

La Biosphère et la

**VLADIMIR I.
VERNADSKI**

**Publié dans
*American
Scientist*
en janvier
1945.**



Vladimir I. Vernadski. |

Nous atteignons le point culminant de la Deuxième Guerre mondiale. En Europe, la guerre a repris en 1939 après une interruption de vingt et un ans ; cela fait cinq ans qu'elle dure en Europe de l'Ouest et trois ans de notre côté, en Europe de l'est. Quant à l'Extrême-Orient, elle y a repris dès 1931 et se trouve déjà dans sa douzième année. Une guerre d'une telle ampleur, d'une telle durée et d'une telle violence est un phénomène jamais vu dans l'histoire de l'humanité et dans celle de la biosphère en général. De surcroît, elle a été précédée par la Première Guerre mondiale qui, tout en étant moins meurtrière, a un lien de causalité avec la guerre actuelle.

Dans notre pays, cette Première Guerre a abouti à une forme nouvelle d'Etat sans précédent dans l'histoire, non seulement dans le domaine de l'économie mais également dans les aspirations nationales. Du point de vue du naturaliste (et, je pense, de celui de l'historien) un phénomène historique d'une telle envergure peut et doit être examiné comme une partie d'un grand processus géologique terrestre unique, et pas simplement comme un processus historique.

La Première Guerre mondiale eut un impact absolument décisif sur mon travail scientifique et changea radicalement ma conception géologique du monde. C'est dans cette atmosphère que je développai une conception de la nature que j'avais oubliée à cette époque et qui eut pour effet de me sembler nouvelle : une conception géochimique et biogéochimique, embrassant l'ensemble de la nature vivante et non vivante suivant le même point de vue. J'ai passé les années de cette guerre plongé dans un travail scientifique créatif, toujours orienté dans la même direction.

Il y a vingt deux ans, en 1915, l'Académie des sciences créa une commission pour les études des forces productives de notre pays, appelée KEPS. Cette commission, que je présidais, joua un rôle important dans la période critique de la Première Guerre. Dans la tourmente de cette époque et d'une manière totalement inattendue, il apparut clairement à l'Académie des sciences que la Russie tsariste ne possédait aucune notion précise de ce que l'on appelle aujourd'hui « matière première stratégique », et que nous devons rapidement collecter et

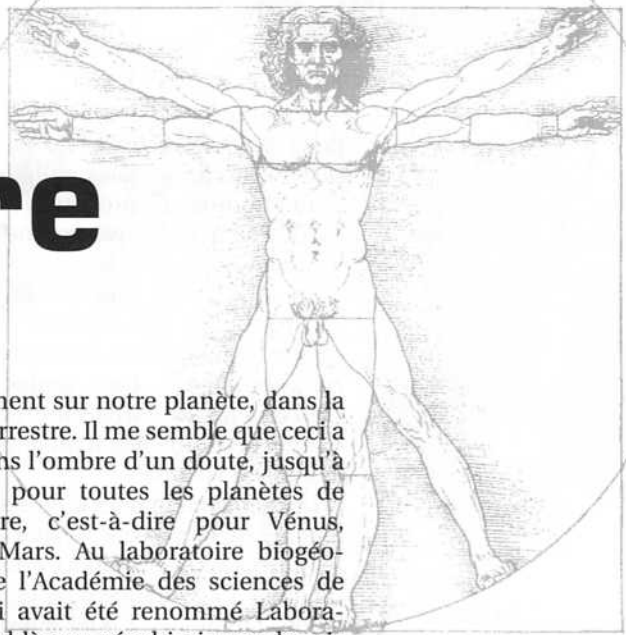
approfondir les données éparses afin de combler nos lacunes. Malheureusement, au début de la Deuxième Guerre mondiale, il ne restait que la partie la plus bureaucratique de la commission, le « Conseil des Forces productives » et il devint nécessaire de restaurer le reste en toute hâte.

En abordant l'étude des phénomènes géologiques d'un point de vue géochimique et biogéochimique, nous pouvons appréhender l'ensemble de la nature qui nous entoure dans le même aspect atomique. Inconsciemment, une telle approche coïncide, pour moi, avec ce qui caractérise la science du XX^e siècle et la distingue de celle des siècles passés. Le XX^e siècle est le siècle de l'atome.

A cette période, en 1917-1918, je me trouvais, par hasard, en Ukraine, et dans l'impossibilité de retourner à Saint-Petersbourg avant 1921. Durant toutes ces années, quel que fut le lieu de ma résidence, mes pensées se tournaient vers les manifestations géochimiques et biogéochimiques de la nature qui nous entoure : la biosphère. Je dirigeais ma lecture et ma réflexion sur ce sujet de manière intensive et systématique. J'exposais mes conclusions successives, au fur et à mesure de leur formation, à travers des rapports et des conférences dans les villes où je résidais : Yalta, Poltava, Kiev, Simferopol, Novorossisk, Rostov, etc.... Où que je fusse, j'avais l'habitude de lire tout ce qui était disponible sur ce sujet. Je mis de côté, autant que je le pus, toutes les aspirations philosophiques et j'essayais de me baser uniquement sur les faits fermement établis de manière scientifique et empirique et sur les généralisations, ce qui me permettait parfois d'émettre des hypothèses. A la place du concept de « vie », j'introduisis le concept de « matière vivante », qui semble maintenant bien établi en science. « La matière vivante » est la totalité des organismes vivants. C'est une généralisation scientifique, empirique, de faits empiriques indiscutables connus de tous, observables facilement et avec précision. Le concept de « vie » déborde souvent des limites du concept de « matière vivante » ; il entre dans les domaines de la philosophie, du folklore, de la religion et des arts. Tout cela est en dehors de la notion de « matière vivante ».

Dans la vie d'aujourd'hui, intense et complexe, l'on peut oublier que soi-même

Noosphère



et l'ensemble de l'humanité à laquelle l'on est partie intégrée, sont inséparablement connectés à la biosphère (cette partie de la planète où ils vivent). Nous parlons habituellement de l'homme comme d'un individu qui se déplace librement sur notre planète et qui, librement, construit sa propre histoire. Jusqu'ici, ni les historiens, ni les savants dans le domaine des humanités, ni même, à un certain point, les biologistes, ont consciemment pris en compte les lois de la nature de la biosphère (enveloppe de la terre), unique lieu où la vie peut exister. L'homme est un élément indivisible de la biosphère. Et cette « inséparabilité » commence seulement à nous apparaître avec précision. En réalité, il n'existe pas d'organisme vivant existant dans un état libre sur terre. Tous les organismes vivants sont inséparablement et perpétuellement connectés (tout d'abord et de manière évidente par l'alimentation et la respiration) avec leur environnement matériel-énergétique.

Caspar Wolf (1733-1794), le remarquable académicien de Saint-Pétersbourg qui a dédié sa vie entière à la Russie, exprima cela brillamment dans son livre publié en allemand à Saint-Pétersbourg en 1789, année de la Révolution française : *Sur la force particulière et efficace, caractéristique de la substance des plantes et des animaux*. Contrairement à la majorité des biologistes de son temps, il s'appuie sur Newton plutôt que sur Descartes.

L'humanité, en tant que matière vivante, est liée de manière inséparable aux processus matériels-énergétiques d'une enveloppe géologique spécifique de la terre appelée « biosphère ». Elle ne peut être physiquement indépendante de la biosphère ne serait-ce qu'un seul instant.

LE PRINCIPE DE HUYGENS

Le concept de « biosphère », c'est à dire « le domaine de la vie », a été introduit en biologie par Lamarck (1744-1829) à Paris au début du XIX^e siècle, et en géologie par Edward Suess (1831-1914) à Vienne à la fin du XIX^e siècle. Dans notre XX^e siècle, il y a une toute nouvelle compréhension de la biosphère. Elle émerge comme un phénomène planétaire de nature cosmique. En biogéochimie, nous devons considérer que la vie (les organismes vivants) n'existe

pas uniquement sur notre planète, dans la biosphère terrestre. Il me semble que ceci a été établi sans l'ombre d'un doute, jusqu'à maintenant, pour toutes les planètes de type terrestre, c'est-à-dire pour Vénus, la Terre et Mars. Au laboratoire biogéochimique de l'Académie des sciences de Moscou, qui avait été renommé Laboratoire des Problèmes géochimiques depuis le regroupement avec l'Institut microbiologique de l'Académie des sciences (dirigé par l'académicien B.L. Isachenko), nous avons, dès 1940, établi la vie cosmique comme sujet d'étude scientifique. Ce travail fut interrompu durant la guerre mais il reprit à la première occasion.

L'idée de la vie comme phénomène cosmique est présente dans les archives scientifiques depuis longtemps. Déjà, à la fin du XVII^e siècle, le hollandais Christian Huygens (1629-1695) dans son dernier ouvrage *Cosmotheoros*, publié après sa mort, formulait cette question. Sur l'initiative de Pierre I^{er}, le livre fut publié à deux reprises en Russie dans la première partie du XVIII^e siècle. Huygens y établit la généralisation scientifique suivante : « la vie est un phénomène cosmique et, d'une façon ou d'une autre, est nettement distincte de la matière non-vivante ». J'ai récemment appelé cette généralisation « le principe de Huygens ».

Par son poids, la matière vivante constitue une partie infinitésimale de la planète, et ce, de tous temps géologiques, ce qui signifie qu'elle est « géologiquement éternelle ». La matière vivante est concentrée dans une fine couche, plus ou moins épaisse, de la troposphère sur la terre ferme (dans les champs et les forêts) et se répand dans l'océan tout entier. Elle représente à peine 0,25% de la masse de la biosphère. Sur la terre ferme, la couche continue de la biosphère atteint une profondeur d'un peu moins de trois kilomètres en moyenne. La matière vivante n'existe pas en dehors de la biosphère.

Sa morphologie change durant toute la course du temps géologique, selon les lois de la nature. L'histoire de la matière vivante s'exprime elle-même comme une lente modification des formes d'organismes vivants qui sont connectés génétiquement, de génération en génération, d'une manière ininterrompue. Cette idée, soulevée de tous temps dans la recherche scientifique, acquit en 1859 une base solide grâce aux travaux de Charles Darwin (1809-1882) et



**Lamarck
(1744-1829),
Huygens
(1629-1695).**



**Joseph
Le Conte
(1823-1901)**



**James Dwight Dana
(1813-1895).**

de Wallace (1822-1913). Elle fut présentée dans la doctrine de l'évolution des espèces pour les plantes et les animaux, ainsi que pour l'homme. Le processus évolutionniste est une caractéristique unique de la matière vivante. Il n'y en a aucune manifestation dans la matière non vivante. Dans l'ère cryptozoïque, les mêmes minéraux et rochers sont formés de la même manière qu'aujourd'hui. Les seules exceptions concernent les corps naturels bio-inertes connectés d'une façon ou d'une autre avec la matière vivante.

Le changement dans la structure morphologique de la matière vivante observé dans le processus d'évolution conduit inévitablement à un changement dans sa composition chimique. Cette question requiert maintenant une vérification expérimentale. En collaboration avec l'Institut paléontologique de l'Académie des sciences, nous l'avons incorporée dans les travaux planifiés pour 1944.

Tandis que la quantité de matière vivante est négligeable par rapport à la matière non vivante et à la masse bio-inerte, les roches biogéniques constituent une large partie de la masse de la biosphère et vont bien au-delà des frontières de la biosphère. En vertu du phénomène de métamorphisme, elles se sont converties en une enveloppe granitique, perdant toute trace de vie, et ne font plus alors partie de la biosphère. L'enveloppe granitique de la Terre est la zone des biosphères précédentes. Dans le livre de Lamarck, *Hydrogéologie* (1802), qui contient de nombreuses et remarquables idées, la matière vivante, comme je l'ai compris, se trouve à l'origine des principales roches de notre planète. Lamarck n'a jamais accepté la découverte de Lavoisier (1743-1794). J.B. Dumas (1800-1884), un autre grand chimiste et jeune contemporain de Lamarck, qui se pencha sur la chimie de la matière vivante, avait reconnu depuis longtemps l'importance de la découverte de Lavoisier et adhérait également à l'idée de l'importance quantitative de la matière vivante dans la structure des roches de la biosphère.

LA CÉPHALISATION, AXE DE L'ÉVOLUTION

Les contemporains de Darwin, J. D. Dana (1813-1895) et J. Le Conte (1823-1901), grands géologues américains (Dana était aussi minéralogiste et biologiste) expliquèrent, avant même 1859, la généralisation empirique selon laquelle l'évolution de la matière vivante avance dans une direction définie. Ce phénomène a été appelé par Dana « céphalisation », et par Le Conte « ère psychozoïque ». Dana comme Darwin, adopta cette idée lors de son voyage autour

du monde, qui débuta en 1838 deux ans après le retour de Darwin à Londres, et qui se prolongea jusqu'en 1842.

Il faut noter ici que l'expédition durant laquelle Dana parvint à ses conclusions sur la céphalisation, les récifs de corail, etc... était associée, historiquement, aux recherches sur l'Océan Pacifique, réalisées lors des voyages des marins Russes, en particulier par Kruzenshtern (1770-1846). Publiées en allemand, elles inspirèrent l'avocat américain John Reynolds qui organisa le premier voyage de recherche océanique américain. Il débuta ce travail en 1827, au moment où un compte rendu de l'expédition de Kruzenshtern parvenait en Allemagne. C'est seulement onze ans plus tard, en 1838, que ses efforts constants aboutirent à la concrétisation de son expédition. Il s'agissait de l'expédition Wilkes, qui permit de prouver l'existence de l'Antarctique.

Les notions empiriques d'une direction définie des processus d'évolution, même s'il n'y eut aucune tentative théorique pour les fonder, s'approfondirent au cours du XVIII^e siècle. Buffon (1707-1788) parla du « royaume de l'homme », en raison de son importance géologique. L'idée d'évolution lui était étrangère. Elle l'était aussi pour Agassiz (1807-1873), qui présenta l'idée d'ère glaciaire. C'était une période d'impétueux épanouissement dans la géologie. Agassiz admettait que, géologiquement, le royaume de l'homme était arrivé, mais, à cause de ses principes théologiques, il s'opposait à la théorie de l'évolution. Le Conte souligne que Dana, qui, formellement avait un point de vue proche de celui d'Agassiz, accepta, à la fin de sa vie, l'idée de l'évolution dans son interprétation darwinienne. La différence entre « l'ère psychozoïque » de Le Conte et la « céphalisation » de Dana disparaissait alors. C'est à regretter que, particulièrement dans notre pays, cette importante généralisation empirique soit encore hors du champ de vision de nos biologistes.

Le bien-fondé du principe de Dana (qui semble être en dehors de l'horizon de nos paléontologistes) peut aisément être vérifié sur les bases de tous les traités modernes de paléontologie. Le principe n'embrasse pas seulement l'ensemble du domaine des animaux, mais il se révèle lui-même clairement dans chaque type d'animal. Dana soulignait que durant le cours du temps géologique, sur au moins deux millions d'années et probablement bien plus, il se produisit un processus irrégulier de croissance et de perfectionnement du système nerveux central, débutant avec les crustacés (il utilisa cette étude pour établir son principe), les mollusques (céphalopodes), et finissant par l'homme. C'est ce phénomène qu'il appelait « céphalisation ». Le cerveau, une fois qu'il a atteint un certain

