

TERRA TURBA

En prenant acte du tournant épistémologique engendré par le développement de la thermodynamique au 19^e siècle, j'aborderai les apports décisifs d'Ilya Prigorine (1917-2003) dans la compréhension des phénomènes dynamiques et irréversibles de la Nature.

Je m'intéresserai plus particulièrement au concept de « structure dissipative » que le physicien et chimiste belge d'origine russe (prix Nobel 1977) s'efforcera de mettre au jour.

C'est à partir des notions englobées dans ce concept (entropie thermodynamique, ressource, énergie, déchets) que nous élaborerons une réflexion autour de l'œuvre de Robert Smithson (1938-1973).

L'artiste américain, féru de littérature scientifique (l'inventaire de sa bibliothèque réalisé à sa mort nous en fait le témoignage) est toujours resté très au fait des avancées conceptuelles de son époque. Il développera une œuvre au plus près des questions posées par Prigorine :

Pour citer rapidement deux axes de la réflexion : tension générative et protéiformante de l'ordre et du chaos, vision de la Nature comme force contaminante.

Dans son ouvrage « Du monde clos à l'univers infini », l'historien et philosophe Alexandre Koyré a mis en évidence la métamorphose profonde qu'a eu à subir la pensée occidentale : entre le 17^e et le 18^e siècles, l'évolution des paradigmes scientifiques a fait basculer notre perception du monde d'un ensemble clos, d'origine aristotélicienne, à une structure infinie, à l'origine Newtonienne. Mais les conséquences épistémologiques de cette révolution ne se déploieront pleinement qu'avec la formalisation et le développement d'une nouvelle discipline, la thermodynamique, un siècle plus tard.

Les mouvements étudiés dans la science dite classique, newtonienne, peuvent être perçus comme des mouvements périodiques, que l'on peut donc englober. Ils sont d'une certaine manière, finis et prédictibles : il s'agira par exemple de calculer précisément l'orbite d'une planète autour d'un astre, de prévoir une éclipse ou la trajectoire d'une comète.

La thermodynamique s'empare *a contrario* des mouvements qui ne se referment pas, et qui sont *a priori* irréversibles car guidés par une succession d'événements sans retour. C'est sur

cette nouvelle typologie de mouvement (appréhendée grâce à l'essor de la chaleur comme source d'énergie) que la science s'est penchée en ce tout début de 19^e siècle.

Mais elle a rapidement buté sur la complexité de phénomènes qu'elle n'arrivait plus à formaliser. Comment rendre compte de la mécanique d'un fluide, ou d'un gaz, avec les mathématiques de Newton ? Comment rendre compte de l'efficacité d'une chaudière à charbon s'il est impossible de calculer la dispersion thermique de ces gaz ?

Boltzmann ou encore Maxwell développeront dans la foulée de nouveaux outils conceptuels, statistiques, pour appréhender les transferts thermiques, la dynamique moléculaire et plus tard la nébulosité atomique.

Image Tombe de Boltzmann

Les premiers concepts liés à la complexité thermodynamique se forgent à ce moment-là, notamment celui d'entropie, notion qui nourrira toute la pensée Smithsonienne. Nous pourrions tenter de la définir de la manière suivante :

L'entropie, c'est l'indicateur mathématique qui sert à mesurer le degré de désorganisation d'un système ordonné.

Si ce système est isolé ou clos, l'entropie s'élève nécessairement. Et plus elle s'élève, moins les éléments qui composent le système sont liés entre eux, plus ils se désagrègent, plus ils se dispersent. Ce faisant le système devient incapable de produire des effets mécaniques. Il retourne à un état homogène, proche de la stase où les mouvements qui l'animaient s'estompent pour ne finalement plus du tout exister. Les thermodynamiciens appellent cet état : l'équilibre.

Prenons un exemple simple : imaginons verser de l'eau chaude sur une série de glaçons dans un thermos, que l'on s'empresserait aussitôt de refermer. Au bout d'un certain temps, il n'y aurait dans la bouteille plus que de l'eau tiède, à la même température en tout point. L'eau du système clos thermos, atteint petit à petit un équilibre thermique. Il n'y a plus qu'un seul liquide à une température unique, uniforme à la place d'une eau chaude dans laquelle baignaient auparavant des cubes de glaces à température négative.

La thermodynamique va donc faire naître l'idée suivante : si un système est fermé à l'environnement, c'est-à-dire s'il n'est pas parcouru par des flux de matière et d'énergie, il tend à une forme de stase qui abolit toute possibilité de changement. Sa complexité informationnelle et structurelle s'affaiblit pour finalement s'anéantir.

Si *a contrario*, un système est ouvert à son environnement, c'est-à-dire s'il est parcouru par des flux de matière et d'énergie, le système évolue spontanément dans une suite d'événements qui tendent à le rendre à la fois dynamique et ordonné. La complexité peut alors se déployer dans la structure.

Enfin, ce que nous dit la thermodynamique, et je reviens ici à notre sujet, c'est que

l'ouverture autorise la métamorphose tandis que la fermeture condamne à la stase.

En explorant ces nouveaux territoires de complexité, la discipline va ainsi petit à petit, à travers ces différentes branches, mettre au jour des liens de corrélation puissants entre :

1. flux d'énergie et émergence d'ordre,
2. complexité et accroissement de l'information,
3. métamorphose et ouverture à l'environnement,
4. irréversibilité des événements et naissance de la flèche du temps.

Ilya Prigorine a été l'acteur majeur à partir du milieu du 20^e siècle de la transformation de la thermodynamique classique, celle qui ne s'intéressait finalement qu'aux flux de matière à l'équilibre (gaz, liquide, solide), à une science des systèmes ouverts, c'est-à-dire à une science des systèmes hors équilibre, une thermodynamique qui, et c'est là l'apport décisif de Prigorine, embrasserait toute sorte de structure physico-chimique ; moléculaire, vivante, géoclimatique ou encore macrocosmique.

Image schéma structure dissipative

Prigorine fait le constat que le cosmos regorge de systèmes hors équilibre, c'est-à-dire de systèmes physico-chimiques qui échangent ouvertement de l'énergie avec leur environnement : il appelle ces échangeurs des structures dissipatives. Mais pourquoi dissipatives ? Parce que ces structures dégradent, ou plutôt, comprenons-le comme cela pour l'instant, transforment l'énergie qu'elles reçoivent en ordre localisé.

Pensez à un échangeur autoroutier, qui absorberait l'énergie du trafic pour mieux le diffuser, l'échangeur autoroutier devenant un créateur d'ordre localisé, en empêchant l'embouteillage.

Je prends cet exemple à dessein car, et c'est ce qui découle des mécanismes que Prigorine a mis au jour, les structures dissipatives sont observables aussi bien à l'échelle physique, biologique que culturelle. Elles ont une dimension fractale.

- un tourbillon dans une rivière ou un ouragan de force 5 sont des structures dissipatives physiques. Elles se nourrissent de l'énergie cinétique de la rivière ou de la masse d'air chaud des océans pour créer un ordre localisé qui prendra la forme d'un vortex.

Images ouragan

- le vivant sous toutes ses formes est un développement kaléidoscopique de structures dissipatives. Dès les premières cyanobactéries photosynthétiques, au baobab en passant par le grand singe, ces formes déploient des ordres localisés.

Image baobab

- l'homme à travers son développement culturel a été le vecteur de l'émergence de

nouvelles typologies de structures dissipatives. Une voiture, une ville, sont des ordres localisés dissipatifs.

Image mercedes amg

L'univers, des dimensions microscopiques aux dimensions macroscopiques, du plus lointain des passés jusqu'au temps présent, devient dans la pensée Prigoriennne une sorte d'enchâssement gigogne de ce type de structure.

Ces systèmes que Prigorine appelle donc *structures dissipatives* sont de véritables machines à transformer l'énergie en ordre. Mais ce que nous dit la thermodynamique hors équilibre de Prigorine, et c'est ce qui va alimenter la suite de mon propos, c'est que toute structure dissipative, pour se maintenir, doit importer de la ressource et exporter du déchet. Des étoiles aux microbes à la Mercedes, les structures dissipatives s'auto-entretiennent en important de la matière relativement bien ordonnée (des ressources, d'assez basse entropie), et en exportant de la matière ou de l'énergie désordonnées (les déchets), de haute entropie. En conséquence et c'est ici que la deuxième loi de la thermodynamique est redéployée par Prigorine : car pour compenser l'ordre local, créé et concentré au sein de la structure, son environnement doit mécaniquement se désorganiser, se dégrader.

On comprend très vite ce qui menace à terme toute structure dissipative si son environnement physique ne peut pas se renouveler : la matière et l'énergie de l'environnement vont progressivement évoluer négativement jusqu'à ne plus pouvoir être utilisées positivement comme ressources. L'ordre local constitué se désagrège, puis s'effondre, la structure disparaît.

Donc pour le dire prosaïquement, ce qui menace la structure dissipative, c'est d'épuiser les ressources de son environnement et de les remplacer par ses déchets.

Mais la longue chronologie de l'évolution cosmique nous le prouve, le déchet de l'un peut devenir la ressource d'un autre. Cette dynamique devenant précisément la source des métamorphoses.

Une étoile comme notre soleil produit des quantités considérables de déchets énergétiques, sous formes de rayonnements électromagnétiques.

La lumière, déchet thermodynamique du système étoile, a ainsi permis aux premières cyanobactéries photosynthétique terrestres d'émerger. Et le déchet thermodynamique de la structure dissipative cyanobactérie, l'oxygène, a lui aussi permis bien plus tard, au fil de son accumulation atmosphérique, l'émergence de la vie aérobie dont nous sommes les héritiers.

Le système terrestre (d'autres l'appellent Gaïa) est un fabuleux enchevêtrement de sous-

structures dissipatives imbriquées les unes dans les autres, qui a su rapidement, par une succession d'événements contingents, exploiter une avalanche de ressources régénérées et protéiformes.

Ce mécanisme de métamorphose du déchet en ressource a autorisé la constitution de structures de plus en plus complexes et ordonnées. La vie a émergé et s'est développée par ce mécanisme de transmutation. Mais l'entropie de la structure géophysique Terre surgissait mécaniquement par séquences, rythmant les cycles de complexité et d'effondrement. Le déploiement proliférant de la matière vivante, ses métamorphoses, se sont donc faits sous sa menace.

L'entropie des systèmes a provoqué des ruptures brutales sources de bifurcations (à ce propos Prigogine les appelle des Événements. La stabilisation du planétoïde terrestre dans la zone d'habitabilité du soleil, la comète qui anéantit des dinosaures, la naissance d'Einstein ou d'Hitler sont des événements, c'est-à-dire le fait que ces phénomènes se produisent ou non dans un système change la trajectoire spatio-temporelle du système. De graves crises des déchets ont ponctué l'histoire évolutive de notre planète. Elles sont constitutives de ce que l'on vient de définir : des événements bifurcatoires. L'atmosphère terrestre telle que nous la connaissons aujourd'hui est le reliquat, le résidu recyclé de l'une d'entre elles. Revenons juste un instant sur l'histoire des cyanobactéries.

L'oxygène atmosphérique était en quantité infinitésimale depuis la formation de la Terre il y a 4,5 milliards d'années ; mais un événement se produisit autour des 2,5 milliards d'années : la catastrophe de l'oxygène. La prolifération des cyanobactéries (qui transforment la lumière en oxygène par photosynthèse) a provoqué un rapide accroissement de la quantité de ce gaz dans l'océan primitif. L'oxygène, déchet métabolique de la cyanobactérie, ne parvenait plus à être fixé par les minéraux marins et à être évacué par une tectonique des plaques alors au ralenti. Son accumulation a provoqué une extinction massive de ces mêmes bactéries, étouffées par leur propre développement proliférant. Certaines ont résisté au cataclysme en se forgeant des carapaces de calcaires (pensez aux stromatolites). Mais ce premier enrichissement brutal de l'atmosphère en oxygène allait plus tard rendre biologiquement possible la sortie des eaux : les premiers organismes aérobie dont nous sommes les descendants (étymologiquement, la vie possible dans l'air) allaient bientôt se développer, grâce à l'apport de cette ressource dans l'atmosphère. En développant une organisation métabolique inédite, le mouvement de la vie allait s'offrir bien plus tard la possibilité de déployer de nouveaux territoires de diversité et de complexité : la forme fougère, la forme dinosaure, la forme insecte, la forme baleine, la forme oiseau, la forme australopithèque.

Nous pouvons aisément appréhender à travers cet exemple la dialectique Ressource/déchet qui anime ontologiquement les questions liées à la métamorphose des systèmes. Le déchet devient le véhicule d'un possible transfert des états physiques. C'est ce qui découle de la théorie thermodynamique Prigogienne.

La compréhension des phénomènes dissipatifs décrits par ce penseur doit nous interroger sur la période que nous traversons collectivement. L'Anthropocène marque le moment

d'une crise systémique comparable dans les mécanismes de son fonctionnement à celle de la crise de l'oxygène. Faisons juste l'effort imaginatif de remplacer la lumière par le pétrole, les sociétés de cyanobactéries par la société humaine, l'oxygène par le CO₂, et nous avons là une partition tout à fait identique.

L'Anthropocène, que nous pourrions ré-orthographier à l'aune du concept d'Entropie, est bien une crise thermodynamique des déchets et de la complexité. Elle est liée à l'afflux massif, soudain et quasi libre, d'énergie fossile et à sa transmutation en structures techniques ou sociétales tangibles de plus en plus complexes, qui sont à la fois productrices d'ordre (une centrale nucléaire, un supercalculateur, un régime politique, une Mercedes AMG V8, une tablette tactile) et de désordre (les carcasses de Tchernobyl ou de Fukushima, les résidus chimiques d'une mine d'argent, un nuage de nanoparticules volatiles, une guerre civile, les rejets massifs en CO₂ d'une usine de ciment ou d'un pot d'échappement, un baril de MOX usagé enfoui dans la Manche).

La question que pose l'Anthropocène est donc la suivante : comment allons-nous métamorphoser les résidus entropiques de notre développement pour continuer à unifier et à ordonner notre structure.

Mais la thermodynamique, un peu à la manière de la figure du dieu Janus, nous renvoie à une question plus sourde et plus inquiétante, évidemment encore sans réponse :

Si par malheur nous ne parvenions pas à franchir collectivement cette nouvelle étape de complexité, quoi ou qui exploitera dans le futur les résidus métaboliques de notre existence ?

(c'est entre parenthèses la question que déploie la série d'assemblages fantasmagoriques que je propose à l'IAC)

[video debris spatiaux](#)

ROBERT SMITHSON

[Image Robert Smithson](#)

L'artiste américain Robert Smithson fut à mon sens l'un des premiers artistes à interroger esthétiquement la dialectique entropique : ressource/déchet, ordre/désordre, métamorphose/stase. C'est en tous les cas à son époque, l'un des plus singuliers. Peu d'artistes s'étaient saisis du concept entropique avec autant d'obstination. Dans la pensée Smithsonienne, faite d'engloutissement et de déstructuration, la ruine et le déchet peuvent être perçus comme une interface de liaison dans le processus de métamorphose. Il opère comme un principe contaminant et autorise la naissance de nouvelles typologies de structures par transfert de matière et d'énergie.

Dans une juste formule, James Lingwood associe dans le catalogue de l'exposition *Le paysage entropique* (Musée de Marseille, 1994) la figure Smithsonienne à celle d'un «entropologue», avec un « e », reprenant de fait une réflexion de l'artiste, qui évoquait dans son texte de 1971, « Art Through the Camera's Eye », l'ambition méconnue de Claude Lévi-Strauss. Smithson écrit : «Les patterns de l'abstraction ordonnent les choses du monde

dans des configurations innombrables, qui s'envahissent et s'imbriquent les unes les autres. Nous sommes entourés de ces structures de référence. La nature s'emploie pourtant à les démanteler, à les détruire, à les faire revenir à un état de désorganisation, qui anéantit leur existence. Aujourd'hui les artistes commencent à s'apercevoir que la désintégration des structures est une conjoncture très largement répandue. *Claude Lévi-Strauss a proposé à ce titre l'élaboration d'une nouvelle discipline qui s'appellerait « l'Entropologie ».*

Dès les années 60, l'anthropologue français a effectivement su saisir le glissement sémantique de sa discipline. Il le fait dans un recueil titré « L'Anthropologie face aux problèmes du monde moderne ». D'après lui, « plus l'organisation culturelle d'une société est complexe, plus la quantité d'entropie qu'elle produit est importante. Plus une structure donnée est élaborée, plus elle sera marquée par la désintégration. Ainsi les sociétés « premières », ou « froides » (dont le fonctionnement rappelle celui d'un mécanisme de pendule) produisent-elles très peu d'entropie ; elles paraissent stables dans la durée tandis que les sociétés « chaudes » (assimilables au moteur à explosion) en engendrent des quantités énormes ». Elles sont hautement déséquilibrées et produisent quantité de métamorphoses. Lévi-Strauss nous indique que ce type de société semble ne plus être capable de transférer positivement dans la culture, les résidus métaboliques des métamorphoses accélérées qui la traversent. Ce type de société tend thermodynamiquement à la désintégration.

L'entropologie 2.0 de Lévi-Strauss viserait donc à identifier et à étudier ces phénomènes de désintégration à l'aune de la dialectique Ressource/déchet, prise au sens large.

L'Amérique de Smithsonian, l'Amérique d'après-guerre, est une société brûlante. Dans les années 60, tout explose précisément : l'industrie spatiale, pétrochimique, automobile, nucléaire ; les télécommunications et l'informatique sont encore balbutiantes mais elles préparent déjà la grande accélération des décennies suivantes. L'urbanisation des espaces produit de « nouveaux territoires », des zones périphériques en transition, des paysages scarifiés d'autoroutes bitumineuses à huit voies. L'entropie sociétale propulse dans le réel des scories dont Smithsonian se fait le témoin. Il capte et raffine esthétiquement ces excréments d'un nouveau genre, ces matériaux inédits, ces nouvelles formes, ces « nouveaux monuments » pour reprendre le titre de l'un de ses textes les plus fameux : des substances, des objets et des topos qui jusqu'alors n'avaient jamais été saisis par l'œil humain. Combien d'Homo Sapiens avaient déjà vu un tonneau de glue industrielle se déverser dans la boue avant les années 60 ? Aucun. Combien d'Homo Sapiens avaient eu la chance de contempler la structure démiurgique et rutilante d'une usine pétrochimique avant le 20^e siècle ? Aucun. Ces objets sont le fruit de la grande excitation du monde, de sa courbure hyperbolique, de sa mise en ébullition, de son entropie. Smithsonian se veut être le témoin à la fois de l'émergence de ces structures mais aussi et surtout de leur inévitable digestion par le système.

Image glue

Smithsonian est en ce sens un dynamicien de la Nature, ce qui le mettra en contradiction, d'une certaine manière, avec son époque, encore marquée par l'idée classique d'une Nature paysagère et décorative. Dans les années 60, il développe une certaine ambivalence vis-à-vis

du discours écologiste alors en expansion. En 1962 paraît aux États-Unis l'ouvrage de Rachel Carson *Silent Spring* [Printemps silencieux]. Le livre au succès fulgurant formulait une critique acerbe de l'industrie chimique, laquelle était désignée responsable de déversements océaniques de pesticides par l'agriculture industrielle. Des usages qui impactaient de manière catastrophique l'environnement dit naturel (le principal produit incriminé par Carson, le DDT, allait être interdit dix ans plus tard). Toujours est-il que la structuration par les communautés intellectuelles progressistes de ces préoccupations, combinée avec la révélation en 1969, du terrible « Agent Orange » durant la guerre au Vietnam, allaient achever de convaincre des centaines de milliers de jeunes américains, portés par les idéaux du mouvement « Peace and Love », de la nécessité absolue de « protéger » la nature.

Le premier anniversaire, le 22 avril 1970, du *Jour de la Terre* allait ainsi marquer symboliquement la naissance du mouvement Environnemental.

Smithson ne manquera pas d'exprimer une certaine méfiance vis-à-vis de ce mouvement. L'écologiste se situant pour lui à proximité de l'idéaliste. Il flirte ce faisant avec le concept esthétique du beau et se fait l'écho de la vision moderniste de la nature « victorienne et décorative », héritée de la pensée d'un Kant ou d'un Hegel, qui ne voit finalement dans celle-ci qu'un gigantesque jardin à contempler et à entretenir. Smithson se réclame d'une vision matérialiste et dynamique, liée aux hasards irréversibles des changements physiques, à sa dimension thermodynamique.

À la fin des années soixante, Smithson choisit clairement son camp. Il déverse des tonnes de glue industrielle dans la tourbe fraîche et immaculée d'une colline noire et coule des magmas d'asphalte bouillant dans les pentes sablonneuses de carrières abandonnées. Son dieu ne se nomme finalement pas Gaïa mais Entropia. Par cette succession d'expériences iconoclastes, Smithson, un brin provocateur, ne cherche finalement qu'à dire une chose : la nature n'est pas un décor figé, c'est une force en action productrice de métamorphose amoralisée et structurante, dont la direction nous apparaît comme bien mystérieuse.

Dans une discussion publiée par la revue *Domus* en novembre 1972, Smithson recadrerait amicalement l'architecte Gianni Pettena qui opérait sans le vouloir, au cours de la conversation, une distinction entre le paysage naturel et le paysage urbain, qu'il jugeait plus favorable à l'architecture car moins soumis aux tendances esthétisantes. Smithson lui répondait : « En fait New York est elle-même naturelle, comme le Grand Canyon. Il nous faut développer un sens de la Nature différent. Il nous faut développer une dialectique de la Nature qui inclut l'homme... La plupart des gens qui ne regardent pas avec une grande attention, ont tendance à voir le monde qu'à travers les cartes postales et les calendriers illustrés au point que cela affecte leur vision de la Nature à laquelle ils pensent comme elle doit être plutôt que comme elle est. ». Tout est dit...

Pour conclure mon intervention je dirais que l'œuvre de Smithson vise à anéantir dans un premier temps la vision anthropocentrée du réel. Elle tente dans un second mouvement de désaxer le regard vers des processus à la fois universels et irréversibles. Des phénomènes

profondément inscrits dans la nature même des lois de l'Évolution. Des lois qui condamnent *in fine* l'homme à la finitude **ou** à la métamorphose, car

et c'est ce je crois, d'Ovide à Prigordine, la grande leçon,

Pour continuer à être il faut nécessairement devenir un autre.

