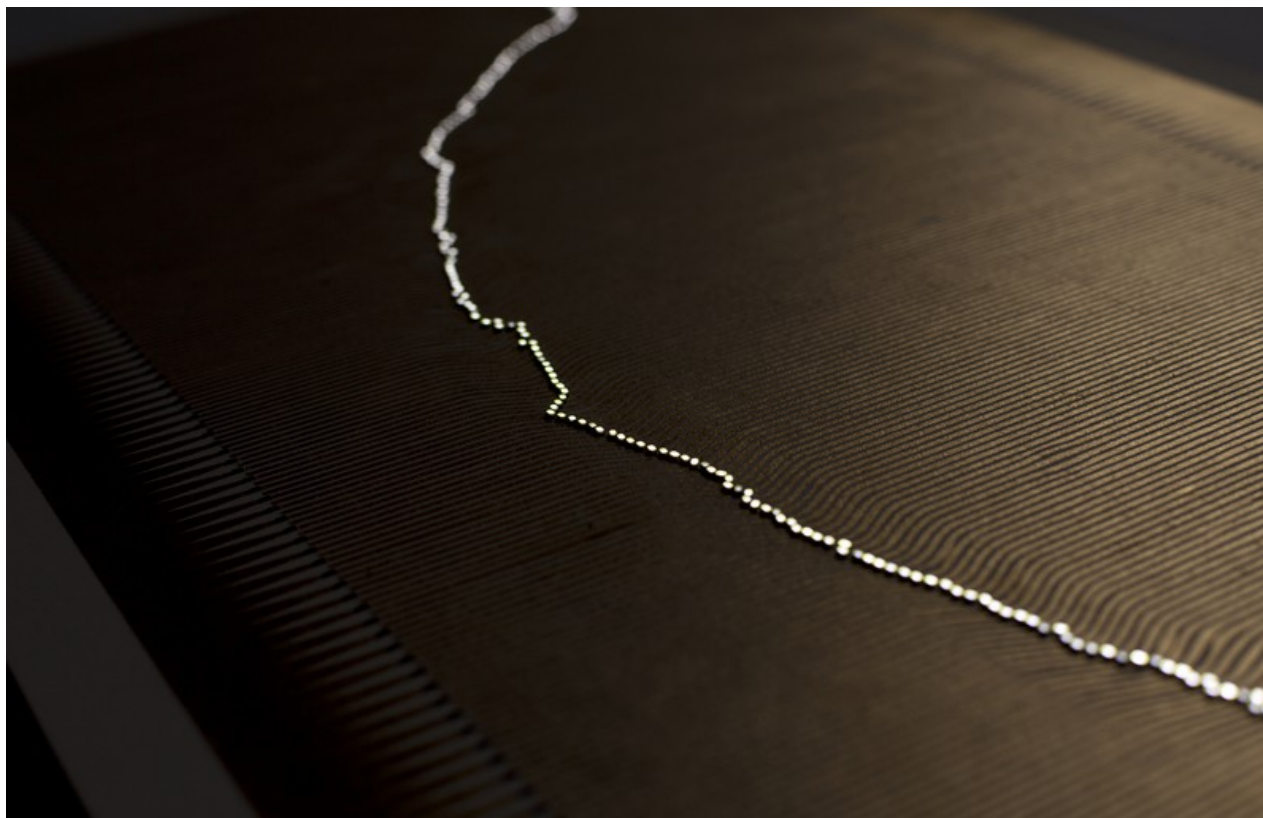


Dossier pédagogique

UN MONDE EN MOUVEMENT



Stéphane Perraud, *Lignes de Faille* (extrait), 2012

Les forces géologiques
Mouvements mécaniques p 2
Variations biologiques p 4

L'anthropocène
Tendances du système terrestre p 6
Tendances socio-économiques p 7

Petit lexique p 10
À découvrir... p 12

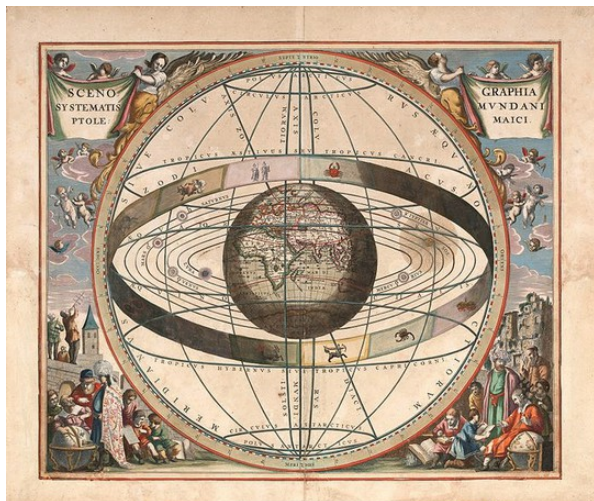
Les forces géologiques

Mouvements mécaniques

« Toutes ces choses, c'est la loi de l'ordre dans lequel elles se suivent les unes les autres, ainsi que l'harmonie du monde, qui nous les enseigne, pourvu seulement que nous regardions les choses elles-mêmes pour ainsi dire des deux yeux. » Nicolas Copernic

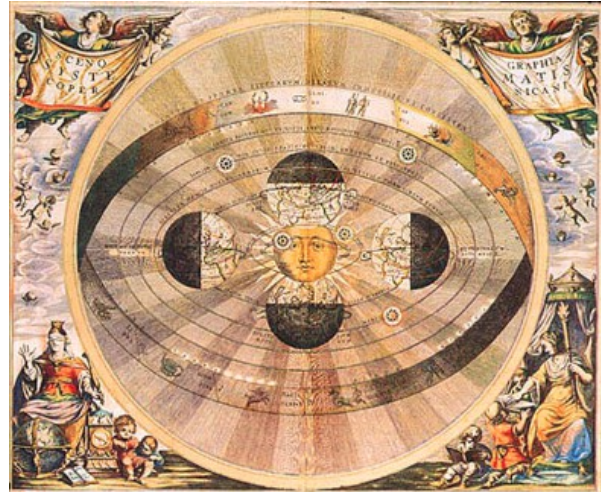
La rotation et la révolution

Les Grecs amorcent le début d'une réflexion sur le monde et sa physique en créant l'idée que les règles régissant sa forme sont impersonnelles. Aristote séparaient ainsi l'univers en deux mondes différents. Le monde sublunaire, c'est-à-dire le monde terrestre, changeant et constamment soumis à la corruption, à l'évolution et à l'altération, et le Cosmos, monde parfait des astres, immuable et soumis à des lois totalement différentes des lois terrestres. Le système de calcul basé sur une combinaison de mouvements circulaires proposé par Ptolémée en 140 après J.-C. s'appuie sur les grands principes de la vision aristotélicienne : la Terre est au centre de l'univers, et les différents astres sont sur des sphères concentriques tournantes, centrées sur la Terre.



Le système géocentrique de Ptolémée

Jusqu'en 1530, date à laquelle Copernic théorise que la Terre tourne autour de son axe en un jour et tourne autour du Soleil en un an, le système de Ptolémée est intensément utilisé et étudié. Il avance également que les planètes tournent autour du Soleil et que la Terre oscille comme une toupie lorsqu'elle tourne. Un peu plus tard, Galilée énonce qu'il est possible que la Terre tourne sur elle-même. Son principal argument est celui de la simplicité. « ... Qui voudrait croire que la nature (tous s'accordent à penser qu'elle ne met pas en œuvre beaucoup de moyens quand elle peut se contenter de peu) ait choisi de mouvoir à une vitesse inconcevable un nombre immense de très grands corps, pour produire un résultat auquel suffirait le mouvement modéré d'un seul corps tournant autour de son propre centre. »



Le système héliocentrique de Copernic

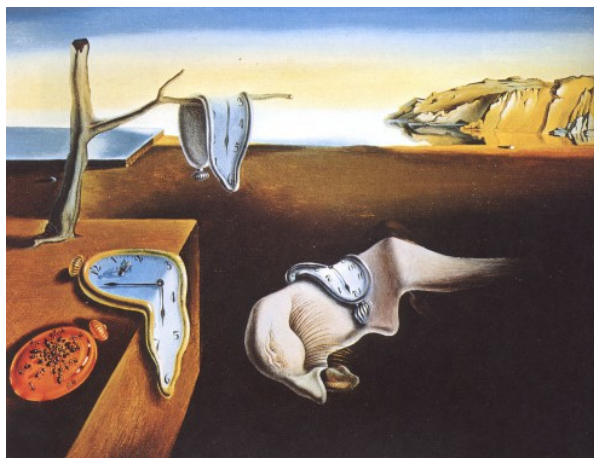
Le mouvement des corps

Ce modèle va être accepté par Isaac Newton et devenir le modèle héliocentrique classique de celui-ci. En 1687, il publie *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* qui inclut les lois connues aujourd'hui comme les trois lois du mouvement de Newton. « Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite dans lequel il se trouve, à moins que quelque force n'agisse sur lui, et ne le contraigne à changer d'état » définit le principe d'inertie. « Les changements qui arrivent dans le mouvement sont proportionnels à la force motrice ; et se font dans la ligne droite dans laquelle cette force a été imprimée », celui de la dynamique de translation. « L'action est toujours égale à la réaction ; c'est-à-dire que les actions de deux corps l'un sur l'autre sont toujours égales et dans des directions contraires », le principe des actions réciproques.



Éléments de la philosophie de Newton, mis à la portée de tout le monde (extrait), Émilie Du Châtelet - 1738

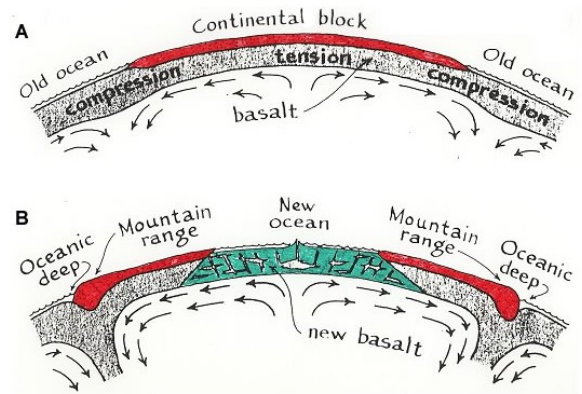
À ces lois générales du mouvement fondées en particulier sur le principe de relativité des mouvements, Newton a ajouté la loi de la gravitation universelle permettant d'interpréter aussi bien la chute des corps que le mouvement de la Lune autour de la Terre. Ces nouvelles lois constituent la première mécanique cohérente pouvant expliquer les phénomènes de la vie quotidienne. Au cours du XVII^e siècle, un certain nombre de difficultés, concernant notamment l'électromagnétisme, indiquent que les principes de Newton ne peuvent pas rendre compte en l'état de tous les problèmes mécaniques ou cinématiques. Enfin, en 1905, Albert Einstein démontre qu'aucune interaction ne se propage plus vite que la vitesse de la lumière dans le vide et remet donc définitivement en cause les interactions instantanées de Newton en développant la théorie de la relativité restreinte.



Persistencia de la memoria, Salvador Dalí - 1931

La tectonique des plaques

L'hypothèse de la dérive des continents fut présentée par Alfred Wegener en janvier 1912. Malgré les arguments regroupés et faute d'un mécanisme explicatif satisfaisant, il ne réussit pas à faire reconnaître son point de vue. Arthur Holmes poursuit cependant ces recherches. En 1945, il propose un complément essentiel à la théorie de Wegener : lors de la séparation d'un continent unique, du magma remonte du manteau (couche intermédiaire entre le noyau et la croûte terrestre) et forme, en se refroidissant, le fond des océans. Il propose ainsi un modèle prémoniteur au concept moderne de l'étalement des fonds océaniques et de la tectonique des plaques. Son apport se heurte cependant à une objection majeure : la création de nouvelle surface devrait entraîner une augmentation du volume de la Terre, or il n'en est rien.



Théorie de Holmes

La théorie de la tectonique des plaques permettra, vers les années 1968-1969, de résoudre cette contradiction en mettant en évidence l'existence des subductions, processus par lequel un morceau de la partie superficielle de la Terre s'incurve et plonge sous un autre morceau avant de s'enfoncer dans le manteau. La divergence (éloignement) de deux plaques tectoniques peut provoquer deux phénomènes, selon la nature des plaques concernées : l'apparition d'un rift qui s'accompagne parfois de volcanisme dû à des remontées de magma ou la naissance d'une dorsale océanique engendrant l'expansion des fonds océaniques par la libération et le refroidissement du magma. La convergence (rapprochement) des plaques tectoniques engendre séismes, volcanisme et formation de chaînes montagneuses, en fonction de la nature et de la taille des plaques qui entrent en contact. Enfin, le coulisage des plaques tectoniques (frottement de deux plaques tectoniques qui glissent parallèlement l'une contre l'autre) est responsable de séismes importants. Un séisme correspond à une rupture brutale en profondeur, provoquant des secousses ou ondes sismiques enregistrés à la surface de la Terre et se propageant en fonction des roches qu'elles traversent.



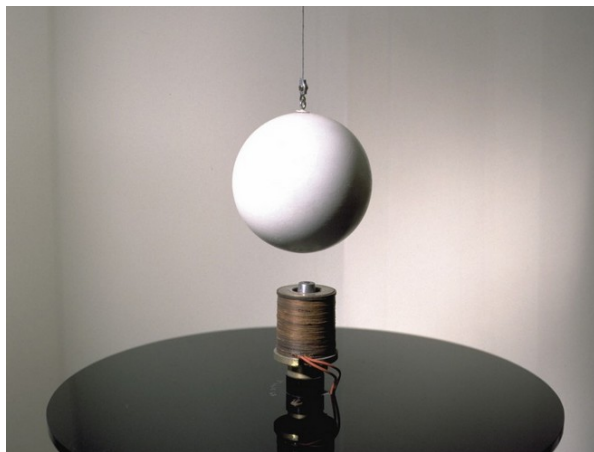
La Grande Vague de Kanagawa, Katsushika Hokusai - 1831

Variations biologiques

« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme. » Antoine Lavoisier

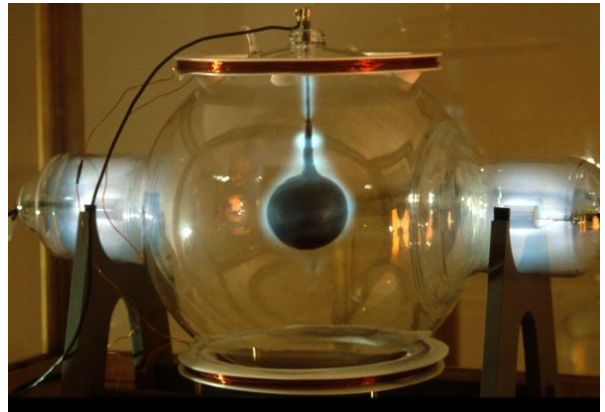
Le champ magnétique

Dans tout l'espace, autour et à l'intérieur de la Terre se trouve un champ magnétique. Ce champ magnétique est en premier lieu généré par l'effet de dynamo du aux mouvements de convection dans le noyau terrestre, composé à 90 % de fer liquide. Ces mouvements sont provoqués par le refroidissement progressif du noyau et de la graine solide située au centre de la Terre. Il en résulte un champ magnétique dipolaire, une boucle de courant inclinée d'environ 10° par rapport à l'axe de rotation de la Terre. Ceci explique que le pôle nord magnétique se trouve au Canada, relativement loin du pôle nord géographique défini par l'axe de rotation. Une petite partie du champ magnétique terrestre provient quant à elle des roches aimantées de la croûte terrestre.



Électromagnétique n° 6, Takis – 1967

L'analyse de l'aimantation des roches des fonds océaniques a permis de mettre en évidence les inversions des pôles, qui se produisent environ une fois tous les 1 million d'années. Quant à la lente dérive des pôles magnétiques, quelques dizaines de kilomètres par an, elle est de son côté générée par la variation du champ magnétique terrestre. La magnétosphère est une région de l'espace nommée ainsi en raison de l'action de ce champ magnétique. Elle a joué un rôle essentiel pour le développement de la vie sur Terre en déviant la plupart des particules de haute énergie du vent solaire et des rayons cosmiques. Toutefois, les éruptions solaires, en projetant un flux de matière ionisée au contact du champ magnétique terrestre, produisent des orages magnétiques, des perturbations ionosphériques et des aurores boréales.



Charged Heart (détail), Catherine Richards - 1997

Les réservoirs chimiques

La planète est ainsi structurée au premier ordre en enveloppes ou couches concentriques : le noyau, le manteau, la croûte (continentale ou océanique), l'océan et l'atmosphère. Ces enveloppes représentent ce que les géochimistes appellent communément des réservoirs chimiques. Sa structure actuelle résulte d'une différenciation chimique qui fonctionne depuis l'origine de la planète. Cette différenciation est gouverné au premier ordre par des contrastes de densité entre matériaux mais aussi par les affinités des éléments chimiques pour certains types de matériaux (roches silicatées, métal).



Roden Crater Model, James Turrell - 1985-1987

Vers - 4,5 milliards d'années, la Terre se forme : elle est constituée d'un océan de roches fondues car sa température est très élevée, il n'y a pas d'eau liquide et pas de dioxygène. Dans les premiers temps de son existence, elle connaît une intense activité volcanique. L'expulsion massive de gaz vers la surface se solde ensuite par la formation d'une atmosphère à très forte teneur en CO₂ (gaz

carbonique ou dioxyde de carbone). En moins d'un milliard d'années, elle se refroidit ce qui permet le passage de l'eau de l'état gazeux à l'état liquide et entraîne la naissance des océans : les conditions sont alors favorables à une vie sans dioxygène. La vie se manifeste alors sous la forme de bactéries. Elles se définissent comme des organismes composés d'une seule cellule, qui se reproduisent par division. Immuables, elles peuvent toutefois muter par accident. Leur activité produit du dioxygène dans l'eau permettant à des organismes de respirer. L'atmosphère terrestre s'enrichit dès lors en dioxygène, l'ozone fait son apparition et permet l'apparition de la vie sur Terre. L'ère primaire qui suit marque l'apparition de la vie évoluée, organismes multi-cellulaires.



TriloTemporalis, Jud Turner – 2009

Les variations climatiques

Dans les mécanismes qui contrôlent le climat, aux très grandes échelles du milliard d'année, la place de notre planète, son atmosphère et l'activité solaire sont prépondérants. Pour les périodes de l'ordre de la dizaine à la centaine de millions d'années, le cadre géodynamique constitue le contrôle majeur. Il donne un niveau ou un cadre global plutôt chaud, froid, humide... lié à la forme, à la position et à la fragmentation des continents et de leur corolaire océanique. Ce cadre, s'il évolue au rythme de la migration des continents, impose un type de climat global pendant une période donnée.



Your atmospheric colour atlas, Olafur Eliasson – 2009

Les phénomènes géologiques ont ainsi influencé l'évolution de la vie, entraînant des changements climatiques et provoquant des crises biologiques caractérisées par des extinctions en masse. Ces grandes crises biologiques et les événements géologiques associés sont utilisés pour subdiviser les temps géologiques en ères et périodes. Ainsi la disparition des ammonites et des dinosaures marque la limite Crétacé (Tertiaire). L'évolution s'est ainsi faite par à-coups. À des extinctions en masse, se sont succédées des périodes de diversification. Des groupes d'êtres vivants sont apparus, se sont diversifiés, se sont développés, ont régressé ou ont pu se maintenir jusqu'à l'époque actuelle.



Lake Clifton, Art Orienté Objet - 2011

L'anthropocène

Tendances du système terrestre

« Les espèces qui survivent ne sont pas les espèces les plus fortes, ni les plus intelligentes, mais celles qui s'adaptent le mieux aux changements. » Charles Darwin

La biodiversité

La biodiversité est partout, aussi bien sur terre que dans l'eau. Elle comprend tous les organismes, depuis les bactéries microscopiques jusqu'aux animaux et aux plantes plus complexes. Mais elle va également au-delà de la variété du vivant. Cette notion intègre également les interactions qui existent entre les différents organismes vivants, tout comme les interactions entre ces organismes et leurs milieux de vie. Avec ses travaux en suspension, Claire Morgan crée des situations naturellement bouleversantes où le statique n'est qu'apparence et la mise en abyme est permanente. *A Bird dropping* ne fournit pas de récit mais introduit un élément de mouvement ou d'énergie à travers une exploration des conditions du vivant.



A Bird dropping, 2007

À une diversité de conditions climatiques, physiques et chimiques, répond une grande diversité d'écosystèmes, naturels ou anthropisés. Forêt, montagne, champ cultivé, étang ou bout de bois mort se retrouvent imbriqués les uns dans les autres, avec des frontières difficiles à délimiter. Ils partagent matière et énergie au travers de processus écologiques et d'interactions diverses entre les espèces qui les composent. Les recherches de Tomás Saraceno se basent sur l'observation de ces systèmes environnementaux, biologiques et physiques. Les motifs qu'il découvre dans des phénomènes allant des macrostructures de l'univers aux microsystemes de la nature sont pour lui des voies alternatives d'organisation du monde, mais aussi une manière de proposer une perception poétique du vivant.



Écosystème, 2007

Le déséquilibre des sols

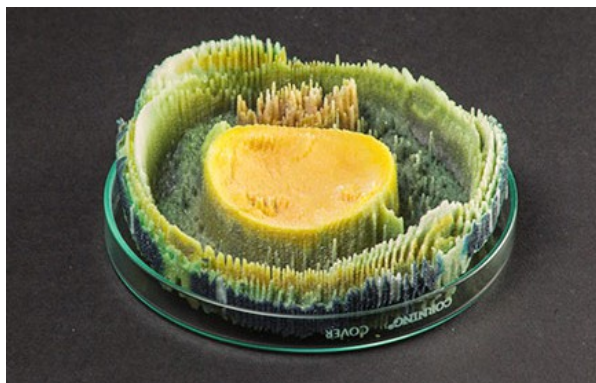
Toutefois, l'écosystème peut être en déséquilibre. Souvent lié à une origine anthropique, ce déséquilibre surgit d'un « excès » chronique de nutriments, généralement conjointement à une acidification du milieu. Provenant surtout des nitrates et phosphates agricoles et des eaux usées, l'azote et le phosphore ne correspondent ainsi plus aux niveaux de consommation naturelle de l'écosystème. Pour Claire Pentecost, la graine n'est plus l'unité de survie alors que l'organisme et l'environnement le sont devenus. Dans cette perspective, *Soil-erg* nous renvoie au sol comme lieu de survie et de détermination du potentiel du vivant.



Soil-erg, 2012

En période de déséquilibre, la végétation disparaît, les sols sont érodés, les dépôts lacustres ou marins sont alors constitués de matériaux détritiques grossiers. Des sédiments ferrugineux et bauxitiques apparaissent tandis que les dépôts calcaires et

organiques diminuent. *Remote Sensing* est une série de petits paysages cristallins qui évoluent dans des résines calcaires. Alors qu'ils semblent avoir grandi dans les boîtes de Pétri, ils ont en fait été entièrement conçus, développés et imprimés en 3D par l'artiste Suzanne Anker. Ces paysages siègent ici comme pour se préserver de la dégradation, de l'épuisement des nutriments et du carbone, de l'acidité, ou encore de la salinisation.



Remote Sensing (07) - 2013

Le réchauffement climatique

L'urbanisation est également une des causes de la disparition des sols fertiles dans le monde. Sans végétation ou revêtement, ces surfaces artificialisées peuvent alors provoquer un déstockage de carbone rapide et conséquent qui contribue au changement climatique. Les fluctuations du niveau de CO₂ dans l'atmosphère font partie du cycle du carbone, processus complexe par lequel le carbone se déplace entre l'atmosphère, les organismes biologiques, la croûte terrestre et les océans. Avec ses sachets de plastiques remplis d'eau, Bright Ugochukwu Eke crée de poétiques métaphores pour parler avec éloquence de problèmes environnementaux. *Clouds-Earth Twist* attire ainsi l'attention sur les limites artificielles qui causent la déconnexion des éléments naturels de leur cycle de vie et leur dépendance à l'élément universel qu'est l'eau.



Clouds-Earth Twist, 2013

L'augmentation du niveau de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote (gaz à effet de serre) d'origine anthropique dans l'atmosphère et la mémoire des matériaux sont également souvent sous-jacentes dans le travail de Latifa Echakhch. *L'Air du temps* est une œuvre en forme de balade qui débute par l'envers du décor, noirci, comme calciné, sous forme de nuages noirs, présentoirs d'objets usuels trempés dans l'encre noire et posés à même le sol. Des souvenirs qu'elle nomme « encrages ». Au visiteur de s'arrêter pour se pencher sur eux et s'interroger. Puis, arrivé au fond de la salle, se retourner et se trouver face aux nuages cléments, bleus blancs, doux et rassurants.



L'Air du temps, 2013

Tendances socio-économiques

« *La face entière de la Terre porte aujourd'hui l'empreinte de la puissance de l'Homme.* »
Georges-Louis Leclerc de Buffon

L'exploitation des ressources naturelles

Dans nos sociétés, l'énergie est essentielle pour répondre aux besoins quotidiens des individus, des industries, du transport... Cette énergie est tirée de l'exploitation des diverses ressources naturelles. Le *Nuage Vert* du duo d'artistes HeHe utilise les émissions de vapeur qui s'élèvent d'une centrale thermique, comme support d'illumination. Un laser projette sur le nuage de vapeur son contour

fluctuant, où sa forme et sa taille s'ajustent en temps réel en fonction des niveaux de consommation d'énergie des habitants du quartier. La cheminée et les émissions de vapeur deviennent ainsi, à la fois une sculpture environnementale et un outil de mesure à l'échelle d'une communauté. Mais il y a là une véritable ironie : tout en faisant appel à l'attention critique du spectateur, *Nuage Vert* esthétise un symbole de la pollution industrielle.



Nuage Vert, 2008

La surexploitation des ressources naturelles est l'un des facteurs qui influencent de manière non équivoque les processus des écosystèmes. L'analyse du cycle de vie des hydrocarbures par exemple montre que leur exploitation a un effet sur toute la planète : la lithosphère, l'hydrosphère et l'atmosphère sont touchées. Des problèmes de séismes induits sont également rencontrés comme dans l'industrie géothermique en raison de l'injection et du stockage d'eau dans des réservoirs souterrains. Dans la pratique artistique de Stéphane Perraud, la relative précarité de ces éléments affleure : leurs mutations successives révèlent les marques profondes que le temps laisse dans la mémoire. Dans la série *Lignes de Faille*, il dresse un portrait géologique sensible des grands séismes qui ont touché notre planète aux XXe et XXIe siècles. Ici, la carte géologique devient un trait de lumière, la trace de mouvements de ruptures tectoniques. *Friction* est une table vibrante actionnée par plusieurs moteurs qui font à la fois vibrer la table et la lumière. C'est un tremblement de terre et ses répliques dans un écrin.



Lignes de Faille - Friction, 2012

Les modes de consommation

Alors que le taux de population détermine les besoins humains en ressources naturelles, les modes de consommation des populations déterminent les vitesses d'exploitation des

ressources naturelles et la capacité de la Terre à fournir durablement des aliments, de l'eau, de l'énergie et d'autres ressources nécessaires aux habitants. Vivien Roubaud collecte dans des déchetteries ou sur les trottoirs des matériaux du commun qu'il définit comme des « objets qui nous font vivre ». Ainsi, *Calcaire, eau, cuivre, pompe, deux-cent-vingt volts* réunit de manière artificielle toutes les conditions naturelles propices à l'expansion d'une stalactite. Événement naturel encapsulé, la stalactite prélevée dans des bâtiments anciens est sous perfusion, assistée par une machine composée d'une pompe et de tuyaux de cuivre récupérés qui perpétuent la fuite.



Calcaire, eau, cuivre, pompe, deux-cent-vingt volts, 2013

La combinaison de l'obsolescence programmée, d'habitudes de consommations non renouvelables, particulièrement dans les pays à hauts revenus, et du nombre d'individus sur la planète modifie ainsi directement la capacité de la Terre à défendre sa biodiversité naturelle. D'autant qu'aujourd'hui, la capacité de production des aliments diminue inversement à la croissance de la population mondiale. L'industrie alimentaire explore dès lors de nouvelles possibilités dans les domaines de la biologie synthétique et de la biotechnologie. En 2012, Maja Smrekar présente un ready made hybride : *Hu.MCC - Human Molecular Colonization Capacity*. Ce paquet de yaourts très design est en fait le produit d'un gène synthétique constitué à partir de l'ADN d'un micro-organisme unicellulaire de levure, de CO₂ et d'éthanol. Elle met ainsi en question le développement industrialiste, capitaliste et consumériste qui s'est désormais imposé à toute la planète.



Hu.M.C.C., 2012

La gestion des espaces vitaux

Ainsi, contrairement aux autres classifications des temps géologiques, l'anthropocène est un sujet fondamentalement politique qui pose la question de la responsabilité de l'Homme dans le destin de sa planète. À travers *Antartica*, Lucy et Jorge Orta abordent les questions relatives à l'environnement, la politique, l'autonomie, l'habitat, la mobilité et les relations entre les peuples. Région aux conditions climatiques les plus hostiles de la planète, l'Antarctique est l'endroit le plus froid trouvé sur Terre, avec des températures aussi basses que - 80 ° C. Son désert de glace est le plus grand au monde. Aucune habitation humaine permanente n'y existe et il n'y a pas de population indigène. Seule région sur Terre non réclamée par un pays quelconque et politiquement neutre, il est également une magnifique réserve naturelle dont les glaciers contiennent 80 % de l'eau douce de la planète.



Antartica, 2007

Aujourd'hui, l'Homme est bel et bien considéré comme la principale force gouvernant l'état, le fonctionnement et l'évolution de la planète car, même si les habitats sont transformés de manière naturelle par les sécheresses, les maladies, les incendies, les ouragans, les glissements de terrain, les éruptions volcaniques, les tremblements de terre, les légères variations dans les températures saisonnières ou les précipitations, ces transformations sont généralement induites par les activités humaines. *United Land* de François Ronsiaux est un projet global photographique et plastique qui explore les notions de territorialité et les psychoses de l'homme face à la potentielle disparition de ses espaces vitaux. *United Land* est un instant T où l'activité et le mouvement sont stoppés et l'œuvre humaine devient sujet à réflexion à travers des paysages utopiques sous-marins définitivement figés de toute influence exceptée celle de l'érosion marine. Symbole de la perte de contrôle de l'homme sur son environnement, l'eau devient vecteur régulateur en prenant la totalité de l'environnement humain ; suite à une hypothétique fonte des glaces. À travers cette immersion, la notion d'appartenance territoriale humaine et politique perd son sens et devient une notion abstraite.



United Land, 2012-2015

Petit lexique

Tectonique

La tectonique est l'étude des structures géologiques d'échelle kilométrique et plus, telles les chaînes de montagnes ou les bassins sédimentaires, ainsi que l'étude des mécanismes qui en sont responsables.

Cinématique

En physique, la cinématique est l'étude des mouvements indépendamment des causes qui les produisent, ou, plus exactement, c'est l'étude de tous les mouvements possibles. Au côté de la notion d'espace qui fut l'objet de la géométrie, la cinématique introduit la notion du temps.



Cinématique, Adrien Mondot – 2010

Géodynamique

La géodynamique étudie, décrit et explique l'évolution du système terrestre ; à partir d'observations de terrain synthétisées par des modèles types de comportements. Elle est interne pour ce qui se passe en profondeur et externe pour ce qui se passe en surface. Les phénomènes internes sont ceux qui produisent les reliefs, les phénomènes externes ceux qui les détruisent.

Géothermique

La géothermie désigne à la fois la science qui étudie les phénomènes thermiques internes du globe terrestre et la technologie qui vise à l'exploiter. Par extension, la géothermie désigne aussi parfois l'énergie géothermique issue de l'énergie de la Terre qui est convertie en chaleur.

Convection

La convection désigne l'ensemble des mouvements internes (verticaux ou horizontaux) qui animent un fluide et qui impliquent le transport des propriétés des parcelles de ce fluide au cours de son déplacement. Dans son sens général, la convection constitue l'un des trois modes d'échange de chaleur entre deux systèmes donnés (physiques, chimiques ou biologiques).



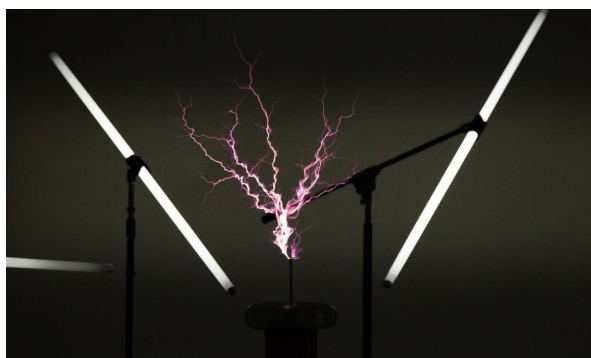
Aurelia 1+Hz, Robertina Šebjanič - 2014

Magnétique

Le magnétisme représente un ensemble de phénomènes physiques dans lesquels les objets exercent des forces attractives ou répulsives sur d'autres matériaux. L'état magnétique d'un matériau dépend de sa température de sorte qu'un matériau peut présenter différents formes de magnétisme selon sa température.

Électromagnétique

L'électromagnétisme est la branche de la physique qui étudie les interactions entre particules chargées, qu'elles soient au repos ou en mouvement. L'interaction électromagnétique est l'une des quatre interactions fondamentales qui permet de comprendre l'existence et la stabilité des édifices chimiques tels que les atomes ou les molécules.



#TeslaCoil, Frédéric Deslias – 2013

Dipolaire

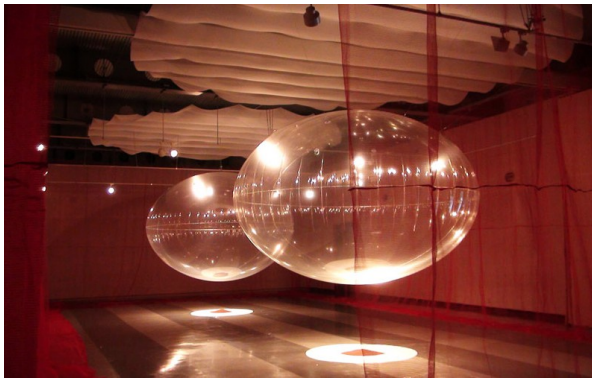
Un dipôle électrostatique se définit par une répartition hétéroclite de charges électriques. Le dipôle le plus simple est donc un couple de deux charges de signe opposé, distantes d'une longueur quelconque. Cette notion est principalement utilisée en électromagnétisme.

Ionosphère

L'ionosphère est l'atmosphère supérieure d'une planète, appelée ainsi en référence à son état de conductibilité électrique. Cet état est caractérisé par une action qui consiste à enlever ou ajouter des charges à un atome ou une molécule. Il s'agit alors d'une ionisation partielle des gaz.

Oxygène

L'oxygène est un élément chimique non-métal qui forme très facilement des composés, notamment des oxydes, avec pratiquement tous les autres éléments chimiques. C'est, en masse, le troisième élément le plus abondant de l'Univers après l'hydrogène et l'hélium. Il constitue 86 % de la masse des océans sous la forme d'eau, 46,4 % de la masse de l'écorce terrestre, 23,1 % de la masse de l'air, 62,5 % de la masse du corps humain et jusqu'à 88 % de la masse de certains animaux marins.



Molecule of Oxygen, Shigeko Hirakawa – 2011

Dioxygène

Le dioxygène est une substance dont la molécule est composée de deux atomes d'oxygène. Il compose 20,95 % en volume et 23,2 % en masse de l'atmosphère terrestre et est un gaz indispensable à de nombreuses formes de vie. Il n'est en revanche pas indispensable au fonctionnement de certaines bactéries.

Ozone

L'ozone est une substance dont la molécule est formée de trois atomes d'oxygène. C'est une variété de l'oxygène bien moins stable que le dioxygène. Son instabilité se manifeste à l'état condensé par une tendance à l'explosion lorsque sa concentration est forte. Sa décomposition en dioxygène dépend de la température, de l'humidité de l'air, de la présence de catalyseurs ou du contact avec une surface solide.

Hydrogène

L'hydrogène est le principal constituant du Soleil et de la plupart des étoiles. C'est l'élément le plus abondant de l'Univers avec 75 % en masse et 92 % en nombre d'atomes. Sur Terre, la source la plus commune d'hydrogène est l'eau, dont la molécule est constituée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. Il est surtout le principal

constituant (en nombre d'atomes) de toute matière vivante, associé au carbone dans tous les composés organiques.

Carbone

Le carbone est un élément chimique présent sur Terre depuis la formation de celle-ci. Il existe sous forme pure (graphite, diamant) et sous forme de sédiments (charbon, pétrole).



Globus, Marie Reinert – 2014

Hydrocarbure

Un hydrocarbure est un composé organique constitué exclusivement d'atome de carbone et d'hydrogène. Sous forme de carbone fossile, les différents hydrocarbures constituent une ressource énergétique essentielle pour l'économie depuis la révolution industrielle mais ils ne sont pas renouvelables à l'échelle chronologique humaine.

Anthropie

L'anthropie s'intéresse à l'homme et son action. Le principe anthropique est un principe selon lequel, puisque des êtres sapiens tel que l'humain existent, l'Univers est nécessairement compatible avec leur existence. L'étude détaillée des conséquences de cette affirmation a de profondes conséquences en physique et en cosmologie, où il apparaît que les lois de la physique sont sujettes à un nombre étonnamment important d'ajustements fins sans lesquels l'émergence de structures biologiques complexes n'aurait jamais pu se produire dans l'Univers. Vers le début du XXe siècle, l'adjectif anthropique est utilisé pour désigner ce qui est dû à l'action de l'homme.

Obsolescence programmée

L'obsolescence est le fait pour un produit d'être dépassé, et donc de perdre une partie de sa valeur en raison de la seule évolution technique, même s'il est en parfait état de fonctionnement. L'obsolescence programmée (parfois aussi appelée « désuétude planifiée ») est le nom donné par abus de langage à l'ensemble des techniques visant à réduire la durée de vie ou d'utilisation d'un produit afin d'en augmenter le taux de remplacement.

À découvrir...

Sur les artistes cités

Katsushika Hokusai

<http://www.katsushikahokusai.org/>

Catherine Richards

<http://www.catherinerichards.ca/>

James Turrell

<http://jamesturrell.com/>

Jud Turner

<http://judturner.com/>

Olafur Eliasson

<http://www.olafureliasson.net/>

Art Orienté Objet

<http://aoo.free.fr/>

Claire Morgan

<http://www.claire-morgan.co.uk/>

Tomás Saraceno

<http://tomassaraceno.com/>

Claire Pentecost

<http://www.publicamateur.org/>

Suzanne Anker

<http://www.suzanneanker.com/>

Bright Ugochukwu Eke

<http://u-bright.blogspot.fr/>

Latifa Echakhch

<http://www.kamelmennour.com/fr/artistes/43/latifa-echakhch.oeuvres-et-projets.html>

HeHe

<http://hehe.org.free.fr/>

Stefane Perraud

<http://stefane-perraud.fr/>

Vivien Roubaud

<http://thankyouforcoming.net/vivien-roubaud/>

Maja Smrekar

<http://majasmrekar.org/>

Lucy et Jorge Orta

<http://www.studio-orta.com/fr>

François Ronsiaux

<http://www.francoisronsiaux.com/>

Adrien Mondot

<http://www.am-cb.net/>

Robertina Šebjanič

<http://robertina.net/>

Maja Smrekar

<http://majasmrekar.org/>

Frédéric Deslias

<http://www.leclairobscur.net/>

Shigeko Hirakawa

<http://www.shigeko-hirakawa.com>

Marie Reinert

<http://www.mariereinert.com/>

Sur les mouvements mécaniques de la Terre

Les mouvements de la Terre

http://media4.obspm.fr/public/AMC/pages_mesure-temps/mctc-mouvements-terre.html

Les modèles du mouvement de la Terre de l'antiquité à nos jours

http://visite.artsetmetiers.free.fr/pendule_historique.html

La mécanique céleste et la gravitation universelle

<http://www.imcce.fr/promenade/pages3/314.html>

Les lois de Newton

<http://bv.alloprof.qc.ca/physique/la-dynamique/les-lois-de-newton.aspx>

La relativité restreinte

<http://www.astronomes.com/la-fin-des-etoiles-massives/relativite-restreinte/>

Sur l'anthropocène

L'Anthropocène

<http://www.institutmomentum.org/category/les-themes/anthropocene/>

Cartographie de l'Anthropocène

<http://globaia.org/fr/portfolio/cartographie-de-lanthropocene/>

L'Anthropocène et la destruction de l'image du Globe

<http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/135-ANTHROPOCENE-HACHE.pdf>

Quelques pistes pédagogiques

Tectonique des plaques

<http://musee-sismologie.unistra.fr/fileadmin/upload/Sismologie/PedagogieSismologie/Ateliers/Tectonique.pdf>

Fabriquer un volcan avec une vraie éruption

<http://sciencejunior.fr/experiences/fabriquer-un-volcan-avec-une-vraie-eruption>

Construction moléculaire

<http://www.labosim.net/construction-moleculaire>

Windowfarms

<http://www.ohlovelyplace.com/2014/05/les-windowfarms-ces-potagers-dappartements.html>

<http://www.terraeco.net/Defi-3-La-ferme-a-la-fenetre,55000.html>

Sources : *La Mécanique. Exposé historique et critique de son développement*, Ernst Mach – Gabay, 1987 / *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, Isaac Newton – Dunod, 2011 / *La relativité restreinte*, Loïc Villain – De Boeck, 2015 / *Les traces du vivant*, Muriel Gargaud – PU Bordeaux, 2003 / *De l'univers clos au monde infini*, Collectif – Dehors, 2014 / *Face à Gaïa. Huit conférences sur le nouveau régime climatique*, Bruno Latour - La Découverte, 2015 / Wikipédia