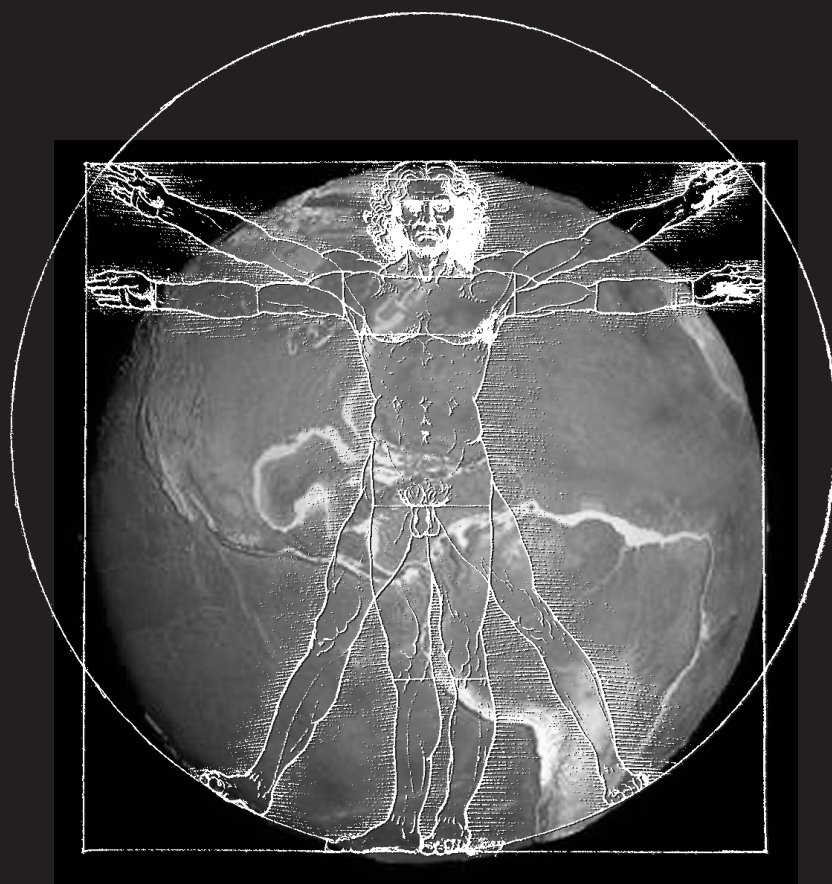


Vladimir Vernadski
De la biosphère
à la noosphère

EMMANUEL GRENIER



Alors que les idées écologistes (en tout cas leurs traductions politiques ou commerciales) prennent une importance croissante dans la société mondiale, il est bon de revenir aux sources de l'écologie scientifique. Vladimir Vernadski est l'un des créateurs de cette science et il est malheureusement peu connu en France, encore moins lu. Nous présentons ici sa vie, son œuvre et ses idées, avant de lui laisser la parole, en publiant un texte encore inédit en français.

Vladimir Vernadski est aujourd'hui considéré par la plupart des historiens des sciences comme le père de l'écologie globale. Héritier d'une tradition scientifique humaniste, celle d'Alexandre de Humboldt et de Pasteur, celle de Mendeleïev dont il suivit les cours de chimie à l'université de Saint-Petersbourg, Vernadski a été le premier à conceptualiser la biosphère. S'il n'a pas inventé le mot (c'est au géologue autrichien Eduard Suess qu'en revient le crédit), il a théorisé le concept dans un livre fameux devenu un classique de l'écologie, *La biosphère*. Figure imposante de la science soviétique, grand-père de la science nucléaire russe, Vernadski est resté longtemps quasiment inconnu en Europe, à peine moins aux Etats-Unis. En France, la thématique de la biosphère remise au goût du jour par l'écologie globale l'a un peu fait sortir de l'oubli, notamment grâce aux travaux récents d'historiens de l'écologie comme Jean-Paul Deléage ou Jean-Marc Drouin. Il reste cependant encore toute une partie de son œuvre à découvrir, inédite même en Russie. Le texte que nous publions ci-après fait partie des articles « déterrés » au cours de la dernière décennie. Il est caractéristique de la fin de la vie du savant russe, qui met à profit sa prodigieuse érudition scientifique dans de très nombreux domaines pour élaborer

une hypothèse physico-géométrique hardie : deux états de l'espace-temps coexistent dans notre monde et les organismes vivants se développent dans un espace qui leur est propre, absolument contraire aux prescriptions d'Euclide, Galilée ou Newton, et plutôt riemannien de caractère.

Repères biographiques

Vladimir Ivanovitch Vernadski naît en 1863 à Saint-Petersbourg dans une famille aristocratique et intellectuelle appartenant à l'élite humaniste de Russie*. Son père, Ivan Vassilievitch est professeur d'économie politique et président de la Société d'économie libre de Saint-Petersbourg. Esprit indépendant, il milite pour l'abolition du servage, ce qui lui vaut de voir *LEconomiste*, la revue qu'il dirige, interdite par le tsar Alexandre II. Il éduque son fils dans le goût de la lecture et du libre débat. A partir de 1881, il étudie les sciences

* Les quelques indications biographiques qui suivent sont tirées de l'entrée Vernadski dans le *Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution* (PUF, 1996) et de la préface à la dernière édition de *La biosphère*, signée de Jean-Paul Deléage (Diderot, 1997). Malheureusement, cette édition est déjà épuisée et il n'existe donc plus de livres de Vernadski actuellement disponibles en français.

à l'université de Saint-Petersbourg, où il suit les cours de chimie de Mendeleïev et les cours de géologie de Dokoutchaïev, le grand fondateur de la pédologie. C'est sans doute ce qui le décide à se consacrer à la minéralogie. Combattant acharné pour la démocratie, il luttera toute sa vie contre l'autocratie, aussi bien celle du tsar que celle de Staline. Pendant ses années d'études, il sera de toutes les batailles pour la liberté, l'égalité des sexes, des droits, des conditions de vie.

En 1888-1889, il se rend en Allemagne et en France où il étudie la chimie minérale et la cristallographie. De retour à Moscou, en 1890, il présente sa thèse magistrale intitulée *De la sillimanite et du rôle de l'aluminium dans les silicates*. En 1896, il soutient à Saint-Petersbourg sa thèse de doctorat de cristallographie, *Phénomènes de glissement dans les substances cristallines*. Pendant vingt ans, Vernadski va conjuguer professorat, activités de recherche et activités politiques. Fondateur d'un syndicat académique, membre de la direction du parti Constitutionnel-Démocrate (le parti « Kadet »), Vernadski est un homme engagé. En 1910, il quitte l'université de Moscou avec plus d'un tiers du corps professoral, pour protester contre les mesures brutales prises par le ministre de l'Instruction publique à l'encontre des étudiants. Il retourne alors au Conseil d'Etat, dont il avait démissionné pour protester contre la dissolution de la Douma. Il y combat la peine de mort, réclame la libération des prisonniers politiques où il propose et fait passer l'introduction de l'impôt sur le revenu. Après avoir participé brièvement au gouvernement provisoire de 1917, il est recherché par les Bolcheviques et se réfugie en Ukraine. Il y fonde l'Académie des sciences et continue ses travaux scientifiques. Après avoir été arrêté par le pouvoir soviétique, il est rapidement libéré. Puis il se rend à Paris en 1922, à l'invitation du recteur de la Sorbonne. Il y restera quatre années pendant lesquelles il donnera des séminaires et étudiera les minéraux radioactifs dans le laboratoire de Marie Curie.

Il cherchera alors à s'établir en Occident pour créer un laboratoire de biogéochimie utilisant les méthodes les plus modernes, mais il essuie refus sur refus de la part des

institutions scientifiques britanniques et américaines. Sa proposition de créer le laboratoire en France, dans le cadre du Muséum, se heurte à un mur. En 1926, il revient dans son pays, malgré son aversion pour le régime communiste, et se consacre au développement de la science soviétique ainsi qu'aux capacités de production. Grâce à son statut imposant de « père de la science soviétique » (il avait formé nombre des chercheurs en activité lors de ses années d'enseignement à Saint-Petersbourg), il est presque intouchable. Aux pires moments des grandes purges stalinienne, il mène la résistance contre la « normalisation prolétarienne » de l'Académie, défend ses collaborateurs arrêtés et critique les échecs du régime, notamment en matière de famine. Il meurt à Moscou en 1945. Sa vie durant, il a défendu et promu la science, mise au service du développement de l'humanité. Intouchable de son vivant, il est proscrit après sa mort. La publication de ses œuvres est interdite. Jusqu'à la mort de Staline, le simple fait de prononcer son nom est devenu dangereux. Cela explique pourquoi certaines de ses œuvres de sa vieillesse commencent tout juste à être publiées en Russie.

La biogéochimie

Le premier maître de Vernadski, c'est Dokoutchaïev, le fondateur de la pédologie russe moderne et auteur du *Tchernozem russe*. C'est lui qui apprend à Vernadski à considérer le sol comme un corps naturel. C'est lui qui l'oriente vers l'étude des cycles biogéochimiques, le sol étant par excellence un lieu d'échanges d'atomes entre les processus vivants et les minéraux. L'écorce terrestre n'est pas pour lui une masse inerte de matière mais un mécanisme complexe où les atomes sont animés d'un mouvement incessant. Le silicium, le phosphore, le carbone, l'oxygène, l'azote, autant d'éléments vitaux qui sont en permanence prélevés ou rejetés par des processus vivants. Vernadski propose d'étudier les éléments chimiques dans les quatre éléments de son gisement : dans les roches et minéraux, dans la matière vivante, dans les magmas et dans sa dispersion. Il identifie ainsi les



Vladimir Vernadski (1863-1945).

grands cycles biogéochimiques et constate qu'ils sont beaucoup plus actifs que les cycles géochimiques simples, qu'il qualifie d'éternels. La vie représente pour la planète le passage à un niveau énergétique supérieur : « *La matière vivante augmente l'énergie active de l'écorce terrestre de deux manières différentes. Elle l'augmente par ses processus réversibles, par le dégagement de l'oxygène libre, par son échange avec les autres éléments chimiques du milieu. [...] Son expansion sur toute la surface de notre globe joue un grand rôle dans l'intensification de l'activité chimique de notre planète. La matière vivante devient ainsi un régulateur de son énergie, elle la distribue sur toute la surface terrestre d'une façon plus ou moins homogène. [...] En même temps, par ces processus irréversibles, la matière vivante accumule l'énergie rayonnante du Soleil et la transmet à des couches plus profondes de l'écorce sous forme de composés chimiques, qui peuvent, dans des conditions déterminées, donner lieu à un dégagement de l'énergie active, en premier lieu sous forme de combustibles et de carbonates.* » [La géochimie.]

La matière vivante se répartit à peu près uniformément sur la planète, pour y former « *une couche mince de concentration de l'énergie chimique libre, provenant du Soleil* ». C'est cette couche que Vernadski appelle biosphère. Nous l'avons

dit plus haut, le créateur du mot « biosphère » est le géologue autrichien Eduard Suess. Mais celui-ci entendait par là « *un phénomène géologique exprimant la solidarité de toute vie sur Terre* », comme le synthétise Jean-Paul Deléage. Vernadski a une définition plus vaste : il s'agit pour lui de « *la région unique de l'écorce terrestre occupée par la vie. Ce n'est que dans la biosphère, mince couche extérieure de notre planète, que la vie est concentrée ; tous les organismes s'y trouvent et y sont toujours séparés de la matière brute ambiante par une limite nette et infranchissable. [...] Toute la vie, toute la matière vivante peut être envisagée comme un ensemble indivisible dans le mécanisme de la biosphère* ».

Vernadski répartit les éléments de la biosphère en trois groupes : la matière bio-inerte (par exemple, la troposphère ou les roches sédimentaires), la matière biogène, qui est reliée aux êtres vivants (combustibles fossiles), et la matière vivante. Il étudie les interactions entre ces groupes, leurs échanges de matière et d'énergie, entre eux et avec les sources d'énergie de l'espace extérieur, principalement le flux d'énergie lumineuse venant du Soleil. La biosphère est alors conçue comme un mécanisme où s'opère une incessante transformation des rayonnements cosmiques en énergie terrestre active, généralement sous forme d'énergie chimique libre.

Ce qui frappe Vernadski, c'est la permanence des caractéristiques de cette biosphère : « *Le fait principal, c'est l'existence de la biosphère durant tous les temps géologiques. Cette biosphère a donc toujours été constituée de la même manière dans ses traits essentiels. Ainsi, un seul et même appareil chimique a sans cesse fonctionné dans la biosphère à travers tous les temps géologiques, mû par le même courant ininterrompu de la même énergie solaire rayonnante, appareil créé et maintenu en activité par la matière vivante.* » [La biosphère.] Vernadski note par ailleurs le fait que la vie ne pourrait apparaître sans la présence de la couche à ozone, créée par la vie même. Il remarque enfin le caractère particulier (du point de vue de la composition isotopique ou de l'activité optique) des atomes et molécules qui forment le substrat de la vie. Tous ces arguments font

qu'il rejoint Pasteur : il considère la génération spontanée de la vie comme impossible. La question de l'origine de la vie devient alors prématurée, donc scientifiquement inintéressante pour lui, qui tient toujours à se cantonner à des raisonnements basés sur des faits scientifiques bien établis et « *des généralisations scientifiques d'expériences et d'observations empiriques des naturalistes* ». Il critique l'idée de « *l'existence d'un commencement de la vie [qui] a pénétré dans la science sous forme de spéculations religieuses et philosophiques* ».

Cependant, la contradiction apparente entre l'immutabilité des traits essentiels de la composante vivante de la biosphère, démontrée par l'analyse biogéochimique, et l'évolution orientée vers l'apparition de l'homme provoque son esprit. Il va développer une pensée tout à fait originale de l'évolution, en se basant sur la fusion de deux grands corps de connaissances.

L'évolution selon Vernadski

Vernadski exprime ses idées sur l'évolution dans *L'évolution des espèces et la matière vivante*, publié en appendice de *La biosphère* (il s'agit du texte d'une conférence donnée en 1928 à la Société des naturalistes de Leningrad). Suit une analyse très profonde de la différence entre les deux visions – biologique et biogéochimique – de la vie : « *L'espèce est habituellement considérée dans la biologie du point de vue géométrique ; la forme, les caractères morphologiques y occupent la première place. Dans les phénomènes biogéochimiques, au contraire, celle-ci est réservée au nombre et l'espèce est considérée du point de vue arithmétique.* » Il résout ce paradoxe en considérant les choses sous son angle favori, la migration biogène des atomes. L'évolution des formes de vie et celle de ses fonctions géochimiques obéissent à une seule et même loi, qui est celle de l'accroissement de la vitesse de cette migration.

Vernadski se plaint du fait que la découverte de l'évolution (qu'il attribue à Cuvier, avant Wallace et Darwin) ait éclipsé les autres problé-

matiques : « *L'évolution des espèces occupe la place centrale dans cette conception [de l'univers scientifique des naturalistes] et attire l'attention au point de faire oublier d'autres phénomènes biologiques aussi importants, si ce n'est davantage.* » Et de plaider auprès des biologistes pour qu'ils s'intéressent davantage à la biogéochimie, afin de fournir les données nécessaires à son développement ultérieur. De plus, le rapport existant entre l'évolution des espèces et les phénomènes biogéochimiques est selon lui « *un des problèmes scientifiques les plus importants de l'heure actuelle.* »

S'il considère l'évolution comme quelque chose qui n'est « *plus douteux* », il refuse les éléments réactionnaires et malthusiens propres à la théorie darwinienne et à ses avatars. Pour lui, remplacer le Dieu de la religion par le Dieu hasard n'est pas satisfaisant. Il y a bien une direction dans l'évolution, qui n'est pas seulement gouvernée par des rencontres fortuites de molécules, par des mutations. Le principal effet de cette évolution, considérée d'un point de vue global biosphérique, est d'accroître l'activité chimique et l'énergie libre : « *L'évolution des formes vivantes au cours des temps géologiques sur notre planète augmente la migration biogène des éléments chimiques dans la biosphère.* » Le processus de l'évolution a non seulement élargi le domaine de la vie, lui permettant de conquérir de nouveaux espaces, mais il a intensifié et accéléré la migration biogène : « *La formation du squelette des vertébrés a modifié et augmenté, en la concentrant, la migration des atomes du fluor et, sans doute, du phosphore et celle de celui des invertébrés aquatiques – la migration des atomes du calcium.* » Toujours dans ce texte, Vernadski analyse ainsi l'impact de l'apparition des oiseaux sur les cycles géochimiques : « *Ce processus [le perfectionnement de la forêt] correspond à la conquête par la vie d'un nouvel et immense domaine, celui de la tropo-sphère. L'apparition de la forêt, exubérante de vie, amena un grand changement dans la migration des atomes de l'oxygène, du carbone, de l'hydrogène et simultanément dans celle de tous les atomes vitaux dont le mouvement cyclique tout d'abord a dû devenir plus intense, car la forêt, surtout la forêt d'arbres*

à feuilles persistantes des nouvelles époques géologiques, concentre la vie, tant végétale qu'animale, dans des proportions inconnues jusqu'alors. [...] A l'époque mésozoïque, un nouveau fait, l'apparition des oiseaux, a augmenté l'intensité de la migration biogène et la vie a encore accru son domaine. Ce n'est du reste qu'à l'époque mésozoïque et à l'époque tertiaire que les organismes volants ont atteint leur plein développement sous la forme d'oiseaux. Deux fonctions biogéochimiques très importantes se rattachent à ces deux nouvelles formes de la vie. [...] Dans le mécanisme de la biosphère, dans la migration biogène des atomes, les oiseaux, ainsi que les autres organismes volants, jouent un rôle immense pour ce qui est de l'échange de la matière entre la Terre ferme et l'eau, principalement entre le continent et l'Océan ! Le rôle des oiseaux s'oppose ici à celui des fleuves, mais, par la quantité des masses transportées, il s'en rapproche. »

L'homme n'est ainsi pas le premier à avoir transformé de façon radicale les cycles de vie sur la planète. Les oiseaux l'ont fait avant lui ! Vernadski poursuit : « *L'apparition de ces espèces de vertébrés ailés a non seulement créé de nouvelles formes biogènes et a eu une répercussion sur la balance chimique de la mer et du continent, mais elle a provoqué encore une recrudescence de la migration biogène au cours de l'histoire de corps séparés, en particulier dans celle du phosphore.* »

Vernadski insiste sur le fait que cette évolution n'est pas due au hasard : « *Il me semble impossible pour plusieurs raisons, de parler des théories évolutionnistes sans tenir compte aussi de la question fondamentale de l'existence d'une direction déterminée, dans le processus de l'évolution invariable, au cours de toutes les époques géologiques.* » [C'est Vernadski qui souligne.]

Et le sommet de cette évolution, c'est l'*Homo sapiens* évolué, que Vernadski propose d'appeler, en combinant les terminologies de Linné et de Bergson, *Homo sapiens faber* : « *La pensée de l'Homo sapiens faber est un nouveau fait qui bouleverse la structure de la biosphère après des myriades de siècles. [...] Le rôle de l'humanité civilisée du point de la vue de la migration biogène a été infiniment plus important que celui des autres vertébrés.* »



L'homme, facteur géologique

Ainsi, l'activité de l'homme est devenue un facteur géologique qui transforme profondément la face de la planète. Il y a deux façons de considérer ce fait. Selon la première, l'homme est conçu avant tout comme un perturbateur, un gêneur, un facteur qui vient déranger l'ordre éternel de la nature. Cela va parfois jusqu'à considérer l'homme comme représentant une pollution dans une nature. Ainsi, le grand pont de l'écologie scientifique française, François Ramade, n'hésite pas à écrire que la première des pollutions, c'est la surpopulation des races non blanches : « *L'explosion démographique du tiers monde constitue par elle-même la première des catastrophes écologiques qui affectent l'humanité. [...] Si depuis les débuts de la proto-histoire, des groupes humains ont parfois pu excéder les capacités limites de leur environnement local ou régional – fait dont ils ont toujours payé le prix par un effondrement de leurs effectifs, voire par une décadence irrémédiable – il y a toujours eu, pour les survivants, la possibilité de trouver ailleurs les ressources naturelles indispensables à leur survie. [...] La grande marche des affamés vers le Nord est bel et bien commencée.* » [Futuribles, juillet-août 1989.]

On retrouve là une approche anglo-américaine raciste de l'écologie à laquelle s'oppose la tradition humaniste de la science « continentale » (française, allemande ou russe). Dans la première, on parle de « capacité limite » imposée par les lois intangibles de la nature. Dans la seconde, ces lois ne sont que des contraintes momentanées, qui peuvent être dépassées dans un processus de développement. Vernadski explique ainsi : « *On peut établir d'une façon précise que la pensée humaine change d'une façon brusque et radicale la marche des processus naturels et modifie ce que nous appelons les lois de la nature.* » Pour lui, l'activité humaine est forcément liée à la biosphère, elle en constitue une partie non seulement légitime mais nécessaire. L'activité de l'homme et la transformation qu'il opère sur la planète, son impact sur les grands cycles biogéochimiques ne sont pas

conçus chez lui comme négatives. Au contraire, c'est une occasion de réjouissance puisque cela traduit la puissance vitale à l'œuvre dans notre monde : « *L'activité de l'homme apparaît comme facteur géologique, dans lequel la personnalité individuelle apparaît quelquefois clairement et se reflète dans des phénomènes à grande échelle de caractère planétaire.* » [Sur la différence.]

Prenons un exemple : la synthèse de l'ammoniac, due à une découverte scientifique d'un seul homme (Basilus Valentinus), a permis la hausse des rendements agricoles au xx^e siècle et a, de cette manière, transformé la société humaine en changeant sa répartition sur la planète (l'urbanisation étant autrement impossible). Avant cette découverte, la quantité d'azote dans le sol était un facteur limitant critique pour la hausse des rendements. La possibilité d'apporter à volonté de l'azote supplémentaire permettait de s'affranchir de cette limite. Un esprit unique, souverain, créateur, peut ainsi changer la face de la planète. Seule l'espèce humaine est dotée de cette capacité cognitive à changer de façon volontaire les données biologiques de sa capacité de peuplement ; ce qui la distingue de façon absolue de toute autre espèce vivante.

Cette capacité cognitive, qui s'incarne dans une succession de technologies toujours plus efficaces dans la transformation de l'Univers, est considérée comme le grand défaut de l'homme par les écologues malthusiens. James Lovelock est l'un d'eux ; il a inventé l'« hypothèse Gaïa » selon laquelle la Terre est un être vivant qui a contrôlé et régulé l'évolution de l'environnement géo-chimique terrestre pour son bénéfice. Gaïa est le nom d'une ancienne déesse grecque, la « Mère Terre ». Lovelock considère que « *l'humanité est en train de piller la planète de façon débauchée et très dangereuse. [...] Tous les maux qui nous menacent peuvent se résumer à trois principaux : surpopulation, stupidité politique et gaspillage des trésors de la planète, qu'il s'agisse des ressources finies ou de la richesse vivante renouvelable.* » [Gaïa : un atlas de la gestion de la planète.] Toute la philosophie de Lovelock s'exprime dans l'avertissement qui suit : « *Gaïa, telle que je la vois, n'est ni une mère tolérante ni une demoiselle fragile et délicate mise en danger par l'humani-*

té. Elle est directe et dure, gardant le monde chaud et confortable pour ceux qui obéissent aux lois, mais impitoyable avec ceux qui les transgressent. Son but inconscient est de garder une planète adaptée à la vie. Si les humains s'y opposent, ils seront éliminés avec aussi peu de pitié qu'on en trouverait dans le cerveau électronique d'un missile antinucléaire arrivant sur sa cible. Gaïa n'est pas antihumaine, mais elle n'hésitera pas à nous remplacer par une espèce plus respectueuse de l'environnement si nous continuons comme cela. Cela dépend de vous et moi. Si nous considérons le monde comme un organisme vivant dont nous ne sommes qu'une partie, et non les propriétaires, ni même les gérants, notre espèce pourrait survivre pendant la durée qui lui a été allouée. »

Lovelock va jusqu'à écrire que « *Gaïa souffre de primatémie généralisée – le fléau humain.* »

Vernadski voit au contraire dans la capacité humaine de transformation une merveilleuse invention du processus vivant : « *Et la grande forme nouvelle d'énergie biogéochimique que constitue le processus de travail de l'espèce humaine dans la biosphère, qui est dirigé de façon complexe par la pensée humaine – la conscience. Il est remarquable de constater que la croissance des machines au cours du temps, au sein de la structure de la société humaine, suit aussi la progression géométrique, tout comme la reproduction de la matière vivante, y compris des êtres humains. Cette manifestation de l'énergie biogéochimique n'a pas encore été du tout, à ce jour, abordée par les études scientifiques.* » [La géochimie.]

Il n'y a donc pas du tout de coupure absolue entre l'humanité et les processus vivants dans leur ensemble. Contrairement à ce qu'on lit chez de nombreux penseurs de l'écologie (le Suisse Robert Hainard, par exemple), le machinisme n'est pas vu ici comme une odieuse déviation mais comme l'aboutissement légitime d'un développement organique de la planète. Les machines vues comme forme nouvelle d'énergie biogéochimique... Quelle provocation pour les écologistes modernes !

Revenons à ce que disait Lovelock : Gaïa serait impitoyable pour ceux qui transgresseraient les lois. Cela pré-suppose l'existence de lois naturelles en dehors de l'humanité. Pour lui,

comme pour son mentor Margaret Mead, comme pour les fanatiques du Club de Rome, « *le véritable ennemi de la nature, c'est l'homme* ». Vernadski définit au contraire des grands principes biogéochimiques qui ont régi le développement de la vie sur la planète et auxquels l'humanité est toujours fidèle, ne faisant au fond que les amplifier. En fait, Lovelock n'a scientifiquement rien exprimé de fondamentalement nouveau. Vernadski expliquait déjà que « *l'équilibre de l'oxygène libre, agent principal des réactions chimiques de la surface terrestre, est réalisé et déterminé seulement par la Vie, qui agit ici comme une force planétaire* ». [La géo-chimie.] Lovelock s'est contenté de reprendre les idées de Vernadski et de les mettre au goût du jour. Mais il les a perverties en leur ajoutant une touche mystique et une tonalité catastrophiste qui n'appartenaient pas à l'original.

Une écologie humaine antimalthusienne

Si Vernadski considère l'homme comme faisant partie des processus naturels vivants (c'est un animal), il souligne tout de même que son arrivée sur la planète marque une rupture absolue dans l'histoire de ces processus.

Il écrit ainsi dans *La géochimie* : « *Mais à notre époque géologique – ère psychozoïque, ère de la Raison – se manifeste un nouveau fait géochimique d'une importance capitale. Dans le cours des derniers milliers d'années, l'action géochimique de l'humanité, qui au moyen de l'agriculture s'empare de la matière vivante verte, est devenue intense et excessivement multiple. Nous observons une étonnante rapidité de la croissance de cette action. C'est l'action de la conscience et de l'esprit collectif de l'humanité sur les processus géochimiques. L'homme a introduit une nouvelle forme d'action de la matière vivante sur l'échange des atomes de la matière vivante avec la matière brute. Ce ne sont plus seulement les éléments nécessaires à la production, à la formation de la matière vivante qui entrent ici en jeu et changent ses édifices moléculaires. Ce sont des éléments nécessaires à la technique*

et à la création des formes civilisées de la vie. L'homme agit ici non comme Homo sapiens, mais comme Homo faber. »

On note ici l'influence de personnalités françaises comme Henri Bergson et Pierre Teilhard de Chardin, que Vernadski a fréquentées pendant son séjour au laboratoire de Marie Curie, entre 1922 et 1925 (Teilhard a participé aux séminaires que Vernadski donnait à la Sorbonne). Cette action de l'homme change profondément l'histoire géochimique : « *Dans l'histoire de tous les éléments chimiques, c'est un fait d'une importance unique. Pour la première fois dans l'histoire de notre planète nous voyons la formation de composés nouveaux, un changement inouï de la face terrestre.* »

L'humanité produit en effet des masses importantes de métaux libres qui n'existaient auparavant que sous forme oxydée. Elle fabrique des « *quantités énormes d'anhydride sulfureux ou de l'hydrogène sulfuré formés pendant les processus chimiques et métallurgiques* ». Tous ces produits « *ne se distinguent pas des minéraux. Ils changent le cours éternel des cycles géochimiques.* » [La géochimie.]

« *Il est clair, poursuit-il, que ce n'est pas un fait accidentel, qu'il était préformé par toute l'évolution paléontologique. C'est un fait naturel comme les autres et nous y voyons un nouveau phénomène où la matière vivante agit en contradiction apparente avec le principe de Carnot. Où s'arrêtera ce processus, ce fait géologique nouveau ? Et s'arrêtera-t-il ? [...] L'homme augmente partout la quantité d'atomes qui sortent des cycles anciens – "cycles éternels" géochimiques. Il renforce la perturbation de ces processus, en introduit de nouveaux, dérange les anciens. Une force géologique nouvelle est certainement apparue à la surface terrestre avec l'homme.* » [La géochimie.]

Non seulement Vernadski ne condamne pas cette force géologique nouvelle, mais il en prévoit l'expansion : « *Ce processus s'est effectué très rapidement dans un temps insignifiant. La face de la Terre s'est transformée d'une façon méconnaiss-*



L'Imperial Valley en Californie. Grâce à l'intervention de l'homme, cette région autrefois aride et stérile connaît des rendements agricoles remarquables.

sable et pourtant il est évident que l'ère de cette transformation ne fait que commencer. »

Notons la différence de ton avec l'écologisme catastrophiste actuel, où il s'agit la plupart du temps de « sauver la planète contre l'homme », en tout cas contre l'homme industriel, celui-là même que Vernadski décrit comme « *une force géologique nouvelle* ».

De la biosphère à la noosphère

Toute une école de pensée, malthusienne, veut aujourd'hui limiter le développement des pouvoirs productifs de l'homme, limiter l'augmentation de sa consommation et de sa production d'énergie, lui interdire de développer certains types de technologie. Vernadski aurait considéré avec horreur cette école voulant aller, en définitive, contre les lois de la biosphère, qui sont des lois de changement et de transformation permanente.

Alors que les premiers proposent un gouvernement mondial dictatorial pour sauver la planète, le second ne voit pas de contradiction entre le développement harmonieux de l'espèce humaine et celui

de la planète. Mieux, il y voit une concordance : « *La noosphère est le nouveau phénomène géologique sur notre planète. Pour la première fois, l'humanité représente une force géologique à grande échelle. L'homme peut et doit rebâtir son milieu de vie par son travail et sa pensée, le transformant de plus en plus par rapport au passé. Des possibilités créatives s'ouvrent de plus en plus largement devant nous. [...] Ce qui est important, c'est que nos idéaux démocratiques soient en harmonie avec les processus géologiques élémentaires, avec la noosphère, avec les lois de la nature. Nous pouvons donc regarder vers le futur avec confiance. Il est entre nos mains.* » [La biosphère et la noosphère.]

Le terme noosphère (du grec *noos*, esprit) n'a pas été créé par Vernadski. Il croit l'emprunter au philosophe français Edouard Le Roy, qu'il avait rencontré à Paris, mais il s'agit en fait d'une création du paléontologue Pierre Teilhard de Chardin. Il y met deux sens. Le premier est le sens géologique que nous venons de citer : la noosphère est l'état actuel de la biosphère dans lequel l'homme est devenu un facteur géologique. La source principale de l'accélération de la migration des atomes est l'activité intellectuelle de l'homme, projetée dans ses machines. Le second est un âge de raison vers lequel il faut tendre et qu'il faut construire. Dans cet âge de raison, l'humanité sera « *consciente de son unité biologique et de l'égalité de tous les hommes* », les fruits de la science et de la technique seront équitablement répartis et l'humanité saura gérer de façon responsable les richesses naturelles de la planète.

A ce point, il est important de souligner que Vernadski, s'il est à l'évidence humaniste et progressiste, se trouve à cent lieues du positivisme scientifique qui sévissait à la fin du XIX^e siècle (dont le stalinisme et l'eugénisme furent d'ailleurs les formes les plus abominables). En ce sens et dans beaucoup d'autres, c'est un héritier des biochimistes européens (Louis Pasteur et Justus Liebig en tête). En effet, le progrès scientifique et technique n'est pas pour Vernadski une donnée intangible et linéaire, qui interviendrait automatiquement ; c'est au contraire le résultat légitime d'une action *volontaire* de l'esprit humain.

Un scientifique engagé dans l'action concrète

Vernadski ne s'est pas contenté d'être un théoricien en la matière puisqu'il mit toute sa vie la main à la pâte au service de son pays, en créant des institutions scientifiques et en proposant des réformes destinées à accroître les pouvoirs productifs de l'homme. En ce sens, il fait penser, même si les conditions historiques sont évidemment différentes, à l'activité multiforme déployée par des hommes comme Vauban ou Lazare Carnot en France, touchant aussi bien aux questions scientifiques les plus profondes qu'à la réforme de l'Etat ou de ses institutions éducatives. En 1915, il suscite la création par l'Académie des sciences de la Commission pour l'étude des forces productives naturelles, dont il est élu président. En 1916, le Conseil d'Etat, dont il est membre, adopte sa proposition de création d'impôt sur le revenu. En 1917, il participera même au Gouvernement provisoire, où il lance des projets de réforme agraire, de développement des instituts scientifiques.

Bien qu'il fût d'abord politiquement proscrit par les Bolcheviques en raison de son engagement dans le parti Kadet, au point qu'il doit se cacher d'abord en Ukraine, puis en France, Vernadski continuera à déployer son action au service de son pays. Après son retour en Union soviétique, à 63 ans, il crée le Biogel (1928) puis l'Institut du Gel (1931), pour faciliter l'extraction des ressources à permafrost ; la Commission de l'eau lourde (1934) et celle de l'Uranium (1940) pour favoriser le développement de l'énergie atomique. En 1922, déjà, il avait suscité la création de l'Institut du Radium. Vernadski s'est intéressé très tôt à la radioactivité et à l'énergie atomique. C'est lui qui introduit en Russie la datation géologique par les méthodes radio-isotopiques. C'est lui qui lance la construction du premier synchrotron. Il consacre même un livre visionnaire à l'utilisation des atomes radioactifs comme traceurs des processus géochimiques, biochimiques ou écologiques (*Les problèmes de la radioécologie*, Paris, Hermann, 1935). Quant à l'énergie atomique, elle doit apporter les quantités d'énergie né-

cessaires à l'industrialisation de la planète. Vernadski craint en effet une pénurie de pétrole, de charbon et de fer. Pour que le processus évolutif se poursuive, il faut donc que l'humanité s'appuie sur des énergies nouvelles : force des vagues et des marées, énergie atomique, utilisation directe de la chaleur solaire, etc.

L'intérêt des conceptions de Vernadski pour la science occidentale est de démontrer que l'on peut être strictement matérialiste sans tomber dans le réductionnisme unidisciplinaire. Celui-ci, s'il peut porter des fruits pendant un certain temps, finit toujours par devenir stérile, s'il n'est pas fécondé par des semences portées par de grands souffles. De souffle, Vernadski n'en manque pas. Au moment où l'on parle tant d'interdisciplinarité, sa vie en offre un magnifique exemple. D'une part, son insatiable curiosité intellectuelle le menait à s'intéresser à toutes sortes de problèmes, et à étudier des disciplines inconnues pour les résoudre. D'autre part, l'objet même de ses études – la biosphère – lui imposait de connaître de très nombreuses disciplines : physico-chimie, géologie, biologie, thermodynamique, hydrologie, etc. Dans sa préface à l'édition russe de *La biosphère*, il attaque avec virulence les chercheurs qui se limitent à étudier des particularités, renonçant à toute vision d'ensemble des phénomènes. Ceux-ci en arrivent à concevoir les phénomènes géologiques comme « *un ensemble de manifestations de causes insignifiantes, comme un peleton d'accidents* ».

Vernadski recommande plutôt de se livrer à un travail de généralisation empirique, « *appuyé sur l'ensemble des faits connus et non sur des hypothèses et des théories* ». Sa méthode scientifique que le lecteur pourra découvrir dans l'inédit que nous publions dans les pages qui suivent, est un merveilleux exemple d'esprit créateur à l'œuvre, à la fois libre et rigoureux. ■

Références

- V. Vernadski, *La géochimie*, Paris, Félix Alcan, 1924.
- V. Vernadski, *La biosphère*, Paris, Félix Alcan, 1926.
- J. Lovelock, *Les Ages de Gaïa*, Odile Jacob, 1997