

Sebastian Vincent Grevsmühl

LA TERRE VUE D'EN HAUT

L'invention de l'environnement global

Éditions du Seuil
25, bd Romain-Rolland, Paris XIV^e

Ce livre a été publié avec le concours du
Centre national de la recherche scientifique (CNRS)-Laboratoire UMR8560
Centre Alexandre Koyré

ISBN 978-2-02-111129-3

© Éditions du Seuil, septembre 2014

Le Code de la propriété intellectuelle interdit les copies ou reproductions destinées à une utilisation collective. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite par quelque procédé que ce soit, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants cause, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

www.seuil.com

INTRODUCTION

Des images d'*Apollo* aux mappemondes figurant le changement climatique ou aux photographies de *La Terre vue du ciel* d'Arthus-Bertrand, la Terre est devenue à la fois objet de surveillance et de savoir global, de contemplation esthétique tout autant qu'icône pop écolo. Les vues d'en haut sont indéniablement d'une actualité pressante et elles ont bénéficié, pendant ces deux dernières décennies, d'un important regain d'intérêt.

Dans le sillage de l'étonnant « phénomène éditorial¹ » des vues aériennes d'Arthus-Bertrand, de nombreuses manifestations culturelles ont pris la photographie aérienne et spatiale comme objet d'une réévaluation historique, c'est le cas tout récemment des expositions « Vues d'en haut » au Centre Pompidou-Metz et « The Whole Earth » (« La Terre entière ») à la Haus der Kulturen der Welt à Berlin. Parmi les plus fines analyses, ce sont surtout les changements culturels, politiques et sociaux que les vues aériennes et spatiales ont accompagnés ou suscités qui semblent ouvrir les pistes de réflexion les plus

enrichissantes². En particulier, l'histoire de la vue d'en haut et sa relation à l'art, l'architecture, l'urbanisme, la géographie et l'environnement sont des terrains d'interrogation tout à fait fascinants.

Ce livre s'appuie sur cette actualité et se propose de prendre les vues globales et globalisantes de notre culture visuelle contemporaine comme point de départ d'une étude de la tension qui leur est inhérente. Dès sa naissance, dès le mariage fructueux entre photographie et vol humain au milieu du XIX^e siècle, le regard d'en haut sur la Terre a provoqué un sentiment d'émerveillement, sentiment qui fut cependant tout de suite accompagné par des espoirs de contrôle et de maîtrise spatiale. Cette tension entre contemplation esthétique et sentiment de toute-puissance, entre savoirs environnementaux et savoirs militaires, entre pensée écologiste et rêves géo-technocratiques est au cœur des débats sur les vues d'en haut et sur les transformations qu'elles induisent tout au long des XIX^e et XX^e siècles.

Comprendre les origines et l'évolution historique de cette tension est essentiel car elle structure de manière fondamentale nos rapports à la nature, notre façon de la comprendre et d'agir en son sein. Si on essaie notamment de comprendre comment les approches managériales de l'environnement ont évolué, il est plus qu'utile de revenir à la naissance de la photographie aérienne. Ainsi, nous invitons le lecteur à embarquer pour un voyage aérien qui nous mène progressivement vers des hauteurs de plus en plus vertigineuses, où le monde, dénué

d'horizon, perd ses reliefs et s'aplatit pour devenir une surface plane : le planisphère. Le planisphère, qui est le résultat direct du renversement de la perspective, deviendra par la suite, en s'inscrivant directement dans la tradition de la cartographie, la matrice culturelle d'un nouveau géopouvoir d'un ordonnancement rationnel du monde fini.

Ce renversement de perspective ne laissera pas indifférents d'autres domaines. Ainsi, c'est seulement en explorant l'ensemble des productions culturelles, de l'architecture et de l'urbanisme jusqu'à la littérature et aux arts, et en diversifiant les angles d'approche, incluant aussi bien la géographie que l'écologie, que l'on peut saisir la véritable portée historique de l'impact décisif de cette nouvelle vision du monde. Il s'agit, autrement dit, de proposer une histoire culturelle et visuelle de ce regard vertical, fait d'un large éventail de pratiques scientifiques et culturelles ainsi que d'imaginaires collectifs. Ceux-ci permettent de saisir toute la portée historique de la succession des régimes d'exploration (de la « fin » de la géographie terrestre à l'exploration de l'atmosphère et de l'Espace), de l'extension de plus en plus sûre et efficace des géographies habitables (grâce aux infrastructures de survie), ainsi que des dynamiques de clôture et d'ouverture d'espaces comme effet et résultat de ces transformations.

Outre l'histoire géo-politico-technologique de la guerre froide et celle, politique, de l'émergence de l'environnementalisme, nous mobilisons aussi la géographie, l'histoire culturelle de l'architecture, de la télédétection et l'analyse des

métaphorisations et images scientifiques, afin de proposer un récit plus complexe, plus culturel et plus matériel de la naissance de la conscience environnementale globale. En effet, un triple accent sur le pouvoir des images pour créer des imaginaires globaux et de nouvelles sensibilités, sur le potentiel qu'ont les métaphores pour véhiculer des idéologies et des convictions politiques entre contextes différents, enfin sur le rôle complexe de l'instrumentation dans l'élaboration de nos savoirs et de nos sensibilités, constitue le point fort, le fil directeur et l'originalité de ce livre. C'est grâce au prisme de ces trois entrées que nous pourrons retracer dans toute son épaisseur historique l'émergence d'une sensibilité nouvelle pour « l'environnement global » et la Terre entière comme objet scientifique, du XIX^e siècle jusqu'à la fin du XX^e siècle.

À l'heure des dérèglements écologiques et de la montée en puissance de géo-ingénieurs autoproclamés, il est urgent de comprendre ces cheminements historiques pour pouvoir indiquer, enfin, de nouvelles pistes de réflexion pour des vues alternatives sur notre futur commun.

2.

DES UTOPIES ARCHITECTURALES AUX INFRASTRUCTURES DE SURVIE

« On ne peut pas améliorer le monde en y parlant simplement. La philosophie, pour être efficace, doit être appliquée mécaniquement. [...] La mentalité doit être équilibrée avec la mécanique. »

Richard Buckminster Fuller, *4D Time Lock*⁵⁸

Les régions polaires ainsi que celles de l'Espace furent des lieux de prédilection non seulement pour les militaires et les scientifiques, mais aussi pour les futurologues et les promoteurs de l'exploration spatiale. Si l'on veut comprendre les grammaires historiques de la montée actuelle du discours de la maîtrise technologique de l'environnement global, il faut revenir à l'histoire de la pensée architecturale, notamment à celle de la guerre froide et de ses infrastructures de survie. En effet, la quête d'un « contrôle environnemental total » est un résultat important de l'affrontement Est-Ouest, stimulée non

seulement par les menaces de surpopulation et de retombées radioactives, mais aussi par les utopies des astrofuturistes qui soutenaient qu'une vie « ailleurs » serait un jour possible. L'histoire de l'architecture et de l'urbanisme révèle, peut-être comme aucun autre domaine, la forte dominance, durant les années 1950-1960, du modèle moderniste selon lequel l'intervention scientifique, en adoptant une perspective supérieure, peut améliorer tous les aspects de la vie humaine.

L'astrofuturisme : colonies spatiales et laboratoires sociaux

Pendant les années 1950 et 1960, on voit des deux côtés du Rideau de fer des propositions de villes « sous cloche » apparaître dans des contextes très divers, allant du domaine de la science-fiction et de l'astrofuturisme jusqu'aux outils de propagande scientifique, mais aussi des applications plus concrètes, comme des villes minières en régions polaires. L'administration d'Eisenhower, par exemple, y fait appel dans une bande dessinée intitulée *La Révolution atomique* (financée par le constructeur d'engins militaires General Dynamics) pour promouvoir les bienfaits de l'énergie nucléaire. Cette initiative s'inscrit dans le programme de propagande *Atoms for Peace* lancé quatre ans auparavant et qui non seulement consista à camoufler l'énorme multiplication du stock d'armes nucléaires, mais fut aussi introduit pour inciter une industrie domestique, encore hésitante, à investir dans des programmes nucléaires

civils⁵⁹. D'après les auteurs de la bande dessinée ci-dessous, l'énergie nucléaire y promet rien de moins que le « contrôle total de l'environnement⁶⁰ ». On y présente l'Antarctique comme site d'hébergement possible d'une ville minière du futur, entièrement nucléarisée et hermétiquement enclose sous un « dôme en plastique » doté d'un système propre d'entretien de la vie garantissant un « milieu sans bactéries avec de l'air conditionné » (figure 2).



Figure 2 – Extrait de la bande dessinée *The Atomic Revolution*, 1957, montrant une ville minière « sous cloche » en Antarctique.

(© Coll. part.)

L'utopie de cette ville minière est conçue exactement, et ce n'est clairement pas un hasard, sous la forme d'un « habitat spatial », une véritable endosphère, un système écologiquement isolé de l'environnement qui l'entoure⁶¹. Il suffirait d'échanger

les vêtements de ces deux braves explorateurs contre des scaphandres spatiaux pour rendre parfaite l'illusion d'une colonie spatiale. Peu surprenant alors que cette même utopie soit imaginée de façon très similaire à de nombreuses reprises par le dessinateur américain Chesley Bonestell et l'illustrateur britannique Ralph Andrew Smith dans ces années d'apogée de l'astrofuturisme et qu'on la retrouve aussi dans des romans de science-fiction comme par exemple *City at World's End* (1951) d'Edmond Hamilton⁶².

Grâce à l'adoption et au perfectionnement de nombreuses technologies issues de la Seconde Guerre mondiale, on pouvait en effet à l'époque déjà « s'imaginer sur une autre planète morte⁶³ », par exemple sur la Lune ou sur Mars. Le système d'entretien de la vie, cet habitat écologiquement fermé, est conceptualisé durant les années 1950 et 1960 sous forme d'un dôme qui représente l'une des formes préférées du design et de l'architecture américaine de cette période et dont le gigantesque pavillon des États-Unis, érigé en 1967 pour l'Exposition universelle à Montréal et qui abrite aujourd'hui le musée de l'Environnement, la « Biosphère », est probablement l'un des exemples les plus iconiques. C'est alors au sein du courant des astrofuturistes américains que nous trouvons l'une des origines principales de ces utopies de villes « sous cloche », érigées dans des environnements « extrêmes ». En particulier, l'iconographie utopique des livres populaires d'Arthur C. Clarke, réalisée par le dessinateur Leslie Carr, fournit de beaux exemples, comme *The Exploration of Space* de 1951

(*figure A*), qui a d'ailleurs servi à convaincre John F. Kennedy de la faisabilité d'un alunissage⁶⁴.

À l'instar des bases scientifiques en Antarctique, les colonies spatiales représentent de véritables « laboratoires sociaux » qui permettent de tester divers régimes de gouvernance et d'organisation sociale de communautés de tailles différentes et de compositions variées, sous des conditions expérimentales plus ou moins stables. Depuis la première génération des astrofuturistes, dont Arthur C. Clarke faisait partie, jusqu'aux promesses colonisatrices des années 1970, annoncées par d'ardents avocats tels que l'ancien astronaute et physicien américain Gerard K. O'Neill, la colonisation spatiale a toujours figuré comme une force libératrice des contraintes et des limites écologiques imposées par notre planète. Les colonies spatiales apparaissent en ce sens comme des colonies idéales, car elles réunissent tous les avantages de la vie historique sur Terre sans être limitées par ses contraintes et désavantages. O'Neill y voyait par exemple une chance unique non seulement de « nettoyer » la Terre de la présence humaine (vu la pénurie de ressources naturelles), mais surtout de mettre en œuvre une expérience sociale d'auto-organisation de la société : « [L']ouverture de nouvelles possibilités sociales [doit] être déterminée par les habitants à l'aide d'une méthodologie technique fondamentalement nouvelle⁶⁵. »

Les plans colonisateurs pour lesquels O'Neill militait devant le Congrès américain étaient en ce sens une réponse radicale au Club de Rome et à ses craintes d'une surpopulation

et d'une réduction des ressources naturelles. Son projet de colonisation spatiale, largement soutenu par le fondateur du *Whole Earth Catalog*, Stewart Brand, était clairement d'un tout autre ordre que tout ce qui avait été fait auparavant. Non seulement O'Neill pouvait s'appuyer sur des partisans influents, mais on l'invitait aussi à témoigner devant le Congrès étatsunien, ce qui marque une différence nette entre littérature utopique et études scientifiques. Ainsi, avec O'Neill, on assiste à une transition importante du domaine de la littérature vers une nouvelle forme de scientificité. Cet épisode montre surtout qu'aux États-Unis, dans les années 1970, on accorde encore une certaine légitimité au discours de colonisation spatiale qui n'a pas existé auparavant. Cependant, c'était aussi la dernière fois qu'une colonisation spatiale à grande échelle semblait réalisable, car le seul résultat concret que l'on pourrait attribuer à la pression politique de Gerard O'Neill est la mise en place du projet « Biosphere II » qui fut construit dans la tradition russe de « Bios-1 à -3⁶⁶ » pour tester les méthodes et le laps de temps pendant lequel on peut assurer la survie dans un espace hermétiquement fermé⁶⁷.

Une des raisons majeures de l'échec des plans colonisateurs résida certainement dans le fait que les astrofuturistes ignoraient l'ironie pressante inhérente à ce genre de projet utopique d'auto-organisation sociale. En effet, toute colonisation spatiale nécessiterait une mobilisation technologique, étatique et financière considérable. Pour toucher les bénéfices éventuels de cette nouvelle frontière, en termes de croissance en prospérité

et liberté – dessein que l'on ne peut jamais soumettre au hasard pour des raisons simples de survie –, il aurait fallu passer forcément par un contrôle étatique sensiblement élevé⁶⁸. La vision de Gerard O'Neill, que nous pouvons donc qualifier au mieux de naïve, fut soumise par la suite à des critiques lucides et sévères, en particulier par l'écologue Wendell Berry. Celui-ci écrivit dans une lettre au soutien financier de Gerard O'Neill, Stewart Brand, qu'au cœur de toutes ces fantaisies de mondes artificiels, on trouvait toujours une « impulsion fondamentalement totalitaire⁶⁹ ». Autrement dit, le luxe de l'auto-organisation sociale imaginée par O'Neill reposait sur une technocratie destinée à provoquer, tôt ou tard, la mise en place de structures totalitaires. La réponse de Berry est en même temps paradigmatique pour un grand nombre de critiques de cette époque, dévoilant les tensions importantes au sein du mouvement environnementaliste entre ceux qui célébraient paradoxalement l'exploration spatiale et la conquête de la nature au nom de l'environnementalisme et ceux qui y voyaient des contradictions insurmontables. Les historiens de l'environnement ont bien montré à quel point les avocats de l'exploration spatiale, que ce soit les frères Odum, Stewart Brand, Gerard O'Neill ou même l'explorateur Jacques-Yves Cousteau, embrassaient pleinement une vision « éco-technocratique », un modèle « *top-down* », c'est-à-dire une vision « déterrestree » dans la tradition des photographies spatiales qui ne pouvait pas intégrer de manière satisfaisante les besoins locaux et individuels⁷⁰.

Il est facile d'y voir un parallèle important avec ce que James Scott a appelé le « haut modernisme⁷¹ ». En prenant des exemples dans la sylviculture scientifique en Prusse et en Saxe, dans l'architecture et l'urbanisation, Scott a montré en détail comment des projets de grande échelle, inspirés par un mélange entre volontarisme étatique et mythe d'ingénierie, ont fatalement échoué, pointant justement les contradictions inhérentes entre une planification « par en haut » via l'expertise scientifique et les besoins individuels, ainsi que des conditions environnementales locales spécifiques. Hérité de Le Corbusier et d'autres modernistes, ce mode de pensée « *top-down* » et rationnel est encore bien présent à la sortie de la Seconde Guerre mondiale.

Les utopies de colonisation spatiale de la littérature astrofuturiste des années 1950 et 1960, en déplaçant tout simplement dans l'imaginaire les avantages de la vie urbaine (étatsunienne) dans d'autres planètes et en scellant les villes sous des cloches gigantesques, ont un corrélat positif et très concret dans le monde de l'architecture. C'est précisément dans le domaine de l'architecture moderne des années 1950 et 1960 que le concept d'un monde clos, cette fois sous forme de dômes rigides ou pneumatiques de toutes tailles, rencontra un succès sans précédent. Ce succès obtint une reconnaissance mondiale surtout grâce à la construction de milliers de « dômes géodésiques », fruits de l'imagination de l'architecte et designer-inventeur américain Richard Buckminster Fuller.

Richard Buckminster Fuller et les dômes géodésiques

Le concept de villes nucléarisées « sous cloche » fut propagé aux États-Unis, dans le cadre de la « guerre psychologique⁷² » d'Eisenhower, par de nombreuses institutions et sociétés du complexe militaro-industriale-universitaire comme la Commission de l'énergie atomique (Atomic Energy Commission, AEC) et General Dynamics. L'idée ne venait donc pas seulement de la tradition de l'astrofuturisme, mais reposait également sur des réalisations bien concrètes de Richard Buckminster Fuller, architecte majeur des années 1950 à 1970, surtout en raison de son engagement dans la recherche militaire. Pour Fuller, les dômes représentaient un énorme succès économique. Par exemple, pour la période entre 1954 (quand le premier fut installé par le Marine Corps en Caroline du Nord) et 1961, les recettes pour les brevets des dômes géodésiques s'élevaient à environ deux millions dollars⁷³.

On observe aussi cette grande diffusion de dômes dans le cas de la Commission de l'énergie atomique elle-même, qui se dotera en 1960 de son propre dôme – cette fois dans une version pneumatique –, appelé « Atoms for Peace Pavilion » (*figure 3*). Ce pavillon fut conçu par un ancien élève de Walter Gropius, l'architecte Victor Lundy, en collaboration avec l'ingénieur Fred Severud et fabriqué par l'entreprise d'un des grands pionniers américains des dômes pneumatiques, Birdair Structures Inc. de Walter Bird. Comme son nom l'indique, ce pavillon abrita



Figure 3 — Atoms for Peace Pavilion de l'AEC (1960), conçu par l'architecte Victor Lundy et réalisé par Birdair Structures Inc.

(Source : R. Banham, *Age of the Masters*, New York, Harper & Rox, 1975, p. 88. © Architectural Press.)

une exposition mobile du programme de contre-propagande « Atoms for Peace » (avec un cinéma de trois cents places et un modèle de réacteur expérimental) et fit le tour de l'Amérique centrale et du Sud afin de promouvoir « l'atome bénin » pendant presque une décennie. Avec une surface de 2 000 m² environ et

un poids de 28 tonnes, recouvert par une structure gonflable autoporteuse et à double paroi, le dôme avait un aspect élégant, novateur et était maintenu à l'état déployé par des ventilateurs ainsi que des sas d'air⁷⁴.

Sans entrer dans les détails de l'histoire de l'architecture américaine pendant la guerre froide, il faut néanmoins établir un parallèle important entre les utopies nucléaires et les grands projets de design et d'architecture de grande échelle (présentés d'abord plutôt comme futuristes au lieu de fonctionnels) et connus sous le nom de « mégastructures ». Dans l'œuvre de Buckminster Fuller, l'exemple de mégastructure le plus emblématique est sans doute le « Manhattan Island Dome », un projet sur lequel il commença de travailler dès 1959 (*figure 4*)⁷⁵. Ce dôme de plus de trois kilomètres de diamètre fut imaginé pour couvrir la partie moyenne de l'île de Manhattan et offrait, selon Fuller, une « extraordinaire valeur économique⁷⁶ » à la ville. À l'automne 1959, l'exposition « Three Structures » au MoMA à New York accueillit le projet sous forme d'un photomontage⁷⁷. Le catalogue explique bien la rationalité fonctionnelle d'un tel projet :

« Le plan pour un dôme superposé sur l'île de Manhattan illustre l'utilisation possible de grandes structures. En enveloppant une surface aussi importante, il serait possible de renoncer à une bonne partie de la protection contre les intempéries dont on a actuellement besoin dans le cas des bâtiments individuels⁷⁸. »



Figure 4 – Photomontage *Dome over Manhattan* de Buckminster Fuller et Shoji Sadao, 1959.

(© The Estate of R. Buckminster Fuller.)

Cependant, bien conscient du caractère utopique de sa proposition, Fuller se douta, dans son article « The Case for a Domed City », que la société n'adopterait ces « mégastructures » qu'après des essais dans des lieux « vierges », comme en Antarctique, ou de façon plus inquiétante, dans de périodes de crise considérable, notamment dans le cas d'« urgences environnementales⁷⁹ ».

Dans le cas de ce genre d'intervention d'urgence environnementale de grande portée, Buckminster Fuller, en

1969, calcula ce qui serait un « succès » en termes de critères énergétiques. C'est cette même année, celle de la sortie de son *Manuel d'instruction pour le vaisseau spatial Terre* et de la publication récente de la fameuse photographie spatiale du « lever de Terre », qu'il déclara qu'un dôme réaliserait des économies énergétiques qui « rembourserait en dix ans sa construction » et que de telles villes joueraient dans le futur un rôle « essentiel dans l'occupation de l'Arctique et de l'Antarctique⁸⁰ ».

Ada Louise Huxtable, dans sa critique de l'exposition de 1959 publiée dans le *New York Times*, cita Arthur Drexler, le commissaire enthousiaste et optimiste de l'exposition qui rêvait déjà, comme les auteurs de *La Révolution atomique*, d'un contrôle total de l'environnement :

« Ces structures claires et infinies suggèrent un nouveau type de protection environnementale – de vastes dômes couvrant des villes entières, permettant un contrôle complet de l'environnement. [...] Nous pourrions contrôler le climat et reconquérir de vastes domaines du Sahara ou de l'Arctique⁸¹. »

Ces « mégastructures » permettraient alors, selon leurs adeptes, non seulement de coloniser littéralement n'importe quel lieu – et en ce sens cette pensée architecturale va évidemment dans le sens des idées de la littérature des astrofuturistes pour la colonisation d'autres planètes –, mais dessineraient déjà l'horizon des solutions technologiques aux grandes crises environnementales. Il est évident que les

« urgences environnementales » auxquelles Buckminster Fuller se réfère consistaient d'abord en une menace nucléaire, d'autant plus que, depuis l'adoption de la directive « NSC 162/2 » par le Conseil de sécurité nationale le 30 octobre 1953, la position officielle du gouvernement américain reposait sur la profonde conviction qu'en cas d'attaque les armes nucléaires ne devraient pas être considérées comme des armes « à part », mais comme des armes parmi d'autres⁸².

Le dôme monumental de Buckminster Fuller ne représente en ce sens rien d'autre que ce que les anglophones appellent « *technological fix* », une solution technologique à une « menace » environnementale potentielle, et cela, dans le cas d'une éventuelle guerre nucléaire, à une grande échelle. Avec une foi indéfectible dans l'avancement des technologies, Buckminster Fuller soulignait que « ces dômes pourraient constituer un écran de premier choix contre des retombées radioactives, réduisant les effets de radiation d'explosions nucléaires dans des régions voisines à des concentrations non létales [...] »⁸³. Les autres avantages qu'il met également en avant en 1965, à savoir une atmosphère « sans poussière », une protection efficace contre des nuisances sonores et l'exclusion de toute émission industrielle, semblent presque peu significatifs comparés à la protection stratégique contre des retombées radioactives pour le centre économique le plus important des États-Unis.

Le dôme sur l'île de Manhattan symbolise en cela, quand on le compare aux autres projets de villes « sous cloche »

discutés jusqu'ici, non pas un contre-projet, mais plutôt l'autre face d'une même médaille qu'impose la nouvelle ère nucléaire. Le dôme est en ce sens la réponse technologique dans le domaine de l'architecture, de l'ingénierie et du design à ce que la propagande sous Eisenhower s'efforçait minutieusement de dissimuler à l'aide de l'invention de « l'atome bénin » : à savoir l'augmentation massive du stock d'armes nucléaires, avec les menaces et risques environnementaux associés⁸⁴. Comme instrument de « solution » aux crises environnementales, le dôme s'insère bien dans la quête de Fuller pour concevoir des *anticipations* technologiques pour un contrôle environnemental à des échelles de plus en plus importantes.

Ainsi, ce travail renvoie déjà à d'autres considérations, plus tardives, qui proposeront comme dernière solution technologique le « nettoyage » de la surface terrestre de la présence de l'homme. Comme on l'a déjà vu dans le cas de O'Neill, on a souvent imaginé un remplacement de la « biosphère I », c'est-à-dire de notre Terre, par une autre biosphère, la « biosphère II », un rêve dont la faisabilité fut testée avec éclat, mais très loin du succès envisagé, vers la fin des années 1980 par la NASA dans le désert de l'Arizona⁸⁵. Même le père de l'introduction de la pensée cybernétique dans l'écologie, Eugene Odum, dut finalement reconnaître qu'il est en effet fort peu probable, avec une facture d'électricité qui s'élèverait à 92 000 livres britanniques par mois, que l'on vive dans le proche futur dans des villes sous cloche⁸⁶. Néanmoins, le dôme, et c'est sans surprise, comme « *technological fix* » par excellence, hante

aujourd'hui encore l'imaginaire collectif américain, comme on le voit dans *The Simpsons Movie* (2007) où la ville de Springfield se trouve enfermée sous une cloche par l'EPA (Environmental Protection Agency) pour empêcher une catastrophe écologique.

L'exemple du dôme qui couvre l'île de Manhattan montre bien la manière dont la pensée de l'ingénieur peut aborder, dans les années 1950 et 1960, la question énergétique et écologique avant tout à partir d'une relation entre coût et bénéfice⁸⁷. Buckminster Fuller conceptualisa cette vision managériale sous forme d'« éphéméralisation », un concept d'efficacité radicale qui demandait de « faire toujours plus avec toujours moins », à tous les niveaux du projet⁸⁸. Le design et l'architecture promettent en même temps, surtout en conjonction avec l'énergie nucléaire selon la vision de l'AEC et de General Dynamics, d'exercer un *contrôle environnemental* presque total en disposant de dômes géodésiques qui prennent la fonction de « valves écologiques, différenciant les structures écologiques humaines de toutes les autres structures⁸⁹ ».

Le rêve de Buckminster Fuller, qui consistait à assurer un contrôle environnemental d'abord dans n'importe quel lieu et plus tard à n'importe quelle échelle, doit finalement être rattaché à une dialectique complexe entre, d'un côté, une approche utopiste et, de l'autre, une utilisation imaginative et prévoyante de nouveaux moyens d'information et de communication⁹⁰. Il est instructif dans ce contexte d'insister sur l'étymologie de la notion d'« utopie » qui désigne un « non-lieu », le « nulle part » – d'où l'attraction pour la mobilité radicale et

l'implantation universelle des rêves architecturaux. Or, il ne faut pas oublier qu'en même temps, selon la fiction-modèle en quelque sorte fondatrice de Thomas More et sa ville idéale dans *Utopia* de 1516, l'utopie vise toujours à la transformation *concrète* de la réalité. Même si l'on est évidemment encore loin du rêve d'une technicisation totale d'un Gerard O'Neill, la ville idéale de More repose déjà sur des « institutions destinées à organiser la vie des hommes jusque dans ses moindres détails⁹¹ ». De façon analogue, dans le cas de Fuller, rien ne marche sans dispositifs techniques et la réalisation de ses rêves repose en conséquence sur la mise en place d'infrastructures centralisées, qu'elles soient d'ordre communicationnel ou industriel.

Le contrôle environnemental total en tant qu'instrument de temps de crise environnementale opère en ce sens selon une double logique d'ordre technologique et d'ordre utopique. Un concept en particulier est au cœur de ce rêve de Fuller : l'« anticipation » vise à établir une technocratie du « designer universel⁹² ». Dans une lettre ouverte de 1963 adressée aux « étudiants d'architecture du monde entier », Fuller reprend une idée déjà présente dès son premier livre, *4D Time Lock* (1928), à savoir sa maxime suivant laquelle il faut transformer l'environnement au lieu de tenter de changer l'homme⁹³. Si des problèmes majeurs de la société, comme « la délinquance des jeunes », résultent directement d'« insuffisances écologiques », tout devient alors un « problème de design⁹⁴ ». D'où la nécessité d'opter selon Fuller, comme le titre de sa lettre l'indique, pour un « design préventif » au lieu de s'engager dans des réformes

politiques. Cela entraîne, selon nous, un glissement important de sens, car on sent bien qu'en réalité sa maxime devrait se lire : il faut transformer l'environnement *pour* changer l'homme. Or, cette devise est précisément « l'un des fondements de la pensée utopique moderne⁹⁵ ». Chez Fuller, l'utopie et la mise en œuvre concrète sont alors inséparablement liées.

Les dômes comme outils militaires et de colonisation

Les « mégastructures » mentionnées jusqu'ici, comme le dôme de Manhattan, ne furent cependant jamais construites et elles sont restées des utopies architecturales, sociales et même écologiques, même si certains projets, comme le « dôme Frobisher » qui aurait dû couvrir une ville entière près du cercle polaire au Canada, ont pu convaincre au moins au début certains urbanistes ambitieux⁹⁶. Leur vogue dans le domaine de l'architecture faisait aussi suite à des rumeurs qui circulaient pendant les années 1950 et 1960 selon lesquelles les Russes auraient l'intention de construire des dômes gigantesques pour des villes en Arctique. Et, en effet, le gouvernement soviétique lança, à partir des années 1950, un ambitieux plan d'urbanisation des territoires arctiques pour réaliser leur meilleure intégration administrative, militaire et économique, en particulier pour faciliter l'exploitation de ressources naturelles. Prenant en considération les erreurs commises lors de la première grande vague de conquête du

Grand Nord sous Staline durant les années 1930, cette nouvelle conquête scientifique passa par la mise en place d'un nouveau mode rationnel de planification urbaine qui mobilisa des constructions standardisées, des infrastructures de climats artificiels comme des dômes, ainsi que des outils administratifs innovateurs pour relier la périphérie aux centres de pouvoir. Le contexte de la conquête spatiale n'a en même temps que pu renforcer la confiance dans l'idéologie moderniste selon laquelle l'intervention scientifique peut améliorer tous les aspects de la vie humaine. En effet, on peut y voir à nouveau facilement, comme dans les débats des astrofuturistes, l'influence des travaux de Le Corbusier et d'autres modernistes qui tentaient d'organiser la planification urbaine selon un modèle rationnel préétabli, un modèle qui traduisait en même temps leur forte croyance dans l'impact décisif de l'organisation matérielle de l'espace sur la vie sociale⁹⁷.

Le double rôle à la fois *colonisateur* et *militaire* que les dômes climatiques à grande échelle occupent durant la guerre froide fut directement mis en œuvre aussi aux États-Unis. Peu après leur introduction par Buckminster Fuller, de nombreux dômes géodésiques furent utilisés surtout par l'armée, dans de multiples environnements « extrêmes » comme les régions polaires. En Arctique par exemple, l'Air Force Strategic Air Command adopta pendant les années 1950 des dômes géodésiques rigides pour protéger les équipements de radar ainsi que leurs opérateurs, un type de construction connu depuis l'introduction du radar dans l'aviation sous le nom



Figure 5a — Détail d'une photographie d'un dôme géodésique de la ligne de défense DEW à Prudhoe Bay, sur la côte nord de l'Alaska.

(Source : Library of Congress, HABS AK-201-77, Dennis Hellawell.)

de « radôme ». Ces installations en fibre de verre et plastique permirent aux Américains d'installer une soixantaine de stations radar sur la ligne Distant Early Warning (DEW line) dans des conditions climatiques souvent difficiles (*figures 5a et b*)⁹⁸. Cette ligne de défense de la guerre froide passait par le Groenland, le Grand Nord du Canada et l'Alaska pour protéger les États-Unis contre des attaques-surprises de l'URSS qui aurait pu opter pour le chemin le plus court, c'est-à-dire une attaque aérienne avec des bombardiers à travers le pôle Nord.



Figure 5b – À titre comparatif, vue du jardin du MoMA montrant un dôme géodésique de Buckminster Fuller.

(© The Estate of R. Buckminster Fuller.)

La carte reproduite en *figure 6* montre les délimitations de cette ligne de défense importante et illustre parfaitement bien en quoi l'avènement massif de l'aviation depuis la Première Guerre mondiale a provoqué d'importants basculements géopolitiques. Il faut mentionner en particulier l'apparition de nouvelles visualisations spatiales, comme notamment des projections cartographiques qui montrent désormais le monde dans une perspective à la fois aérienne et polaire. L'Union soviétique y figure comme menace omniprésente en

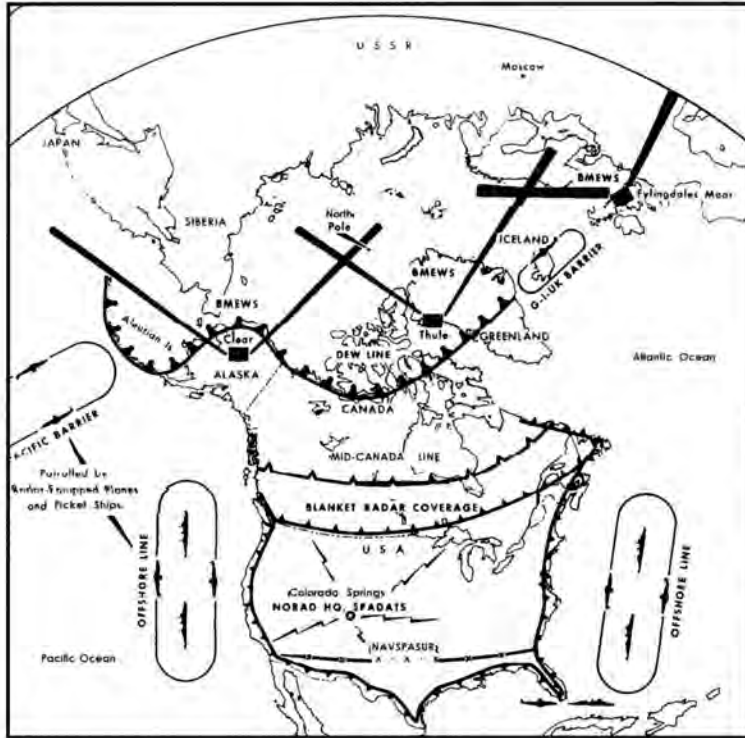


Figure 6 — Carte des différents systèmes de défense aériens des États-Unis vers 1962. Le Grand Nord est protégé par la ligne DEW renforcée, à partir de 1959, par trois bases BMEWS (Ballistic Missile Early Warning System).

(Source : USAF. © Coll. part.)

occupant presque un tiers de l'image⁹⁹. Mais avant tout, cette projection cartographique suggère que l'Union soviétique se trouve à une proximité tout à fait inquiétante.

Un deuxième client militaire important de la même

période fut la Navy, qui commanda une grande quantité de dômes comme abris pour les US Marines. Facilement transportable, même par voie aérienne, cette nouvelle technologie permit une protection à la fois rapide à déployer, peu coûteuse et facile à abandonner si nécessaire¹⁰⁰. Les dômes étaient ainsi conceptualisés comme des structures idéales en cas d'attaque nucléaire et une version entièrement en papier, le « *Kleenex dome* », fut même développée par Buckminster Fuller et ses étudiants à l'Institut de design à Chicago comme équipement standard pour l'Armée américaine en cas de frappe nucléaire, permettant un transfert rapide de la population en dômes décentralisés¹⁰¹ !

La décentralisation et la dispersion étaient en effet les concepts clés des théorisations stratégiques de la guerre froide. Ces concepts furent tout d'abord largement développés et perfectionnés par le commandement nazi pendant la Seconde Guerre mondiale pour éviter la perte d'infrastructures systémiques lors d'attaques aériennes¹⁰². Ils furent ainsi à l'origine des motivations d'Eisenhower de construire le système autoroutier américain de façon analogue à l'« *Autobahn* » allemande. Mais elle conduisit de plus, sous la présidence de Kennedy, aux plans de dispersion planifiée de la population américaine en cas de crise nucléaire¹⁰³. Des recherches en astronautique sur le concept de « l'écologie de cabine », qui visait à déterminer les paramètres cruciaux pour créer dans un espace fermé un climat artificiel ressemblant au climat terrestre, ont joué un rôle majeur dans la construction de sous-marins militaires et d'abris

nucléaires et furent développées par la suite intensivement en astronautique pour atteindre le but annoncé par Kennedy d'envoyer un homme sur la Lune avant la fin de la décennie¹⁰⁴. La planification et l'architecture des villes américaines furent ainsi beaucoup influencées, pendant les premières décennies d'après-guerre, par le concept de dispersion, concept dont l'origine militaire reste jusqu'à aujourd'hui bien visible. L'historien Alex Soojung-Kim Pang a bien résumé cette phase importante de l'urbanisme américain en constatant :

« La menace d'annihilation nucléaire a rendu la ville traditionnelle indéfendable et obsolète [...]. De la même manière que l'Internet a trouvé son origine dans le projet militaire ARPAnet d'un système de communication trop dispersé pour être interrompu par des attaques militaires, la dispersion a montré que l'objectif apparemment radical de décentralisation pouvait bien relever d'un impératif militaire¹⁰⁵. »

En effet, pendant les années 1950 et le début des années 1960, les dômes de Buckminster Fuller furent considérés comme une forme idéale pour réaliser cet impératif militaire.

Recontextualisation: des « niches écologiques de déni » jusqu'aux expériences contemporaines

On voit que l'impératif militaire, la question énergétique, celle des ressources naturelles et le contrôle climatique sont intimement liés sous le toit des dômes. Des développements

historiques tout au long des années 1950 et 1960 permettent d'illustrer ce fait. C'est ainsi l'impératif militaire des dômes géodésiques qui a abouti par exemple au deuxième type de « radôme », une version mobile et rapide à ériger, comme son pendant « classique ». Il s'agissait d'une version *pneumatique* qui joua un rôle majeur pour l'Air Force américaine pendant l'expansion, qui était urgente, des lignes de défense vers le Grand Nord. Depuis 1946, l'ingénieur aéronautique américain Walter Bird dirigeait une équipe de recherche au Cornell Aeronautical Laboratory, et fournit, en 1948, une des premières solutions à la demande de l'armée d'abris et d'infrastructures de protection pour le Grand Nord, en développant un premier radôme pneumatique¹⁰⁶. Bird devint par la suite l'un des grands pionniers américains de la construction de structures pneumatiques, expérimentant des enveloppes de plus en plus résistantes avec des formes extrêmement innovatrices et variées. L'importance primordiale des dômes pneumatiques résultait de leur efficacité au niveau du poids et du volume de transport, ainsi qu'au niveau de la simplicité d'utilisation¹⁰⁷. Alors que les premiers dômes pneumatiques étaient encore à paroi unique – aménagés avec des souffleurs d'air pour créer une légère surpression d'air entre l'enveloppe et le sol permettant de porter le poids du dôme et de le maintenir rigide –, au milieu des années 1950 ils devinrent suffisamment fiables pour que leur utilisation soit étendue à de nombreux domaines militaires, tels que la protection des stations radars et de bien d'autres technologies fragiles, comme les missiles guidés (*figure 7*).

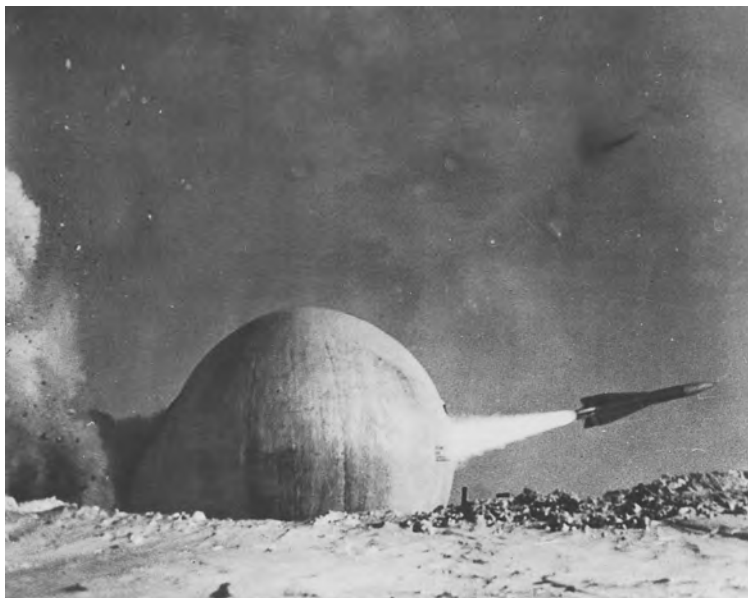


Figure 7 – Photographie d'un dôme pneumatique construit par Birdair Structures et permettant de protéger une installation de missile guidé, vers 1959.

(Source : US Army.)

Apparus dans le cadre strictement militaire, les dômes pneumatiques commencèrent cependant – comme les dômes « classiques » – à envahir aussi le marché civil, à partir de 1956, avec la création de Birdair Structures Inc., un marché que d'autres compagnies rallièrent, notamment Krupp, US Rubber et Goodyear. Elles participèrent relativement vite à la création d'une association industrielle, l'Air Structures Manufacturers and Suppliers Association (ASMSA) qui assura la réalisation

et le respect de normes industrielles, marquant l'ouverture définitive au marché commercial¹⁰⁸.

Le fait que les dômes géodésiques et les structures pneumatiques furent dès le début intimement liés s'observe dans le cas de l'un des collègues de Buckminster Fuller, Ambrose M. Richardson, architecte en profession libérale et enseignant à partir de 1951 à l'université de l'Illinois. Dans ses mémoires, Ambrose Richardson raconte qu'il était le consultant pour une étude de faisabilité de l'Air Force américaine, dotée de 30 000 dollars, afin d'évaluer l'utilité de sa version du dôme pneumatique comme abri militaire pour la ligne de défense DEW dans le Grand Nord¹⁰⁹. L'armée l'approcha à cause de son engagement dans la construction pneumatique, car il avait montré, dans une étude de 1952 (*figure 8*), que l'on pouvait utiliser des dômes pneumatiques pour couvrir de grandes structures urbaines. Dans la presse populaire, Richardson s'imaginait pouvoir couvrir un jour des villes entières avec ses mégastructures pneumatiques¹¹⁰. Avec un de ses élèves, George McCauley, il développa un peu plus tard une nouvelle version d'un dôme pneumatique, mais celle-ci ne répondait pas aux besoins de mobilité des militaires, surtout à cause de sa taille trop importante (elle s'élevait à environ soixante mètres)¹¹¹. Selon les souvenirs de Richardson, c'était le même inconvénient des dômes géodésiques de Buckminster Fuller, ce qui n'empêcha cependant pas l'Air Force d'adopter finalement la version géodésique de Buckminster Fuller au lieu de sa version pneumatique. Selon Richardson, ce dernier lui aurait même

proposé de disposer de ses brevets sur le dôme géodésique pour lui permettre de « transformer le dôme géodésique en un dôme pneumatique¹¹² », ce qui échoua, pour différentes raisons. Il confirme cependant dans ses souvenirs que le dôme pneumatique, comme le dôme géodésique, incorporait dès le début la double fonction d'abri militaire et de serre, ou, plus généralement, de structure de protection de la vie dans des environnements défavorables à la survie biologique, et cela à des échelles considérables¹¹³.

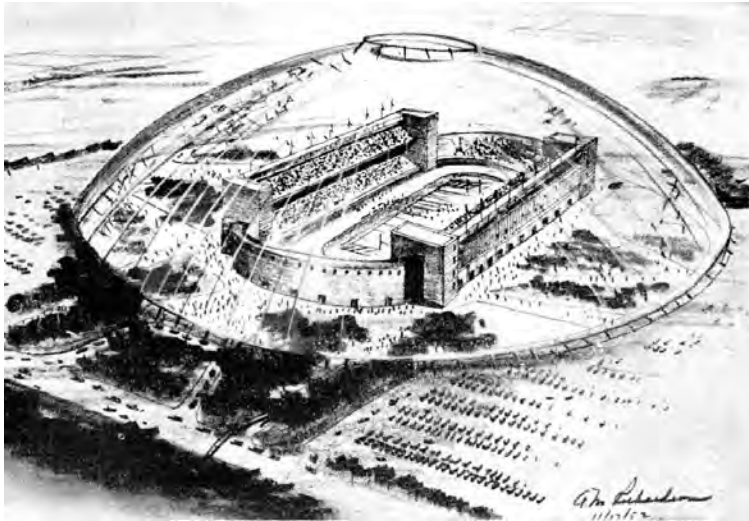


Figure 8 – Esquisse d’Ambrose Richardson montrant un stade couvert par un dôme pneumatique.

(Source : Anonyme, « Floating Plastic Dome Could Cover Stadium ». © *Popular Mechanics*, février 1953, p. 87.)

Avec cette grande visibilité obtenue dans la presse écrite et favorisée par l'ouverture de la production de dômes au marché commercial, les dômes devinrent un des objets d'étude préférés de la futurologie. Nous tirons notre exemple d'une série intitulée « Plus proche que nous pourrions l'imaginer ! » que le journal de la ville de Buckminster Fuller, le *Chicago Tribune*, publia vers la fin des années 1950. Il illustre précisément l'époque pendant laquelle la futurologie monta en puissance aux États-Unis, et les dessins d'Arthur Radebaugh réalisés pour cette série sont connus comme une compilation des concepts les plus avant-gardistes de l'ère d'Eisenhower¹¹⁴. Le 25 janvier 1959, un article sur la « ville polaire » du futur parut dans le *Chicago Tribune*¹¹⁵. Il s'agit en réalité d'une invitation à contempler le rôle que l'Alaska pourrait jouer dans le proche futur. Cet État venait juste de rejoindre l'Union en tant que quarante-neuvième membre. Dans l'imagination de Radebaugh, ce futur consisterait dans l'établissement de villes « sous cloche » permettant, grâce à un climat enfin contrôlé, l'exploitation minière et l'établissement de bases militaires dans le Grand Nord. Le double rôle, à la fois *colonisateur* et *militaire*, que l'architecture des dômes implique est aussi un élément central dans la vision de ce futurologue populaire et l'on voit en même temps la proximité avec l'astrofuturisme qui forme à l'époque une sous-catégorie importante d'une futurologie en plein essor. La « ville polaire » de Radebaugh rassemble en ce sens l'ensemble des questions pressantes de la fin des années 1950, dont nous avons déjà évoqué plusieurs exemples concrets, à

savoir la défense nationale, la question de la (sur)population, celle de l'exploitation des ressources naturelles et du contrôle environnemental grâce à la climatisation artificielle.

Cet exemple s'insère en même temps dans un contexte beaucoup plus large dans le travail de Fuller qui est aussi, non sans ironie, intimement lié à la contre-culture américaine qui commence à se former comme véritable phénomène de masse surtout pendant la seconde moitié des années 1960. Les hippies, les artistes et les beatniks ont donné à leur tour une nouvelle signification aux communautés décentralisées, en transformant les instruments militaires de la guerre froide, comme la dispersion et le dôme géodésique (surtout à l'aide du *Whole Earth Catalog*, fondé par Stewart Brand en 1968), en outils pour la création de « niches écologiques de déni et de refus¹¹⁶ », accompagnés d'une conceptualisation « transcendante » du fonctionnement de la société¹¹⁷. La décentralisation d'abord introduite, nous l'avons vu, comme instrument stratégique en Allemagne durant la Seconde Guerre mondiale pour réduire les dégâts de bombardements aériens et, plus tard, du côté des Américains durant la guerre froide, pour prévenir une éventuelle frappe nucléaire, se voit ici paradoxalement réadaptée vers la fin des années 1960 par un mouvement social qui rejette toute ingérence militaire et étatique¹¹⁸. Pour ces nouveaux « communards », les infrastructures permettant une survie décentralisée ne promettaient pas seulement l'accès à de nouvelles expériences spirituelles, mais aussi la possibilité de célébrer une nouvelle forme de scientisme. En ce sens, les

dômes ont pris au sein de diverses communautés dispersées une signification futuriste – caractère qui rapproche en même temps ces communautés des colonies spatiales¹¹⁹.

Peu de temps après, les années 1970 voient, pour la première fois dans l'histoire de l'Antarctique, la réalisation concrète d'une mégastructure, bien que le mouvement, partout ailleurs dans le monde, ait déjà été déclaré mort. Ce dôme géodésique fut inauguré en 1975 et utilisé jusqu'en 2009 comme infrastructure de « contrôle environnemental ». Conçu par le Naval Facilities Engineering Command, le plan initial consistait à couvrir l'ensemble des bâtiments présents au pôle Sud. Or, pour des raisons de sécurité (notamment concernant la protection contre les incendies, mais aussi les pollutions, les vibrations et le bruit qui auraient perturbé des observations scientifiques), le garage pour les véhicules, le générateur diesel, ainsi que les réservoirs à gazole (avec l'hélium) durent être installés en dehors du dôme – un principe que nous connaissons déjà des dômes allant des astrofuturistes aux mégastructures de Buckminster Fuller et Frei Otto et où les dômes opèrent comme valves écologiques¹²⁰. Connu sous le nom de base « Amundsen-Scott », le dôme géodésique fut érigé à l'endroit le plus iconique et le plus symbolique de l'Antarctique : au pôle Sud géographique (*figure 9*)¹²¹. Mesurant 15 mètres de haut sur 50 mètres de large, ce dôme s'est révélé être une structure relativement efficace au niveau du rapport entre la stabilité et le matériel utilisé, mais aussi un fort symbole d'efficacité et de supériorité technologiques américaines. Il s'agit en ce sens

d'un véritable avatar de la guerre froide. Le dôme au pôle Sud était l'incarnation de ce que Joseph Nye appelle « *soft power*¹²² ». Comme aucune autre architecture de la guerre froide, les dômes géodésiques participent ainsi à la visée stratégique « d'atteindre un but à travers l'attraction, au lieu de la coercition ou des paiements¹²³ ». Ils servent à influencer d'autres nations à travers des intangibles comme la mise en scène d'importantes capacités technologiques.



Figure 9 — Le dôme géodésique au pôle Sud Amundsen-Scott South Pole Station peu avant son inauguration officielle en 1975.

(Source : US Navy Seabee Museum. © Creative Commons.)

Cette fonction cruciale suit les dômes géodésiques comme leur ombre indissociable tout au long de leur histoire et a déjà joué un rôle important dans de nombreux autres projets lancés lors de la guerre froide, comme le dôme géodésique érigé en 1956 en seulement deux jours à Kaboul, à l'occasion des célébrations de l'indépendance afghane, ou bien celui de l'Exposition universelle de 1967 à Montréal qui, avec soixante et un mètres de hauteur, était le plus grand dôme géodésique de l'époque¹²⁴. Ériger au pôle Sud, à l'endroit précisément où toutes les revendications territoriales convergent, une icône du modernisme architectural n'est alors en rien innocent. Il s'agit d'un signe géopolitique très fort, dans le sens où c'est une production architecturale de la géopolitique américaine qui consistait à ne pas afficher officiellement de revendications territoriales à l'aube de l'Année géophysique internationale pour avoir « accès à l'ensemble du continent¹²⁵ ». Tandis que les sept pays qui revendiquent une partie du territoire antarctique voulaient construire leurs bases scientifiques dans leurs « propres » secteurs, les États-Unis ont pu choisir *librement*, c'est-à-dire *stratégiquement*, les emplacements. Aidé par le fait que, entre 1920 et l'Année géophysique internationale, aucune autre nation n'a dépensé autant d'argent pour explorer pratiquement 80 % de la surface antarctique, soit par avion, soit par des traversées dans le terrain, et plus encore par le fait qu'aucune autre nation n'a envoyé autant de scientifiques et de militaires dans la région, les États-Unis ont pu profiter de la règle, certes officieuse, que la domination en Antarctique revient en réalité à la nation qui

peut mobiliser les plus grands investissements logistiques et financiers. Si l'on devait nommer une nation y exerçant un pouvoir géopolitique au moyen de la logistique, les États-Unis seraient clairement le seul et unique favori¹²⁶.

De Fuller à Frei Otto : vie et mort du mouvement « mégastructuraliste »

À la fin des années 1950 et au début des années 1960, un grand nombre d'architectes commencèrent à imaginer et à concevoir une nouvelle forme d'architecture à grande échelle pour des environnements auparavant rejetés ou négligés en tant qu'inhabitables ou inhospitaliers pour l'homme. Au cœur de ce mouvement international, on retrouve encore une fois l'idée de « mégastructures », structures uniques et multifonctionnelles, conçues pour des villes entières, notamment en Antarctique et en Arctique, ou développées pour des habitats situés à la montagne ou dans les profondeurs de la mer. Différents groupes et collectifs se sont formés au Japon (les « métabolistes »), en France (le « Groupe d'étude d'architecture mobile » – GEAM –, et « Utopie » avec la participation du philosophe Jean Baudrillard), en Grande-Bretagne (« Archigram ») et même en Union soviétique (« New Element of the Urban Environment » – NER) afin d'élaborer des pensées nouvelles et radicales pour un remodelage de l'environnement¹²⁷. Ensemble, ils forgèrent une orientation architecturale nouvelle en débattant des idées

et conceptions qui réunissent l'œuvre de Buckminster Fuller notamment à celle de l'architecte-ingénieur allemand Frei Otto. En même temps, David Crowley a montré qu'il s'agissait d'un mouvement global, car de nombreux journaux et revues ont facilité à l'époque, malgré les heures difficiles de guerre froide, un échange intellectuel entre l'Est et l'Ouest. Cet intérêt commun pour les mégastructures a connu son apogée vers le début et le milieu des années 1960¹²⁸. Allant bien au-delà d'un simple échange libre d'idées en pleine guerre froide à propos de structures suspendues et de villes entières sous cloche, cet internationalisme s'est manifesté aussi à un niveau conceptuel. De nombreux projets ont été formulés pour des espaces extra-territoriaux, comme la haute mer et l'Espace, ou des espaces contestés, comme les régions polaires, alors que les questions de souveraineté nationale y sont encore bien souvent le sujet de débats. Dans d'autres cas, les mégastructures incorporent elles-mêmes une mobilité radicale, un nomadisme qui signale une forte indifférence vis-à-vis les frontières nationales.

Une thématique centrale dans le développement de ce mouvement architectural fut la crainte d'une surpopulation, qui surgit pour la première fois de façon notoire vers la fin des années 1950 et qui représente aussi le leitmotiv de l'influente étude du critique d'art et d'architecture Michel Ragon. Celui-ci publie en 1963, sous le titre *Où vivrons-nous demain?*¹²⁹, une étude qui, comme de nombreuses réflexions dans le milieu des partisans de « mégastructures », est fondée sur des estimations de l'ONU, qui commençait à fournir des chiffres sur la

population mondiale à partir de 1947. Par exemple, le rapport officiel de 1959 constate que la population mondiale (presque 2,8 milliards) devrait plus que doubler jusqu'à l'année 2000. Le « mégastructuralisme » était une réponse imaginative (à la fois architecturale et infrastructurelle) à ces craintes globales. Avec une surface habitable qui reste par définition limitée sur notre Terre, les « mégastructuralistes » cherchaient à conquérir de nouveaux territoires et à franchir les frontières traditionnelles de l'habitation. Les lieux choisis pour leurs projets furent en conséquence souvent exotiques et les échelles extrêmement importantes. Allant de villes flottantes sur la mer (une « ville flottante » fut par exemple présentée par Kenzō Tange en 1959 à Otterlo ou, en plus petit, le projet d'une « île flottante » de Paul Mymont de 1963) jusqu'à des propositions pour des villes « aériennes » ou « spatiales » (comme la « Floating City » de William Katavolos de 1960, la « Ville spatiale » de Yona Friedman de 1960-1962 ou l'« Heliopolis » d'Alex Mlynarcik de 1970), ce mouvement a imaginé des environnements artificiels et clos qui pourraient être implantés dans n'importe quel lieu. Cette exigence de mobilité repose sur une contradiction inhérente pointée par Dominique Rouillard et Antoine Picon. Selon Rouillard, « [la mégastructure] s'inscrit dans une opposition [...] entre une superstructure durable à l'échelle territoriale, d'extension illimitée, qui porte et transporte, et des unités de remplissage, discrètes et mobiles, facilement renouvelables, aussi éphémères que les fonctions qu'elles assument¹³⁰ ». Le projet utopique du mégastructuralisme consistait, dans cette

lecture, en une tentative de surmonter la contradiction inhérente entre, d'un côté, une réalisation concrète et monumentale, et, de l'autre, une tendance vers l'éphémère (qui doit être compris aussi dans le sens d'«éphémérialisation» de Fuller), tout en recherchant une nouvelle légèreté qui permettrait de retrouver finalement le contact perdu avec la « nature ». Paradoxalement, cela ne fut pas poursuivi au moyen d'une *diminution* des technologies employées, mais au contraire par une *technicisation totale* de l'environnement qui ne devait être plus organisé de façon monolithique et rigide, mais plutôt sous forme d'un réseau permettant une expansion et une mobilité radicale¹³¹.

Peu de temps après son apogée au milieu des années 1960, ce mouvement fut déclaré mort dès le milieu des années 1970¹³². C'est un développement qui coïncide au moins en partie avec la révision importante des prévisions de surpopulation de l'ONU. Vers le milieu des années 1970, les rapports des Nations unies commencent à pronostiquer un ralentissement important de la croissance de la population mondiale¹³³. Cela coïncide également avec l'abandon (certes temporaire) du plastique comme matériau de construction, aidé notamment par le grand choc pétrolier en 1973. À l'Exposition universelle d'Osaka en 1970, on voit pour la toute dernière fois sur la scène internationale l'apothéose de la mégastructure comme « ville du futur » propagée tout au long des années 1960 comme un rêve visionnaire, mais aussi comme une solution à des problèmes environnementaux d'échelle de plus en plus importante. La

mise en pratique de ce rêve dans la réalité n'a finalement pas passé l'épreuve du temps. Les premiers critiques dénoncèrent surtout l'anonymat et le caractère incommode des modules pré-fabriqués. Une des conséquences fut la réorientation pendant les années 1970 et 1980 vers des matériaux de construction naturels qui semblaient être le garant non seulement d'une meilleure expression individuelle, mais aussi d'une amélioration du climat intérieur. Depuis les années 1990, on peut observer un retour, presque insidieux, du plastique grâce à l'élaboration de membranes transparentes de plus en plus légères qui possèdent de nouvelles qualités de durabilité et d'efficacité¹³⁴. Un numéro spécial de la revue *Architectural Design* de 2006 consacré aux « Manmade Modular Megastructures » illustre un certain retour des idées mégastructuralistes. Dans l'éditorial, Helen Castle se demande même si, face aux crises environnementales globales, confrontées à « l'épuisement de combustibles fossiles et le réchauffement global », ces réflexions ne viennent pas tout simplement déjà trop tard¹³⁵.

Cependant, cet appel pour assumer à nouveau l'environnement totalement contrôlé comme *la* dernière réponse à une crise planétaire qui pourrait pousser l'humanité à l'extinction est la projection d'un choix dangereux. Il est peu surprenant d'ailleurs que ses avocats mobilisent à nouveau de terrifiants scénarios d'évolution de la population mondiale, réalisés par l'ONU, pour élaborer un scénario-catastrophe face auquel la politique urbaine actuelle défend une « durabilité bornée¹³⁶ ». Les argumentations plus récentes en faveur d'une

solution technologique qui propose de *régler dans un même geste* l'architecture, l'urbanisme et l'infrastructure à l'échelle mondiale portent toutes la marque d'un discours montant : la géo-ingénierie. La transposition du discours d'un contrôle environnemental total – né, comme nous l'avons vu, dans le contexte de guerre froide, stimulé par les menaces de surpopulation et de retombées radioactives – à celui du développement durable et du changement climatique peut être interprétée comme partie intégrante de visions lourdement technocratiques du monde, poussées aujourd'hui à l'extrême dans le domaine de la géo-ingénierie. Or, dans les critiques actuelles des plans technocratiques de gestion planétaire, la pensée architecturale semble malheureusement cruellement absente. Ce chapitre propose en ce sens une ouverture modeste, mais tout à fait nécessaire.

Les travaux de Frei Otto sur le « contrôle climatique » (1956-1981)

L'architecture « éphémère » de Frei Otto (né 1925 à Siegmarsdorf) a beaucoup marqué le mouvement mégastructuraliste. Otto enseigna pendant une grande partie de sa carrière à l'Institut für Leichte Flächentragwerke (Institut pour les surfaces portantes légères), au sein de l'université de Stuttgart, institut fondé par lui-même en 1964, et il bénéficia d'une renommée internationale¹³⁷. Il est aujourd'hui célébré comme l'un des grands

pionniers de l'architecture biomorphe et de la construction légère. Ce courant architectural s'est établi en Allemagne surtout en opposition à l'architecture monumentale et massive de la période du nazisme. Comme véritable contre-programme, la construction légère introduisit surtout un nouveau matériel de construction, le plastique, qui sembla être la réponse adéquate à une nouvelle ère technologique dominée par des fantasmes sur l'énergie nucléaire et par une obsession pour la mobilité¹³⁸.

Pendant cette période, les œuvres de Buckminster Fuller et de Frei Otto sont liées par un intérêt commun pour le développement d'une véritable philosophie de la construction légère, unissant l'architecture moderne au projet politique et social. Cela ne se laisse pas seulement observer chez Fuller à travers sa devise « utopique » qui voulait changer l'homme à travers le réaménagement de son environnement, mais aussi grâce au concept même de l'« éphéméralisation » qui fait de la légèreté des constructions la mesure du degré de développement des sociétés¹³⁹. Dans la pensée de Frei Otto, nous rencontrons un effort similaire qui s'exprime dans son œuvre par une exploration continue et surtout *ouverte* des multiples équilibres pouvant s'instaurer entre « l'habitabilité » et des structures de plus en plus « éphémères », grâce à l'intégration fréquente de matériaux de construction nouveaux.

Un ensemble de réflexions et d'interrogations nous semble particulièrement intéressant chez Frei Otto. Il s'agit en effet d'une thématique transversale qui occupe, dès le début de

sa thèse de doctorat à l'Université technique de Berlin, une partie importante de son œuvre: le « contrôle climatique » d'environnements « extrêmes ». Ces dômes pneumatiques et ces structures tendues, nous les avons déjà rencontrés dans le contexte des astrofuturistes, mais aussi dans le cadre de l'invention de l'« atome bénin » sous l'administration Eisenhower et la propagande effectuée par de grandes entreprises d'armement comme General Dynamics, et enfin chez Buckminster Fuller en tant qu'instrument de crise environnementale née du cadre de la guerre froide. L'œuvre de Frei Otto est en ce sens paradigmatique surtout pour une ouverture vers des espaces à la marge de l'habitable et il s'agit, comme chez Fuller, d'une démarche « utopique » au sens étymologique du terme. Mais, aussi comme chez Fuller, la concrétisation ne manque pas dans l'œuvre de Frei Otto, qui doit pour cela être considérée comme une contribution significative à un mouvement architectural qui a dû se défendre contre l'accusation non seulement d'être une rêverie utopique, mais surtout de constituer un véritable projet mégalomane¹⁴⁰.

Après son diplôme en architecture, Frei Otto commença en 1953 une dissertation intitulée *Das hängende Dach* (« Le toit suspendu ») où il développa l'idée d'une « mégastructure » de contrôle climatique: une ville entièrement couverte, située dans une région où le climat est radicalement défavorable à la présence humaine. La *figure 10a* montre « City in the Antarctic¹⁴¹ », l'une des premières propositions de Frei Otto sur ce sujet innovant, surtout à l'échelle macroscopique à laquelle



Figure 10a – 1959, une ville « sous cloche » en Antarctique, dans la tradition des astrofuturistes.



Figure 10b – 1960, étude utopique de construction interplanétaire.



Figure 10c – 1971, modèle d'une ville minière en Arctique, conçue avec une « mégastructure » pneumatique, un port et une centrale nucléaire qui permettraient la survie de jusqu'à 40 000 personnes.

elle fut conçue. Il s'agit d'une esquisse pour une ville minière en Antarctique, un concept qui serait finalement généralisable à tous les environnements « extrêmes », même l'Espace, des lieux alors où, selon Otto, « l'homme n'a pas d'autre choix que de se fier à la technique¹⁴² ». Ainsi, l'idée d'utiliser un toit suspendu et des structures autoporteuses pour assurer le contrôle climatique d'un volume considérable représente en quelque sorte le fil conducteur de ses recherches sur l'urbanisation d'environnements « extrêmes » et leur « viabilisation », qu'il s'agisse des régions polaires ou de l'Espace (*figures 10a-c*)¹⁴³.

Les plans pour une « ville en Antarctique » furent repris et développés plus en détail par Frei Otto quelques années plus tard dans son livre de 1962 sur les « structures tendues¹⁴⁴ », dans lequel il posa aussi pour la première fois les bases architectoniques pour les constructions pneumatiques, puis entre 1970 et 1971 quand le groupe chimique allemand Hoechst lui accorda un lucratif contrat de consultant, ce qui lui permit d'élargir ses recherches à d'autres régions « hostiles », comme le Grand Nord, avec la conception d'une « ville en Arctique » (*figure 10c*)¹⁴⁵. Enfin, dans le cadre du projet interdisciplinaire « 58 Degrees North » (1980-1981) d'une ville minière au bord de la rivière Athabasca, dans la province d'Alberta, près du 58° degré latitude Nord, Frei Otto retourna à ses travaux antérieurs et proposa deux conceptions différentes, dont une consistait en une

Trois dessins de Frei Otto en 1959, 1960 et 1971

(© ILEK.)

« mégastructure » dotée d'un dôme pneumatique en « ETFE », un nouveau fluoropolymère sur le marché¹⁴⁶.

Dans l'ensemble de ces projets de Frei Otto, le rôle colonisateur est primordial. Il s'agit de pousser constamment les frontières de l'habitable, mais aussi de l'exploitable (comme il s'agit bien souvent de villes minières), grâce à une technisation très importante de l'environnement, réalisée sous forme de « mégastructures », couplée parfois à l'utilisation de l'énergie nucléaire. Ainsi, selon Frei Otto, dans le cadre du projet pour Hoechst AG, « l'eau de refroidissement chauffée par la centrale nucléaire maintient les voies navigables du port non gelées et chauffe l'air froid, prélevé à trois cents mètres d'altitude, alimentant l'ensemble des bâtiments, balayant toutes les surfaces découvertes et représentant en même temps l'élément porteur de la construction¹⁴⁷ ». Ce climat artificiel permettrait même la végétalisation des toits des bâtiments, et un soleil artificiel, suspendu au toit, est proposé pour compenser l'absence du soleil naturel pendant les mois hivernaux.

Même si aucun de ces projets ne fut réalisé, la promesse de *possibilité* d'une (sur)vie « sous cloche » fut cependant mise en œuvre sur le papier, dans d'innombrables calculs ainsi que sous forme de modèles, et ce travail important montre bien que Frei Otto, dans ses conceptions révolutionnaires d'une domestication des environnements « extrêmes », est allé en quelque sorte encore plus loin que le « père » des dômes, en montrant la faisabilité de ce genre d'architecture à l'échelle de villes entières. Otto est autrement dit l'un des architectes-ingénieurs qui ont

réussi au mieux à redéfinir – de façon très importante – les dômes militaires en tant que structures urbaines sous forme d'infrastructures de survie.

Comme valves écologiques qui différencient les structures écologiques et qui opèrent une distinction nette entre l'intérieur et l'extérieur, en plaçant notamment les activités et les rebus industriels en dehors de l'habitat, ces dômes réalisent l'utopie d'un monde sans pollution, sans pénuries, sans craintes environnementales, un véritable monde clos où tout est sous le contrôle technique. Or, comme nous le verrons dans les chapitres suivants, l'avènement de l'« environnement global » met précisément cette distinction en question. Depuis l'apparition des grandes crises environnementales, il n'y a plus un *extérieur* auquel nous pourrions confier les conséquences volontaires ou involontaires de nos actions collectives. Autrement dit, il est impossible d'appliquer le concept de mégastucture, comme le suggère pourtant la métaphore du « vaisseau spatial Terre », à la planète entière. Or, le discours schmittien de l'état d'exception, auquel les crises environnementales nous renvoient constamment, reprend aux yeux de ceux qui défendent le « contrôle environnemental total » précisément la devise initiale de Frei Otto (qui est aussi l'hypothèse de départ de ses travaux) que « l'homme n'a pas d'autre choix que de se fier à la technique¹⁴⁸ ». Cependant, l'histoire nous apprend que nous avons beaucoup de raisons de douter de la faisabilité de tels projets.

Du « bioconstructivisme » à l'ingénierie totale

Quand on veut aller aux origines de cette forme spécifique d'ingénierie architecturale, il faut surtout regarder les expériences pratiques que Frei Otto réalisa dans le cadre d'une unité de recherche biologique qu'il mit en place avec le biologiste Johann Gerhard Helmcke en 1961 à la Technische Universität de Berlin pour étudier, dans un environnement interdisciplinaire (avec des botanistes, des biophysiciens, des paléontologues, des zoologues, des sociologues et même des éthologues), des structures que l'on peut trouver dans la nature¹⁴⁹. À côté de l'étude de cellules et d'autres formes organiques, ce sont surtout les expériences avec des bulles de savon qui ont largement inspiré sa conception de structures tendues et d'enveloppes pneumatiques, posant les bases d'un progrès technoscientifique qui fut même adopté beaucoup plus tard dans un grand nombre d'autres projets, comme plus récemment en 2001 dans le cadre du projet « Eden » de l'architecte Nicholas Grimshaw où cinq dômes climatiques furent construits d'après ce même principe pneumatique¹⁵⁰.

Cette démarche qui consiste à prendre « la nature » comme modèle est aujourd'hui connue sous le mot-valise de « bio-nique » (composé de « biologie » et de « technique ») – sa version anglaise « *bionics* » existe depuis le début des années 1960. Les origines de cette pensée peuvent être retracées, au moins pour l'une de ses conceptions clés, à savoir les processus

autogénérateurs, jusqu'au XVIII^e siècle avec une recontextualisation importante au début du XX^e siècle par la publication de nombreuses études influentes comme celle, en 1920, de l'écrivain en sciences populaires Raoul H. Francé, *Die Pflanze als Erfinder* (« La plante en tant qu'inventeur »)¹⁵¹. Cette étude sur les sept « formes techniques fondamentales », impliquées selon Francé dans toute sorte de construction (qu'elle soit humaine ou naturelle), a connu un grand succès, notamment dans le milieu des artistes et des architectes que l'on associe aujourd'hui avec le mouvement du « constructivisme international », comme l'artiste et architecte russe El Lissitzky, mais aussi László Moholy-Nagy et Ludwig Mies van der Rohe. Les structures fondamentales furent aussi un élément important de la pensée de Buckminster Fuller qui considérait ses dômes géodésiques comme une réalisation exemplaire. Mais avec la montée de la théorie des systèmes et de la cybernétique, surtout pendant les années 1960, ce côté universaliste et essentialiste fut abandonné en faveur de conceptualisations sous forme de systèmes d'organisation *ouverts* et *dynamiques* – développement qui n'est pas caractéristique de la pensée fullérienne, mais qui a en revanche profondément marqué le travail de Frei Otto en Allemagne. Celui-ci adopta une démarche explicitement *ouverte* dans sa recherche de formes optimales, limitée uniquement par les exigences du matériel employé¹⁵².

Ce qui lie les différentes approches en bionique au lendemain de la Seconde Guerre mondiale est une focalisation sur les aspects *constructifs* de la nature, une démarche que

l'historien de l'architecture Detlef Mertins a nommée le « bioconstructivisme¹⁵³ ». Il s'agit selon lui de l'élaboration d'une vision hautement « mécaniste » de la nature, et le rapport à la nature qui s'y construit est à notre sens double. D'un côté, la nature *même* est considérée comme un constructeur de solutions extraordinaires, un acteur autonome qui serait une sorte d'architecte divin « sachant » améliorer au fil du temps ses méthodes de construction sous la pression des lois de l'évolution. De l'autre, en identifiant les lois et les structures « cachées », et en les transférant dans le domaine technique, les architectes et les ingénieurs incorporent et intègrent la « nature » dans leurs artefacts. C'est-à-dire qu'au fond la bionique promet rien de moins que la dissolution des frontières construites depuis les philosophes grecs entre la nature et la culture, entre *physis* et *technè*¹⁵⁴. D'où certainement cette fascination souvent naïve pour ce domaine de recherche qui semble problématique pour plusieurs raisons. En effet, nous sommes enfin confrontés à un discours qui entretient le mythe d'une nature entièrement contrôlable et gérable, une nature que l'on pourrait non seulement reconstruire, mais même *réinventer en mieux* (comme on l'a déjà vu chez les astrofuturistes), en isolant ses avantages structurels et fonctionnels et en les transposant dans le monde technique.

Ce rêve d'« ingénierie totale » est évidemment très discutable et intimement lié à l'histoire de la notion de « système » qui a connu une transformation radicale avec l'apogée de

la cybernétique pendant les années 1960, en particulier avec la publication influente de la *Théorie générale des systèmes* par le biologiste autrichien Ludwig von Bertalanffy en 1968¹⁵⁵. Son approche consistait à tenter de créer, pour la notion de système, une base à la fois physique et mathématique – en opposition à une vision vitaliste de la biologie –, c'est-à-dire une approche devant être en principe *généralisable*¹⁵⁶. Avec cet outil performant en main, l'écologie a pu devenir une science qui pouvait dorénavant parler non seulement d'organismes individuels ou d'écosystèmes locaux, mais de systèmes globaux comme la Terre entière.

Nous nous contentons ici de mentionner deux aspects majeurs de l'importante transition qui va d'une conception où l'on *comprend* les systèmes à une vision *managériale* de la notion de système. Le premier aspect concerne le domaine de l'écologie scientifique. Si la nature partage avec des systèmes techniques le fait qu'elle opère d'après des règles précises, cela implique une conception technique de systèmes fonctionnels, avec des paramètres qui peuvent être manipulés, ajustés, contrôlés et surtout optimisés. Selon Schwarz et Nordmann, «la promesse puissante de la GST (*General System Theory*, théorie générale des systèmes) a subi une inflexion de l'écologie théorique, basée sur la modélisation mathématique, à des questions de contrôle et d'administration de systèmes qui contiennent des organismes vivants – déplacement de l'écologie scientifique à des écotecnologies comme la "biologie spatiale" ou l'"écologie de cabine"¹⁵⁷ ». L'une des origines de

cette transformation peut être retrouvée, nous l'avons vu, dans la recherche astronautique et l'application du concept de l'«écologie de cabine» aux abris nucléaires dans le cadre de l'initiative de dispersion de la population américaine en cas de frappe nucléaire. Les sciences d'architecture et d'ingénierie ont en ce sens activement participé à cette transformation importante de la guerre froide.

À ce développement, et nous y reviendrons dans le chapitre 5, il faut évidemment ajouter la montée de la cybernétique pendant les années 1950 et 1960. Le « monde fermé » de Halford Mackinder reçoit ici une nouvelle signification. Les machines à vapeur et la télégraphie sont remplacées par la théorie de l'information, la modélisation par ordinateur et la programmation linéaire que Paul Edwards a nommée, et ce n'est pas un hasard, « le monde clos ¹⁵⁸ ». Dans un article de 1955, intitulé « Pouvons-nous survivre à la technologie ? », l'initiateur de la « prévision numérique du temps » par ordinateur, John von Neumann développait précisément cette nouvelle tension qui s'installa au milieu du xx^e siècle. Les progrès technologiques sont perçus comme la *raison* pour laquelle « nous commençons à sentir les effets de la taille réelle et finie de la Terre d'une manière cruciale ¹⁵⁹ », mais aussi comme la *solution* et la *voie de secours* d'une crise écologique qui commence à se manifester de manière virulente à l'échelle du globe. Il laisse penser dans une section intitulée « Controlled Climate » que le contrôle climatique n'est pas hors de portée. Ses discussions antérieures sur la fission et la fusion atomique et les bombes à hydrogène

suggèrent qu'il pensait implicitement à la possibilité d'altérer le climat à l'aide d'armes à hydrogène. Son implication importante pendant les années précédentes dans le développement de la prévision météorologique par ordinateur laisse penser à la possibilité de simuler ensemble les conséquences d'une telle intervention.

Dans ce nouveau monde fermé, un grand nombre de problèmes non seulement trouvent dorénavant une solution technologique, mais sont aussi accessibles aux outils de scénarios et de prospective. Or, comme « l'information » (dans le sens de Shannon et Weaver¹⁶⁰) n'a rien à voir avec les notions de « sens » ou de « signification », toutes les tâches sont traitées par l'ordinateur de manière égale, indépendamment du fait que l'on ait affaire à une application militaire ou pacifique, qu'il s'agisse d'optimiser le stock d'armes nucléaires ou celui de ressources naturelles. Pour utiliser l'élégante formulation de l'historien de la cybernétique Claus Pias, la théorie de l'information ne porte pas sur ce que l'on *peut* dire, mais plutôt sur ce que l'on *pourrait* dire. Elle est en ce sens une théorie d'événements virtuels¹⁶¹. D'où cette étrange liaison que l'on peut retrouver pendant la guerre froide chez beaucoup d'acteurs entre les outils de scénarios militaires et leur application à la gestion de ressources planétaires et de problèmes environnementaux. Il est peu surprenant alors que, comme beaucoup de ses contemporains, Buckminster Fuller ait aussi eu une grande fascination pour les scénarios¹⁶².

Notamment avec le « World Game » – une proposition

novatrice pour l'Exposition universelle et internationale de Montréal en 1967 – qui servit à des « étudiants du monde entier » à étudier, à l'aide d'ordinateurs, différents scénarios d'évolution de la planète, Buckminster Fuller savait réunir la planification militaire avec un souci croissant pour l'environnement et la limite des ressources naturelles. D'autres acteurs de l'époque ont également su adapter les outils militaires à une gestion planétaire, notamment Jay Forrester qui utilisait ses connaissances développées d'ailleurs dans le cadre du SAGE (Semi-Automatic Ground Environment) de la défense aérienne américaine pour les intégrer dans un système permettant d'établir des projections des limites de la croissance économique, un outil qu'il développa pour les prédictions du Club de Rome¹⁶³. La métaphore du « vaisseau spatial Terre » popularisée par Buckminster Fuller est l'une des interprétations les plus iconiques et répandues de cette nouvelle vision du monde clos de la guerre froide qui fut adoptée non seulement par les cercles militaires (notamment le Pentagone), mais aussi par les adhérents de nouvelles formes d'écologisme politique.

Les dômes géodésiques de Buckminster Fuller ainsi que de nombreux projets de l'école allemande des constructions tendues et pneumatiques de Frei Otto peuvent être interprétés comme des réalisations bien concrètes du concept de « vaisseau spatial Terre ». Comme les vaisseaux spatiaux réels – surtout lorsqu'ils montrent des dysfonctionnements considérables comme lors de la mission *Apollo 13* –, les architectures de survie de Frei Otto et Buckminster Fuller sont des manifestations pratiques

qui montrent à un large public la façon dont on peut établir, au moins à une taille réduite, un « contrôle environnemental total » et la façon dont on peut gérer, d'une manière efficiente, les ressources naturelles et les dépenses énergétiques. Cette vision technocratique a son origine pour une grande partie au cœur de la recherche militaire, mais aussi dans l'aéronautique et l'astronautique.

Vers le « vaisseau spatial Terre »

Ce qui est intéressant dans l'ensemble des travaux sur l'architecture discutés dans ce chapitre, c'est la façon dont les infrastructures de survie sont pensées et mises en œuvre pendant la période d'après-guerre. L'architecture et l'ingénierie furent indéniablement un important moteur d'expansion pendant la seconde moitié du xx^e siècle vers littéralement tous les espaces. Les dômes géodésiques occupent dans cette histoire une place tout à fait ambiguë, voire paradoxale. D'un côté, ils représentent un moyen militaire crucial dans l'expansion vers les régions polaires, comme dans le cas de l'occupation de la ligne DEW. D'un autre, ils représentent aussi une réponse aux crises environnementales que cette expansion militaire et l'armement nucléaire risquent de provoquer. Comme « *technological fix* » par excellence, comme cause et réponse à la fois, le dôme géodésique représente un outil que seul un ingénieur comme Buckminster Fuller pouvait imaginer. Cependant, cette vision

managériale et technocratique a trouvé un analogue important dans un domaine de recherche que nous avons seulement pu mentionner rapidement dans ce chapitre : l'écologie.

Le domaine militaire a montré aussi beaucoup d'intérêt dans les études systémiques, dont l'écologie représente un domaine de recherches privilégié à partir des années 1950, avec un grand nombre de techniciens et scientifiques impliqués dans la mise en place conceptuelle et technique de cycles de gaz, d'eau et de nutriments. Le rêve des premiers astrofuturistes d'établir la présence humaine sur l'orbite terrestre ou même sur Mars a trouvé dans ces études des années 1950 une solide base scientifique qui a permis l'établissement de la vision de l'Espace comme ressource infinie. Lors d'une conférence sur la colonisation spatiale qu'il a organisée en 1974, O'Neill n'a d'ailleurs pas manqué de souligner qu'il n'y a pas seulement « des ressources pratiquement illimitées », mais qu'on pourrait aussi les revendiquer « sans fusiller des Indiens¹⁶⁴ » ! Dans son manifeste sur la colonisation spatiale, il a répété cette vision de l'Espace comme « source illimitée de matériaux, accessible sans voler, ni tuer ou polluer¹⁶⁵ ». Les colonies spatiales ont alors pu apparaître dans ce contexte comme des *lieux idéaux*, sereinement dirigés par une gestion rationnelle, une conceptualisation qui contrastait en même temps fortement avec la Terre, perçue, surtout à partir des années 1960, comme dangereusement mal gérée, notamment du point de vue d'une réduction massive de ressources naturelles et des craintes profondes liées à la croissance exponentielle possible de la population.

Cet esprit technocratique d'écosystèmes artificiels venus du domaine de l'exploration spatiale fut relayé pendant les années 1960 par un nouveau discours qui, grâce aux célèbres photographies spatiales de la Terre, a interprété la planète entière comme un vaisseau spatial aux modalités de survie pouvant être en principe toutes régulées et ajustées. Comme métaphore clé d'un mouvement environnementaliste en pleine ascension, les photographies de la Terre entière ont non seulement montré un espace clos et fermé, mais aussi stimulé une vision « paramétrique » de la Terre : la conviction que chaque paramètre scientifique, qui garantit la survie sur Terre, pourrait être régulé, comme la stabilité, les boucles de rétroaction ou bien la « capacité de charge » (Kenneth Boulding) de notre biosphère. Le « vaisseau spatial Terre » est devenu à travers cette réadaptation le modèle fondamental pour la gestion globale de notre biosphère, un modèle dans lequel le facteur humain pouvait représenter une menace considérable. C'est précisément la raison pour laquelle nous retrouvons parmi la « nouvelle » génération des astrofuturistes, tels que Gerard O'Neill, la conviction profonde que la Terre devrait être « nettoyée » de la présence humaine. Cette nouvelle économie du « vaisseau spatial Terre » a servi en même temps à souligner les craintes développées par le Club de Rome dans son *Halte à la croissance ?*, même si l'on possédait désormais des stratégies « de sortie » ou de secours, proposées de façon très virulente par ces nouveaux avocats de la colonisation spatiale¹⁶⁶. Celle-ci se présente en ce sens comme une réponse

à toutes sortes de pénuries, une sorte de contre-programme à *Halte à la croissance* ? dont la devise principale semble consister en : « Si on ne peut plus sauver le monde, il faut le construire ailleurs. »

D'où la grande méfiance de Gerard O'Neill vis-à-vis de « l'état équilibre » de ce qu'il appelait la « civilisation "*steady-state*"¹⁶⁷ », aussi propagée par les modèles de Jay Forrester et Dennis Meadows développés pour le Club de Rome. Dans *The High Frontier*, il a ouvertement qualifié de véritable aberration cette vision trop mécanique de la société du Club de Rome¹⁶⁸. De la même manière, l'écrivain Ben Bova pointa le problème fondamental du rapport Meadows qui est, selon lui, de supposer que la Terre consiste en un système fermé et une vision statique de la société alors que l'Espace présente des ressources pratiquement infinies¹⁶⁹. Forrester, Meadows et « Halte à la croissance » sont autrement dit pris en otages pour une sorte de déclaration de capitulation culturelle qui exclurait par définition le progrès et la liberté d'un développement ouvert, car toute culture statique serait répressive face au développement de « nouvelles idées ».

Or, comme beaucoup d'autres projets de la guerre froide, dirigés dans une large mesure par un scientisme extrême et une confiance aveugle dans la toute-puissance de la technologie, la migration spatiale, telle qu'elle fut imaginée par O'Neill, ne s'est jamais réalisée. Contrairement aux années 1960, où l'occupation permanente des pôles et d'autres planètes semblait très proche, il faut constater que, depuis le milieu

des années 1970, l'occupation d'autres planètes n'est plus une solution viable. Depuis le « lever de la Terre » et la « Bille bleue », nous le verrons dans les deux chapitres qui suivent, ce n'est plus l'Espace, mais notre propre planète qui est la véritable « découverte » de l'exploration spatiale. La pensée « globale » ne fait plus référence à un « extérieur » ou un « ailleurs ». C'est plutôt la planète Terre et son avenir qui recevront par la suite toute l'attention.