomes – James Jeans (1877-1946), Harold Spencer Jones (1888-1955), Rupert Wildt (1905-1976) – Vernadski dressa une liste des caractéristiques les plus importantes des planètes terrestres. Toutes ces planètes avaient une individualité. Vernadski supposait que des biosphères étaient possibles sur deux planètes comme Mars et Vénus. Il était également incontestable pour lui que les atmosphères de toutes les planètes avaient une origine biogénique.

À Borovoïé, parallèlement à la « structure chimique », Vernadski avança, pendant deux ans, son livre *Sur les états de l'espace dans les phénomènes géologiques de la Terre. Dans le contexte de la croissance de la science du XX^e siècle*. Il mit en place une nouvelle méthodologie con-

46. V. I. Vernadskij, « O geologičeskix oboločkax Zemli kak planety », [Sur les enveloppes géologiques de la Terre comme une planète], in E. M. Galimov, *Sobranie sočinenij...*, *op. cit.*, 2013, t. 3, p. 473-486.

sistant à ne retenir, parmi les réalisations scientifiques séculaires, que les généralisations de faits qui ont résisté à l'épreuve du temps.

Sur cette base, Vernadski énonça les principes généraux de toutes les sciences naturelles :

Le premier est le principe exprimé par Newton en 1687 : *le principe de conservation de la masse de matière* dans la réalité environnante, dans tous les phénomènes que nous étudions [...]

Le deuxième principe est *le principe de Huygens*, 1695. [...] Cette loi de la nature dit que *la vie n'est pas seulement un phénomène terrestre, mais cosmique*. Ce point de vue n'entre que dans la pensée scientifique.

Le troisième principe est *le principe de conservation de l'énergie*. [...]. Il convient de l'appeler le principe de *Carnot-Mayer*⁴⁷.

Christian Huygens (1629-1695), dans le livre *Cosmotheoros* (1698), a expliqué son principe sur la base des observations des planètes du système solaire. Vernadski n'a pas appelé le principe de Huygens « principe de conservation de la vie », mais, selon lui, la vie était éternelle, elle ne pouvait pas être détruite, de même que la quantité de matière et d'énergie.

Vernadski révéla ces trois principes de science naturelle à travers vingt généralisations empiriques de second rang. Le rôle le plus important était joué par le concept de temps et d'espace de la matière vivante, déjà développé par Bergson. Or deux propriétés fondamentales de l'espace et du temps – l'irréversibilité du temps et la dissymétrie de l'espace – étaient absentes dans les corps inanimés.

La vingtième généralisation empirique proclamait que la Terre était une planète : un concept simple, qui existait depuis l'Antiquité, et qui servit autrefois de motif pour un changement radical de vision du monde. À présent, Vernadski développait un concept de « Terre » en tant que planète ayant un contenu biosphérique ; cela le conduisit à prôner une nouvelle forme de géocentrisme : une planète contrôlée par la vie. Selon lui, dans la nouvelle cosmologie, et compte tenu de cette nouvelle perspective, l'héliocentrisme mécanique était un cas particulier d'une représentation plus complexe du monde.

47. V. I. Vernadskij, « O sostojanijax prostranstva v geologičeskix javlenijax Zemli. Na fone rosta nauki XX stoletija [Sur les états de l'espace dans les phénomènes géologiques de la Terre. Dans le contexte de la croissance de la science du XX^e siècle], in *Trudy Biogeochemičeskoj laboratorii* [Actes du Laboratoire de biogéochimie], M., Nauka 1980, t. 16, p. 112-113.

Vernadski comprit parfaitement que son petit livre aurait une signification révolutionnaire. C'est pourquoi, à l'automne 1943, il l'envoya à la Maison d'édition de l'Académie des sciences avec la demande d'imprimer l'ouvrage en deux langues, le russe et l'anglais. Le Conseil n'osa pas dire que le livre nuirait au marxisme et il ne pouvait pas l'interdire officiellement, d'autant plus qu'à l'occasion du jubilé organisé pour les 80 ans de Vernadski, il avait été décidé de lui accorder le prix Staline pour l'ensemble de son œuvre scientifique. Le gouvernement lui décerna aussi l'Ordre du mérite, et, lors de la réunion du Conseil éditorial de l'Académie des Sciences, présidé par Déborine, décision fut prise de faire paraître d'urgence son dernier livre. Mais la décision ne fut pas suivie d'effet⁴⁸.

Vernadski mourut le 6 janvier 1945. À cette occasion, le Présidium de l'Académie des Sciences décida de publier ses œuvres en cinq volumes. Mais le livre *Sur les états de l'espace* ne fut pas inclus dans cette collection. La raison en était l'ambiance générale qui régnait à l'intérieur de la science soviétique. En août 1948 eut lieu la tristement célèbre session de l'Académie agricole (vaskhnil), au cours de laquelle Lyssenko et son groupe écrasèrent finalement la génétique⁴⁹. Puis, lors de la session du Comité central du Parti, en mai 1950, le secrétaire du département de biologie de l'Académie des sciences, l'académicien A. I. Oparine, tint une réunion non moins célèbre que la session du vaskhnil. Le thème de la réunion en était : « Le problème de la matière vivante et du développement cellulaire ». Après le discours d'introduction d'Oparine, c'est Lepechinskaïa qui présenta le rapport principal. Le président de l'Académie des sciences agricoles, Lyssenko, et ses autres adeptes la soutenaient activement. La réunion sous la pression des principaux idéologues condamna unanimement le « weismanisme-mendélisme », c'est-à-dire la génétique scientifique, en tant que « pseudoscience réactionnaire bourgeoise ». En conséquence de quoi, la thèse de Lepechinskaïa sur « l'origine des cellules à partir d'une substance non cellulaire » fut approuvée comme étant la seule véritable doctrine. Le nom de Vernadski ne fut pas mentionné lors de la réunion, de même que sa notion de « matière vi-

48. G. P. Aksënov, *V. I. Vernadskij o prirode vremeni i prostranstva* [V. I. Vernadski sur la nature du temps et de l'espace], M., Lenand, 2016, p. 275-278.

49. V. N. Soyfer, *Lyssenko and the Tragedy of Soviet Science*, New Brunswick, Rutgers University Press, 1994 ; L. R. Graham, *Science and philosophy in Soviet Union*, New York, Knopf, 1972.

vante ». L'académicien Oparine, chef du Département de biologie de l'Académie, répéta à plusieurs reprises dans ses livres, célèbres et populaires, que l'éternité de la vie était une illusion anti-marxiste⁵⁰.

Dans les conditions soviétiques, une telle décision de l'Académie signifiait l'uniformisation de tous les textes officiels, en particulier des manuels et de tous les ouvrages de référence. Dans le 16^e volume de la *Grande Encyclopédie soviétique* éditée en 1952, l'article « La matière vivante » fut écrit dans l'esprit de Lepechinskaïa. Et tout au long de la première décennie après la mort de Vernadski, pratiquement rien de son héritage novateur ne fut publié. Quant à ses œuvres complètes, prévue de 1954 à 1959, seulement trois volumes parurent. Ils consistaient principalement en travaux minéralogiques, cristallographiques et géochimiques. *La Biosphère* elle-même ne fut imprimée qu'en 1965. Il s'agissait de la copie de la première édition russe de 1926. Mais dans le texte français de *La Biosphère* (1929), Vernadski avait corrigé beaucoup de choses et il avait ajouté la présentation de l'« Évolution des espèces et la matière vivante ». Ceci ne fut pas pris en compte, et, dans les éditions russes ultérieures, le texte de l'article fut également soumis à la censure et à des réductions⁵¹.

Le destin ultérieur du concept de biosphère et surtout des idées cosmologiques de Vernadski fut dépendant du contexte sociopolitique, à savoir des changements qui survinrent dans le pays. En 1956, le culte de la personnalité de Staline fut condamné. On commença immédiatement à libérer la science soviétique de l'emprise des doctrines non scientifiques de Lyssenko, et ce dernier fut démis de ses fonctions de Président de l'Académie des sciences agricoles.

Au cours du Dégel (1956-1970), le nom de Vernadski ainsi que ses concepts de biosphère et de noosphère sont devenus rapidement d'actualité. En 1963 la communauté scientifique célébra le centième anniversaire de Vernadski et organisa des conférences dans les établissements universitaires. Presque toutes les revues scientifiques et même celles de vulgarisation scientifique firent écho à cet événement en publiant des articles et des critiques. Les contemporains de Vernadski publièrent des mémoires. Le Professeur Boris Litchkov, qui avait repris son travail scientifique et pédago-

50. Aleksandr I. Oparin, *Vozniknovenie žizni na Zemle* [L'émergence de la vie sur la Terre], M. – L., éd. AN SSSR, 1941 (2^e éd.).

51. V. I. Vernadskij, « Evolyuciya vidov i živoe veščestvo », [L'évolution des espèces et la matière vivante], in E. M. Galimov (éd.), *Sobranie sočinenij...*, *op. cit.*, 2013, t. 7, p. 203-216.

gique, publia un article sur les deux livres les plus importants de Vernadski (*La Structure chimique de la biosphère de la Terre et de ses environs*⁵² et *À propos des états de l'espace dans les phénomènes géologiques de la Terre. Sur le fond du développement de la science au XX^e siècle*⁵³), inconnus à cette époque⁵⁴.

Anna Chakhovskaïa, la secrétaire de Vernadski, rédigea des notes pour l'*opus magnum*. Le géochimiste et planétologue Kirill P. Florenski, le dernier des disciples de Vernadski (le fils du célèbre scientifique, philosophe et théologien Pavel Florenski (1882-1937)) continua à travailler sur l'ouvrage après la mort de Chakhovskaïa, survenue en 1959, et il en rédigea la préface. Le livre fut enfin publié en 1965⁵⁵. Quant au traité « À propos des états de l'espace... », il parut beaucoup plus tard, en 1980 seulement⁵⁶.

La véritable signification des concepts les plus importants de Vernadski n'a finalement été rétablie que dans la 3^e édition de la *Grande Encyclopédie soviétique*. Deux scientifiques du sol, Victor A. Kovda (1904-1991) et Anatoli N. Tiourioukanov⁵⁷, ont écrit ensemble l'article « Biosphère » (vol. 3, 1970) et A. Tiourioukanov a écrit seul celui intitulé « La matière vivante » (vol. 9, 1972).

En 1972 eut lieu la Conférence de Stockholm sur la protection de l'environnement ; ce fut un événement extrêmement important pour la communauté scientifique internationale. Aussitôt, *La Biosphère* est devenu nécessaire en tant que fondement théorique pour l'écologie mondiale. Aujourd'hui, il est resté toujours aussi incontournable, et a été l'objet de vingt-quatre éditions en différentes

52. V. I. Vernadskij, *Ximičeskoe stroenie biosfery Zemli i ee okruženija*, op. cit.

53. V. I. Vernadskij, « O sostojanijax prostranstva v geologičeskix javlenijax Zemli... », art. cit.

54. B. Ličkov, « Naučnye idei i tvorčestvo V. I. Vernadskogo poslednix let žizni » [Les idées scientifiques et le travail créatif de V. I. Vernadski dans les dernières années de sa vie], in *Očerki po istorii geologičeskix znanij – vypusk 11* [Essais sur l'histoire des connaissances géologiques, 11], *Žizn' i tvorčestvo V. I. Vernadskogo po vospominanijam sovremennikov. (K 100-letiju so dnja roždenija)*, [Vie et œuvre de V. I. Vernadski sur les mémoires de ses contemporains. (Pour le 100^e anniversaire de sa naissance)], M., AN SSSR, 1963, p. 124-151.

55. V. I. Vernadskij, *Ximičeskoe stroenie biosfery Zemli...*, op. cit., p. 85-164.

56. V. I. Vernadskij, « O sostojanijax prostranstva v geologičeskix javlenijax Zemli... », art. cit.

57. Anatolij N. Tjurjukonov, *Izbrannye trudy* [Œuvres choisies], M., REFIA, 2001.

langues⁵⁸. Cependant, en Russie, la pensée scientifique ne maîtrise pas encore complètement la portée et la signification cosmique de la biosphère. La littérature sur Vernadski porte les vestiges de l'idéologie soviétique. En Occident, ses deux œuvres principales « La structure chimique de la biosphère de la Terre et de ses environs » et « Sur les états de l'espace » sont encore inconnues, car elles ne sont pas traduites. Mais en même temps, les grandes découvertes scientifiques des dernières décennies dans différents domaines ont confirmé l'exactitude des thèses de Vernadski. La confirmation la plus importante, imperceptible pour le grand public, est venue de la géologie : les minéraux des temps les plus anciens, tels que les zircons, ne se forment que dans les conditions de la biosphère. Or le rapport des isotopes biogènes et abiogéniques du carbone dans le zircon est resté toujours strictement constant, et, au cours des dernières années, les chercheurs ont trouvé des zircons qui coïncident presque avec l'âge de la planète elle-même, à savoir 4,4 milliards d'années⁵⁹. Ainsi, l'affirmation de Vernadski sur l'éternité géologique de la biosphère, qui pourrait encore sembler, pour certains, une exagération, s'est avérée juste, et, depuis quarante-dix ans, aucun fait n'a contredit cette thèse.

L'académicien microbiologiste Guéorgui Zavarzine a grandement contribué à la connaissance de la biosphère. Il a décrit les organismes de l'ère archéozoïque et a prouvé que durant la période du 6/7 de l'histoire de la planète, la biosphère était purement bactérienne⁶⁰. Selon la déclaration de Vernadski, les bactéries se sont vraiment avérées être la force géologique la plus puissante sur Terre, malgré l'opinion commune sur leur primitivité. Ces dernières années, on a découvert que les bactéries agissent et créent la biosphère à une profondeur impensable de la lithosphère, dans des conditions de température et de pression élevées. La biomasse de la biosphère souterraine est susceptible de dépasser la matière vivante terrestre connue de nous.

Aujourd'hui, comme Vernadski l'avait prévu, la nature cosmique de la matière vivante est confirmée par un grand nombre d'observations et d'expériences scientifiques. Depuis déjà long-

58. G. P. Aksënov & A. N. Zemstov, « Neobičnaja sud'ba knigi akademika V. I. Vernadskogo *Biosfera* » [Sort inhabituel du livre de l'académicien V. I. Vernadski *La Biosphère*], *Vestnik RAN*, 5, 2011, t. 81, p. 450-455.

59. Kirill Stasevič, *Skol'ko let zemno žizni?* [Combien d'années de vie terrestre?]. URL : <http://www.nkj.ru/news/27203/>

60. Georgij A. Zavarzin, *Stanovlenie biosferi* [La formation de la biosphère], *Vestnik RAN*, t. 71, 11, 2001, p. 988-1001.

temps, personne n'est surpris de la détection de composés organiques dans l'espace lointain, mais, ces dernières années, on a découvert non seulement des acides organiques, mais aussi des acides aminés, par exemple la glycine. Ils ont été détectés tout d'abord comme composés possédant une « chiralité », celle-ci correspondant à la propriété que Vernadski, sous le nom de dissymétrie, avait considérée comme l'état génétique central de l'espace intérieur des organismes vivants⁶¹.

Depuis 2009, le télescope extraterrestre « Kepler » fonctionne ; il découvre maintenant non plus seulement des planètes séparées, mais des familles de planètes. À ce jour (août 2018), 2859 systèmes exoplanétaires ont été détectés⁶².

Il est clair, à présent, que la carte habituelle du cosmos mécanique s'éloigne dans le passé, elle devient bien un cas particulier d'une image plus complexe du monde⁶³. En accord avec les idées de Vernadski, les planètes sont les corps principaux dans l'espace, elles ne font pas que le remplir, mais elles organisent, créent, construisent. Elles sont elles-mêmes construites par leurs propres biosphères⁶⁴. L'image du cosmos en développement devient donc claire. Nous entrons dans une nouvelle période de recherches, prédite par Vernadski. Son paradigme biosphérique de l'univers commence à expliquer de nouveaux phénomènes, restés jusque-là incompatibles avec l'image d'un cosmos sans vie.

Institut de l'histoire des sciences naturelles
et de la technique S. I. Vavilov,
Académie des sciences de Russie

Traduit du russe par Larissa Iliashvili et Maryse Dennes

61. B. A. McGuire, P. B. Carroll, R. A. Loomis, J. A. Finneran, P. R. Jewell & A. J. Remijan, « Discovery of the interstellar chiral molecule propylene oxide » ($\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{O}$), *Science*, 17 juin 2016, vol. 352, n° 6292, p. 1449. URL: <http://science.sciencemag.org/content/352/6292/1449>

62. *Exoplanet.eu. Catalog* : <http://exoplanet.eu/catalog/?f=%27HD%2040307%27+in+name>

63. G. P. Aksënov, « O géocentrisme V. I. Vernadskogo » [À propos du géocentrisme de V. I. Vernadski], *Voprosy istorii estestvoznaniya i tekhniki*, t. 38, 2, 2017, p. 246-267.

64. G. P. Aksënov, *Kosminta: biosferi v kosmose* [La Cosminte : les biosphères dans l'espace], M., Lenand, 2018.