La conquête de l'Espace, une aventure architecturale : entre utopies cosmiques et perspectives concrètes d'habitat spatial

Sarah Girona

▶ **To cite this version:**

Sarah Girona. La conquête de l'Espace, une aventure architecturale : entre utopies cosmiques et perspectives concrètes d'habitat spatial. Architecture, aménagement de l'espace. 2018. dumas-02456353

HAL Id: dumas-02456353

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02456353

Submitted on 27 Jan 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

La conquête de l'Espace, une aventure architecturale

Entre utopies cosmiques & perspectives concrètes d'habitat spatial

Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes

Mémoire 1 - UE 73

Soutenance Septembre 2018

Sarah GIRONA

sous la direction de

Marie-Paule
HALGAND

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

→nantes
ensa

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

« espace »,

du latin spatium « étendue, distance »

Le terme « espace » présente plusieurs sens. Il est proposé de faire, exceptionnellement, une entrave à la grammaire en l'écrivant avec un E majuscule lorsqu'il est entendu comme : « le milieu situé au-delà de l'atmosphère terrestre et dans lequel évoluent les corps célestes. »

Cela afin d'éviter toute confusion spatiale.

« L'exploration de l'**Espace** a commencé le 4 octobre 1957 avec le lancement du premier satellite artificiel. Depuis ont été mis sur orbite plus de 4000 satellites, parmi lesquels des vaisseaux occupés par des spationautes (…) L'Espace est un milieu extrêmement hostile qui se caractérise par l'absence d'atmosphère (vide spatial), des écarts de température considérables (selon qu'une surface est tournée vers le Soleil ou qu'elle se trouve dans l'obscurité, sa température peut passer de +150°C à -150°C) et la présence de rayonnements, de particules et de poussières microscopiques. Les satellites sont conçus pour résister à ces conditions hostiles ; l'Homme ne peut survivre dans l'Espace qu'en étant protégé par une enceinte étanche et pressurisée (vaisseau spatial et, pour les sorties extravéhiculaires, scaphandre). Tout engin spatial en mouvement orbital se trouve en état d'apesanteur (ou impesanteur), dont les conséquences sont spectaculaires dans les vaisseaux habités : les spationautes ne peuvent plus marcher, car leur poids n'est plus sensibles, et les objets flottent autour d'eux s'ils ne sont pas fixés. »

Encyclopédie Larousse,
http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/espace/46661 [consulté le 3 janvier 2018]

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Résumé

La conquête de l'Espace connaît un intérêt majeur dans les années 1960-1970. L'innovation technologique transforme alors l'environnement quotidien des ménages qui assistent, en parallèle, aux premiers pas de l'Homme sur la Lune. De nombreux architectes s'inspirent de cet évènement pour esquisser leurs vues d'artistes. Ils nourrissent l'utopie d'un habitat extra-terrestre modulable, évolutif et adaptable. Dès lors, l'engouement pour la conquête spatiale amène les architectes à renouveler constamment leur regard pour penser les conditions d'un projet d'habitat extra-terrestre.

Comment les architectes imaginent la façon dont l'Homme habitera en dehors de l'atmosphère terrestre ? Quelles réponses apportent-ils pour permettre à l'Homme de s'adapter aux conditions extrêmes de ce milieu ? Que nous apprennent-ils sur notre époque et sur la relation que nous entretenons avec notre propre planète ?

L'objet de ce travail est de questionner la relation qu'entretient l'architecte avec l'exploration de nouveaux espaces. A partir des utopies et des expérimentations réalisées en faveur d'un habitat spatial[1] virtuel ou réel, nous analyserons comment ces productions sur l'Espace évoluent au fil du temps et finissent par faire éclore de nouvelles perspectives sur Terre.

Mots clés : Utopie architecturale, Prospective, Habitat spatial, Espace restreint, Construction en conditions spéciales.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[1] On considère comme habitat spatial les vaisseaux, les stations et les bases permettant d'organiser des missions spatiales de longues durée dans l'Espace.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Remerciements

Ce mémoire n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et le soutien de ma directrice de mémoire, de ma famille et de mes amis.

Je remercie tout d'abord Marie-Paule Halgand pour sa qualité d'écoute et l'exigence dont elle a fait preuve dans le suivi de ces travaux.

Je remercie également Yann Rocher, maître assistant à l'ENSA Paris Malaquais et Emmanuel Dufrasnes, enseignant chercheur responsable du réseau disruptif sur les architectures en milieux extrêmes, pour leurs précieux conseils.

Merci à Yves-Marie pour tout l'amour qu'il m'apporte au quotidien et pour son soutien permanent au long de cette année.

Merci à Brice et à Jeanne pour l'intérêt qu'ils ont porté pour ce sujet, souvenirs de soirées à discuter de conquête spatiale et d'autres mondes possibles.

Enfin merci à tous mes camarades de la formation professionnelle continue qui font de ces années de formation professionnelle continue de formidables souvenirs.

A Gabriel 12 ans, Elouan 10 ans, Anatole 8 ans et Augustin 6 ans, mes neveux qui un jour comprendrons ce que je fais encore à l'école.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Avant-Propos

J'arrive au terme d'une première année de master riche en enseignements à l'école d'architecture de Nantes, et je ressens le besoin de faire un premier bilan des expériences qui m'ont permis de me forger une culture architecturale et une autre manière d'appréhender la pratique du projet.

De ces réflexions ressortent de nombreuses interrogations sur ma vision de l'architecte et sa manière de concevoir. Et à quelques mois de passer mon projet de fin d'étude, je me pose encore et toujours la question des renouvellements que je souhaiterais apporter à ma pensée.

Aussi, lorsque l'on me demande ce qui m'amène, dans le cadre de ce mémoire, à analyser comment les architectes imaginent la façon dont l'Homme habitera en milieu extra-terrestre, - démarche totalement déconnectée de ma pratique architecturale en apparence -, je pense à tout ce que ce travail a représenté pour moi.

Tout d'abord, l'opportunité d'ouvrir mon esprit à un processus d'expérimentations qui m'était jusqu'ici inconnu, et d'envisager d'autres pratiques éloignées des approches normatives et des règlementations que je rencontre au quotidien dans mon environnement professionnel.

Ce travail m'a également permis de répondre à certaines questions importantes que je me posais sur les rapports qu'entretiennent les architectes avec le contexte et les rapports d'échelle.

Ces réflexions m'ont semblé intéressantes pour prendre de la distance avec mon environnement et m'approprier une autre vision de l'architecture.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Résumé 5
Remerciement 7
Avant-Propos 9
Table des matières 10

Introduction 13

1. Précurseurs et propositions visionnaires 15

Fresque chronologique

1.1 Aux prémisses de l'exploration spatiale
1.1.1 L'arrachement à la pesanteur
1.1.2 La prise de conscience de la notion d'espace
1.1.3 De nouvelles utopies

1.2 Imaginaires de la conquête spatiale dans un climat d'optimisme technologique sous couvert de guerre froide
1.2.1 Aux Etats-Unis, les propositions visionnaires de Wernher Von Braun et Gerard O'Neill
1.2.2 Inspiration futuriste de l'architecte Georgii Krutikov en Ex-URSS

2. 1969 : L'Homme dans l'Espace, une nouvelle odyssée pour la pensée architecturale 33

2.1 Penser l'habitabilité des vols spatiaux
2.1.1 Les plans de l'architecte russe Galina Balashova pour le programme spatial soviétique
2.1.2 Raymond Loewy et l'expérience du Skylab

2.2 L'Espace comme champ d'inspiration et d'expérimentation sur Terre
2.2.1 Coop Himmelblau (Villa Rosa (1968))
2.2.2 Superstudio (Architecture interplanétaire et autoroute Terre-Lune (1970-1971))

2.3 Vers une prise de conscience écologique
2.3.1 La Terre comme un vaisseau par Buckminster Fuller

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

3. Imaginaires contemporains de l'exploration spatiale : l'architecture spatiale comme l'extension naturelle de la pratique architecturale sur Terre 42

3.1 Une meilleure connaissance du lieu pour une meilleure prise en compte des conditions du projet architectural
3.1.1 Une présence permanente de l'Homme dans l'Espace : la station spatiale internationale
3.1.2 Toujours plus loin : le rêve d'une colonisation prochaine de Mars
3.1.3 La Lune, une étape intermédiaire pour des séjours prolongés dans l'Espace

3.2 De l'usage des nouvelles technologies en architecture
3.2.1 La création d'un village lunaire par Norman Foster + Partners (2012)
3.2.2 La création d'un village martien par Norman Foster + Partners (2015-2019)
3.2.3 Autres perspectives concrètes d'habitat spatial

3.3 De nouvelles réflexions pour la planète Terre
3.3 La Terre comme un vaisseau par Liquifer System Group (2014)

Conclusion..... 55
Bibliographie commentée..... 57
Sources iconographiques..... 60

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Introduction

La conquête spatiale : un intérêt limité pour l'Homme

Dans un entretien au magazine *La Recherche,* Jacques Blamont, qui fut l'un des créateurs de l'agence spatiale européenne, affirme que « l'homme dans l'espace est sans avenir »[2]. Tout comme lui, d'autres scientifiques pensent que « la présence humaine n'est pas nécessaire à l'exploration spatiale par l'entremise de vols habités »[3].

Il n'y aurait ainsi pas de raison objective qui motive l'envoi d'un humain dans l'Espace, ni la création d'habitat permanent dans la mesure où aucune poussée démographique ne justifie un départ imminent de la Terre, qu'aucune menace extra-terrestre n'a jusqu'ici été dirigée envers notre planète et que l'exploration spatiale pourrait très bien se poursuivre par l'intermédiaire de robots programmés. De plus, le coût élevé des missions spatiales, l'ingénierie nécessaire à une expansion territoriale extra-terrestre et les problématiques d'adaptation à ce nouvel environnement[4] constituent autant de freins à la colonisation de l'Espace par l'Homme.

Alors comment expliquer le fait que l'on tienne tant à aller dans l'Espace ?

Pourtant, les agences spatiales consacrent un effort important depuis les années 1950 à envoyer des Hommes dans l'Espace pour continuer à en sonder les mystères[5]. Les améliorations techniques et les découvertes scientifiques récentes participent à une nouvelle course aux étoiles entre le secteur public et le secteur privé de l'industrie aérospatiale[6] qui véhiculent le rêve d'un tourisme spatial à venir et de nouvelles bases sur la Lune et sur Mars d'ici 2030. Ainsi, presque soixante-dix ans après l'ouverture de ce grand bal, de nouveaux programmes font appel aux architectes pour représenter les utopies et les désirs d'habitat extra-terrestres qui semblent encore

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

---

[2] BLAMONT Jacques, « L'espace du XXIe siècle sera privé », in L'entretien du mois, *La Recherche*, n°416, février 2008, p.61.

[3] « Michael Maltzan et Giovanna Borasi se rencontrent à Silver Lake, Los Angeles, à l'automne 2009 » in BORASI Giovanna et ZARDINI Mirko, *Autres odyssées de l'espace : Greg Lynn, Michael Maltzan, Alessandro Poli*, Exposition, 2010, Montréal, CCA Centre canadien d'architecture Montréal, 2010, PP 120-137.

[4] VIDARD Mathieu, *Vols dans l'espace : les risques pour la santé des astronautes*, [en ligne]. Diffusé le lundi 20 novembre 2017, L'édito carré, France Inter. Disponible sur : https://www.franceinter.fr/emissions/l-edito-carre/l-edito-carre-20-novembre-2017 [consulté le lundi 20 novembre 2017]

[5] Pour approfondir les raisons du développement de vols habités, se reporter à l'article de Hubert Curien : CURIEN Hubert, in PIGEAT Jean-Paul, *Au temps de l'espace*, Editions du Centre Georges Pompidou-CCI, Paris, 1983, PP. 175-179.

[6] SEUT Dominique, *SpaceX : la leçon de folie*, [en ligne]. Diffusé le mercredi 3 janvier 2018, L'édito éco, France Inter. Disponible sur : https://www.franceinter.fr/emissions/l-edito-eco/l-edito-eco-03-janvier-2018 [consulté le mercredi 3 janvier 2018] ; OCKRENT Christine, *L'exploitation de l'espace.* , [en ligne]. Diffusé le 30 décembre 2017, Affaires étrangères, France Culture. https://www.franceculture.fr/emissions/affaires-etrangeres/lexploitation-de-lespace, [consulté le 3 janvier 2018] ; VIDARD Mathieu, *Établir une colonie sur une autre planète, est-ce vraiment possible ?*, [en ligne]. Diffusé le mardi 6 février 2018, Culture, France Inter. Disponible sur : https://www.franceinter.fr/culture/une-colonie-extraterrestre-est-ce-possible ; GESBERT Olivia, GASCON Julie, *Mars, de l'eau et ça repart,* [en ligne]. Diffusé le vendredi 3 août 2018, L'invité des matins d'été, France Culture. Disponible sur : https://www.franceculture.fr/emissions/linvite-des-matins-dete-2eme-partie/mars-de-leau-et-ca-repart, [consulté le 3 août 2018]

appartenir au monde virtuel. De même, ces nouvelles réflexions sur l'Espace inspirent les architectes qui font éclore de nouvelles perspectives dans le domaine de l'architecture sur Terre[7].

Comment les architectes imaginent, aux côtés des scientifiques, la façon dont l'Homme habitera en dehors de l'atmosphère terrestre ? Quelles réponses apportent-ils pour permettre à l'Homme de s'adapter aux conditions extrêmes de ce milieu ? Que nous apprennent-ils sur notre époque et sur la relation que nous entretenons avec notre propre planète ?

Ce mémoire propose de mettre en lumière la manière dont les architectes présentent leurs visions créatrices par l'intermédiaire de la conquête spatiale et finissent par faire éclore de nouvelles perspectives pour notre planète.

Après avoir analysé les évènements précurseurs à la conquête de l'Espace par les architectes, on étudiera différents projets recueillis au fil de nos investigations afin d'observer la manière dont les architectes se sont emparés du thème de la conquête spatiale pour penser une architecture extra-terrestre. Ceci afin de révéler l'influence de ces représentations sur le renouvellement de la pensée architecturale durant la deuxième partie du XXème siècle.

Cette recherche nous amènera à comprendre les raisons pour lesquelles l'évolution de la pratique architecturale contemporaine tend à une certaine dématérialisation du projet et à une plus grande prise en compte des données environnementales des planètes à conquérir.

———

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[7] BORASI Giovanna et ZARDINI Mirko, *Autres odyssées de l'espace : Greg Lynn, Michael Maltzan, Alessandro Poli*, Exposition, 2010, Montréal, CCA Centre canadien d'architecture Montréal, 2010, 159 p.

1. Précurseurs et propositions visionnaires

L'Homme observe un engouement répété pour la conquête d'univers inconnus. Cet intérêt pour le cosmos[8] a permis un renouvellement constant du rapport que l'Homme entretient avec sa planète et à son architecture :

• L'apport théorique des philosophes Grecs et les multiples découvertes scientifiques de la Renaissance constituent les premiers moments de bascule qui remettent en question les croyances de l'époque : l'image d'un disque placé sous la voûte céleste est remplacée par la représentation de la Terre comme une sphère[9]. Cette découverte transforme alors la forme et la profondeur de la Terre.

• Avec l'héliocentrisme, théorie physique présentée par Copernic en 1543[10], « la Terre tombe de son piédestal, devient une planète banale, perd sa centralité, (et) affranchit l'homme de sa tutelle divine »[11]. L'esprit humain modifie une nouvelle fois sa manière de penser l'espace et la distance.

• La découverte de la perspective par les peintres et architectes italiens ouvre la voie à un espace abstrait et géométrisé, affranchi des objets[12]. « Le monde clos laisse alors la place à un univers infini dans l'ouverture duquel s'aventurent les conquérants en tous genres : navigateurs-explorateurs, ingénieurs de la technosphère, fondateurs de royaumes et d'empires »[13].

C'est ainsi que l'Homme reformule les lieux au fil des siècles et s'extrait progressivement de la surface terrestre en imaginant sa maison hors du monde.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

8 « Cosmos » du grec « kosmos », « monde ordonné », par opposition au chaos, dictionnaire Larousse, http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/cosmos/19565?q=cosmos#19451, [consulté le 3 janvier 2018].

9 LURCAT François, "La Physique et l'espace temps », in PIGEAT Jean-Paul, *Au temps de l'espace*, Editions du Centre Georges Pompidou-CCI, Paris 1983, 1983, P.15.

10 « Héliocentrisme ». Système astronomique d'après lequel on considère le Soleil comme le centre de l'Univers (astronomie ancienne) ou comme l'astre autour duquel s'effectue la rotation des planètes. S'oppose au géocentrisme, dictionnaire Larousse, https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/héliocentrisme/39362?q=heliocentrisme#39279 [consulté le 3 janvier 2018].

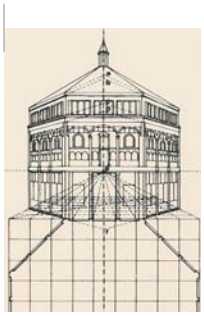
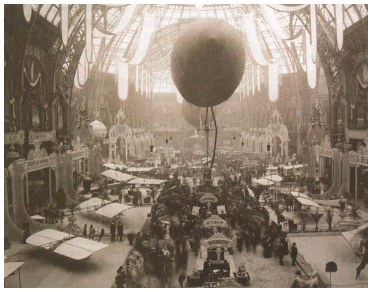
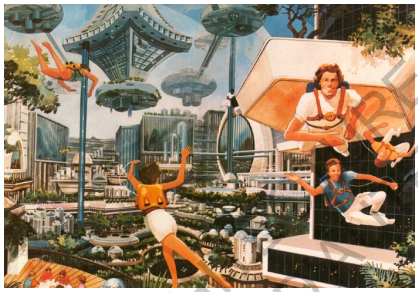
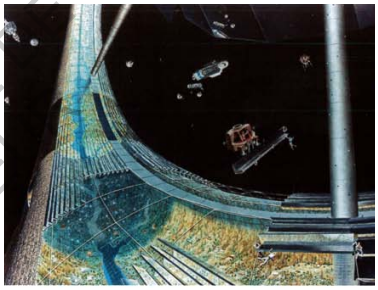
11 ROCHER Yann, *Globes, Architecture et science explorent le monde*, Catalogue d'exposition, Cité de l'Architecture et du Patrimoine, Paris, 2017, P.10.

12 La conquête d'espaces abstraits et incommensurables à la Renaissance ont notamment influencé la pensée de villes idéales par l'architecte italien Léon Battista Alberti et l'architecte anglais Thomas More, suivis trois siècles plus tard par Claude Nicolas Ledoux et Étienne-Louis Boullée.

13 BLANQUART Paul, « Une nouvelle expérience de l'espace », in PIGEAT Jean-Paul, *Au temps de l'espace*, Editions du Centre Georges Pompidou-CCI, Paris 1983, 1983, P.6.

Fresque chronologique

Renaissance	Les Lumières	Industrialisation	Guerres mondiales
L'arrachement à la pesanteur	La prise de conscience de la notion d'espace	L'élargissement de la notion d' « espace » par l'Homme	De nouvelles utopies

AUX PREMISSES DE L'EXPLORATION SPATIALE

Thomas More (1478 - 1535)
Humaniste créateur du terme « Utopie », il crée cinquante-quatre villes géométriques de six miles chacun.

Léon Battista Alberti (1404 - 1472)
Architecte italien qui introduit le projet de villes idéales à travers son traité De re aedificatoria

Étienne-Louis Boullée (1728 - 1739)
Architecte et utopiste français qui imagine des édifices utopique avec des formes géométriques simples et une échelle gigantesque.

Claude Nicolas Ledoux (1736 - 1806)
Architecte, urbaniste et utopiste français, figure de l'architecture néoclassique qui formalise différents projets d'une cité idéale dont le projet de ville industrielle utopique des Salines de Chaux.

ARCHITECTES PRECURSEURS

Georgii Krutikov (1889-1958)
Architecte russe constructiviste connu pour son diplôme de fin d'études de ville volante en 1928.

Buckminster Fuller (1895 - 1983)
Architecte américain connu pour ses dômes géodésiques. Il écrit le « manuel d'instruction pour le vaisseau spatial « Terre » en 1969, dans lequel il introduit l'idée que la Terre est l'unique vaisseau qui permet à l'humanité de naviguer et qu'il faut piloter avec soin, introduisant un certain nombre de concept écologistes.

Galina Balashova (1931)
L'architecte russe Galina Balashova est employée à partir de 1964 pour concevoir secrètement l'aménagement intérieur de capsules, stations et navettes auprès de l'agence spatiale russe

Ionel Schein (1927 - 2004)
Architecte, urbaniste et historien français, définit la capsule comme une « architecture cyborg » : « l'homme se défixera »

Architectes explorés dans le cadre de ce mémoire

Architectes qui influencent la pensée mais qui ne sont par reconnus principalement pour leurs travaux sur le milieu extra-terrestre

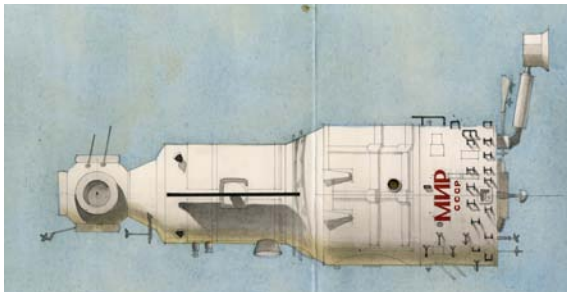
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

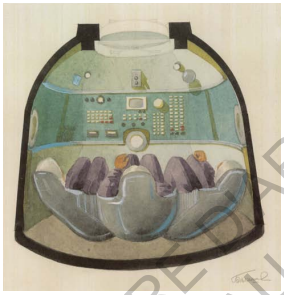
Trente Glorieuses | **XXIe siècle**

Essor de l'astronautique dans un climat d'optimisme technologique sous couvert de guerre froide

Imaginaire de la capsule

Imaginaires contemporains de l'exploration spatiale : l'architecture spatiale comme l'extension naturelle de la pratique architecturale sur Terre





Yona Friedman (1923)
Architecte qui interroge l'architecture dans son rapport aux autres champs de la culture humaine tels que les sciences. Projet manifeste et iconique : la Ville spatiale.

Pascal Haüsermann (1936-2011)
Architecte pionnier du renouvellement des formes en architecture conçoit des bulles cosmiques (construction modulaires, autoconstructions, bâtiment sphériques)

Archizoom Groupe florentin emblématique du mouvement radical italien, Archizoom développe une recherche sur la ville, l'environnement et la culture de masse, à travers leur projet No-Stop City en 1968

Jean-Louis Chanéac (1931-1993)
Architecte qui milite pour l'implantation libre de cellules individuelles, évolutives et mobiles.

Coop Himmelblau
Architectes autrichiens à la recherche de nouvelles formes pour l'architecture et de nouveaux modes d'habiter se concrétise dans des architectures gonflables.

Martin Pinchis (1908-2005)
Architecte proche des villes spatiales tridimensionnelles de Yona Friedman ou d'Edouard Albert, il développe la notion d'astro-urbanisme : de nouvelles structures urbaines mises en orbite sous la forme de satellites artificiels.

Archigram
Architectes anglais qui développent une architecture théorique. Le projet de ville nomade « Instant city » introduit la notion de mobilité et développe l'idée d'une ville itinérante et instantanée qui incarne l'utopie d'une architecture libérée de tout ancrage, d'une ville volante et aérienne. L'architecture comme création d'un environnement artificiel.

Superstudio
Architectes, groupe radical fondé à Florence qui revendique une pratique conceptuelle et iconoclaste (Architettura Interplanetaria, Autostrada Terra-Luna),

David Georges Emmerich (1925 - 1996)
Architecte et ingénieur, représentant français de la morphologie structurale développée par Le Ricolais, Wachsmann et Fuller.

Il développe des principes auto-constructifs fondés sur des structures légères dont les projets d'habitat spatial sur Mars développés par les architecte contemporains sont largement inspirés.

Clouds Architecture Office / SEArch
Architectes à l'initiative du projet Ice House qui prévoit un habitat protégé par des parois de glace sur Mars.

Norman Foster + Partners
Le groupe fait partie d'un consortium mis en place par l'ESA pour explorer les possibilités de l'impression 3D en vue d'établir une base lunaire

Greg Lynn (1964)
Architecte américain qui explore les possibilités de fabrication numérique afin de rendre possible la réalisation de formes complexes (N.O.A.H. et New City)

Liquifer System Group
Architecte à l'initiative du projet « la Terre comme un vaisseau », qui propose d'intégrer le principe d'économie du spationaute sur son vaisseau à notre planète.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

1.1 Aux prémisses de l'exploration spatiale

1.1.1 L'arrachement à la pesanteur

Poussés par la nécessité ou la curiosité, les Hommes partent à la conquêtes de nouveaux continents et expérimentent différentes manières de quitter le sol pour gagner toujours plus de hauteur et s'affranchir de leur propre gravité[14].

A partir de 1783, « les premiers vols en ballon ouvrent déjà la voie à des investigations bien concrètes, individuelles et expérimentales, faites de prouesses techniques et d'aventures humaines remarquables. Ces machines que l'on ne peut diriger nourrissent tout au long du XIXe siècle de nouveaux imaginaires, traçant l'horizon de conquêtes possibles »[15].

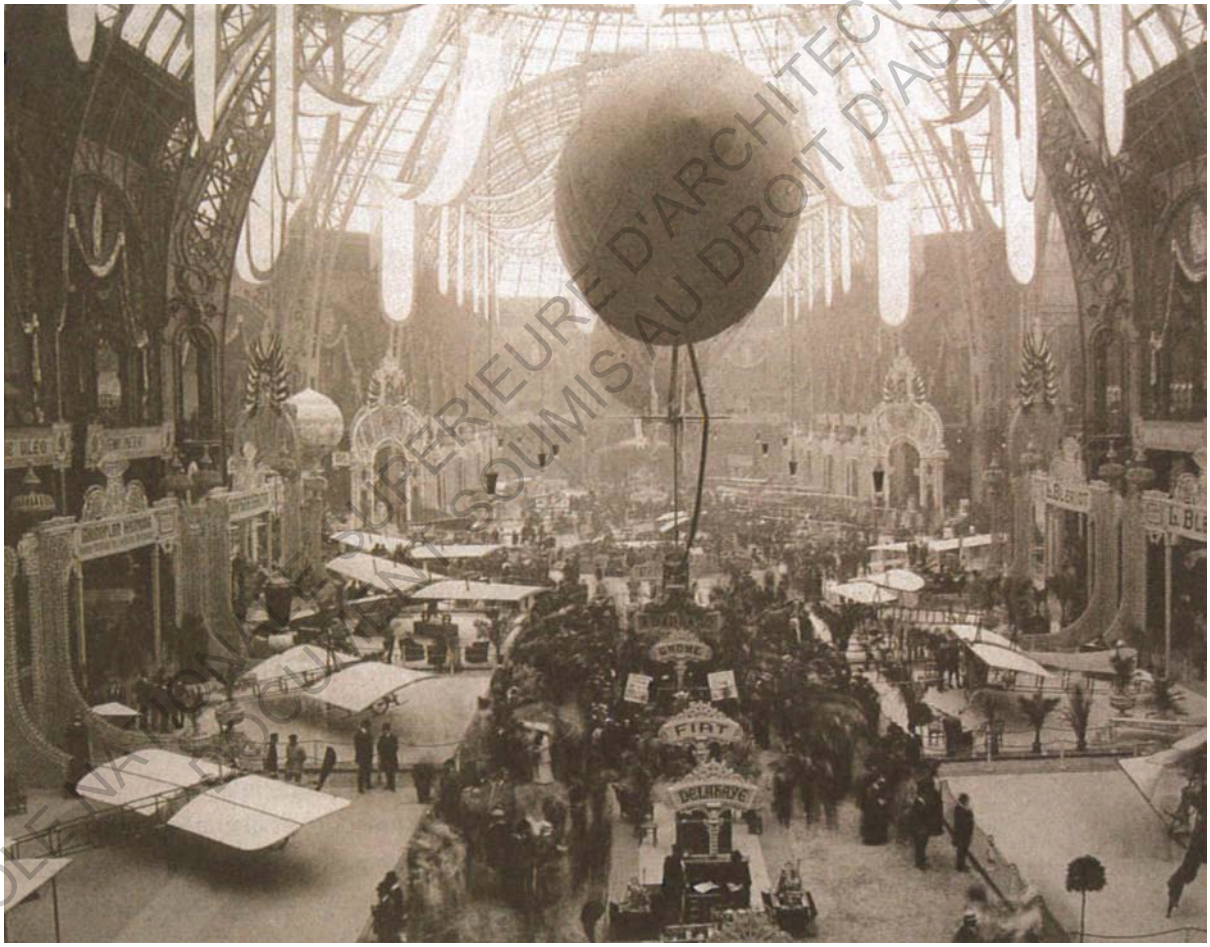


Fig. 1 : Premier salon parisien de la locomotion aérienne, qui s'est tenue au Grand Palais du 25 septembre au 17 octobre 1909. Photographie prise le jour de l'inauguration.

[14] On parle déjà au XIe siècle d'un moine bénédictin anglais, Eilmer de Malmesbury, qui se jette d'une tour de l'abbaye de Malmesbury et s'écrase au sol 200 mètres plus loin (http://www.athelstanmuseum.org.uk/people_eilmer.html), [consulté le 2 janvier 2018].

[15] ROSEAU Nathalie, THEBAUD-SORGER Marie, L'emprise du vol : de l'invention à la massification, histoire d'une culture moderne, MétisPresses, Lausanne, 2013, P.9

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

La conception de l'espace évolue face au développement de la locomotive, de l'automobile ou encore de l'aviation qui permet une plus grande prise de recul par rapport à la Terre.

Fig. 2 : Record expérimental de résistance à une « force g » par le colonel-médecin de l'US Air Force John Paul STAPP. (NASA, 1954)

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

1.1.2 La prise de conscience de la notion d'espace

La prise de conscience de la notion d' « espace » apparaît ainsi progressivement au fil des siècles et le XIXe siècle voit naître « un sentiment du monde en rupture la plus complète avec ce qu'avaient connu les époques antérieures »[16]. Les créations architecturales présentées aux expositions universelles de la deuxième moitié du XIXe siècle[17] participent à la révolution des habitudes visuelles et du sentiment d'espace dans la pensée architecturale, qui devient selon Alain Guilheux « une sorte de concept totalisant de l'histoire » et de l'architecture moderne au XXe siècle[18].

[16] GUILHEUX Alain, « Humeurs d'espace », in PIGEAT Jean-Paul, *Au temps de l'espace*, Editions du Centre Georges Pompidou-CCI, Paris 1983, 1983, PP. 92-96.

[17] On citera pour l'exemple le Crystal Palace de l'architecte Joseph Paxton pour l'exposition de 1867 ou encore la Tour Eiffel de l'ingénieur Gustave Eiffel pour l'exposition de 1889.

[18] *Ibid*.

1.1.3 De nouvelles utopies spatiales

Face à l'extension démesurée des villes liée à l'industrialisation se développent de nouvelles utopies dès la deuxième partie du XIXe et au cours du XXe siècle. A ce titre, Françoise Choay fait référence au courant de la « Technotopia »[19], qui se répand dans les années cinquante face à l'augmentation de la population sur Terre et aux problématiques environnementales qui se posent. Cette pensée cherche à anticiper ces problématiques terrestres grâce au progrès technique. Il s'agit de trouver de nouveaux lieux où habiter. La libération de la Terre par l'exploitation des sous-sols, de l'air et de la mer fait partie des réponses apportées.

Yona Friedman constitue l'un des architectes précurseurs de ce courant. Dans son projet de « Ville spatiale » qu'il imagine en 1959, il invente une structure spatiale surélevée sur pilotis, qui peut enjamber des zones non constructibles et des villes existantes. Selon lui, « cette technique permet un nouveau développement de l'urbanisme : celui de la ville tridimensionnelle ; il s'agit de multiplier la surface originale de la ville à l'aide de plans surélevés »[20]. La superposition de niveaux constitués de modules démontables et transformables permet de toucher le sol en une surface minimum. Cette maille modulaire autorise une croissance sans limite de la ville et constitue un imaginaire prolifique en matière d'architecture modulaire.

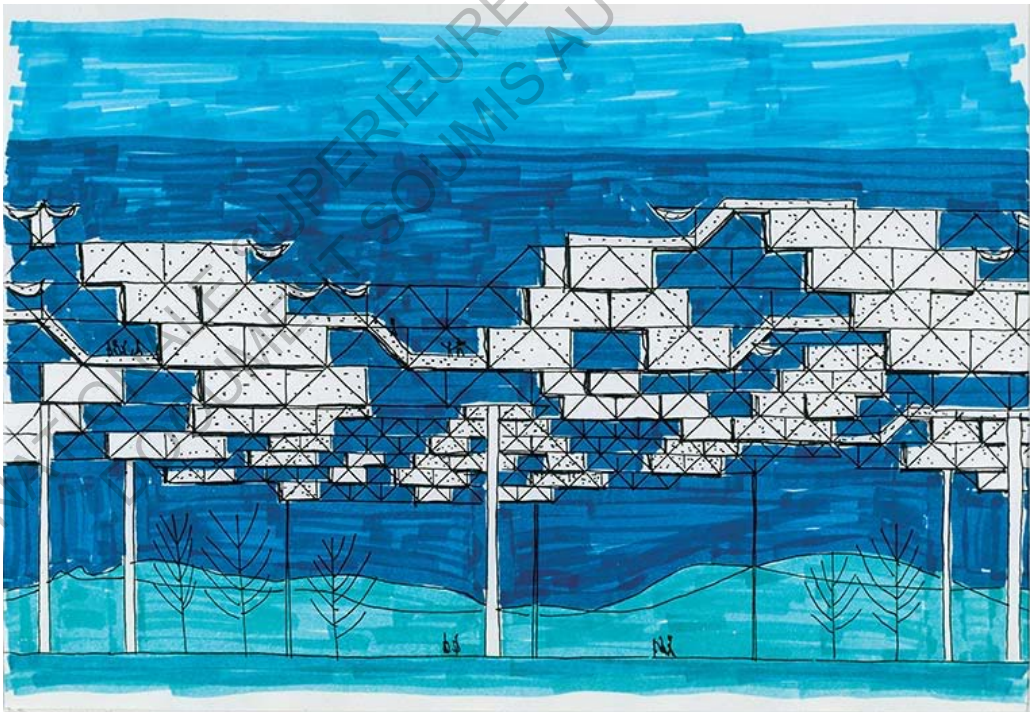


Fig. 3 : Dessin à l'encre et sur papier de Yona Friedman, Ville spatiale, 1959-1960

[19] CHOAY Françoise, *Urbanisme : utopies et réalités, une anthologie,* Essais, Ed. Seuil, Paris, 2014, 464 p.

[20] Voir la présentation du projet de Ville spatiale par Yona FRIEDMAN sur le site internet du FRAC Centre Val de Loire : http://www.frac-centre.fr/collection-art-architecture/friedman-yona/ville-spatiale-64.html?authID=72&ensembleID=164

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Les préoccupations portée par les architectes et urbanistes au terme de la deuxième guerre mondiale sont également partagées par l'agence spatiale américaine de la NASA qui, "alarmée par la surpopulation, l'effet de serre et la menace d'un holocauste nucléaire, (prépare) un ensemble de plans ou de de concepts de colonies spatiales de forme cylindrique toroïdale ou sphérique, capables d'accueillir chacune quelques 10 000 personnes »[21].

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[21] BORASI Giovanna et ZARDINI Mirko, *Autres odyssées de l'espace : Greg Lynn, Michael Maltzan, Alessandro Poli*, Exposition, 2010, Montréal, CCA Centre canadien d'architecture Montréal, 2010, P.11.

1.2 Figures emblématiques de la conquête spatiale dans un contexte de guerre froide

Fig. 4 : Maquette de la fusée pour aller sur la Lune, couverture du magazine Life le 18 novembre 1957, avec la photographie de Wernher Von Braun, pionnier de l'astronautique, il est récupéré au terme de la deuxième guerre mondiale par l'armée américaine qui recrutait les scientifiques allemands travaillant au sein de complexes militaro-industriels en Allemagne.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Au terme de la seconde guerre mondiale, les américains intensifient la recherche militaire en se concentrant sur le développement de missiles à longue portée dans le but de se doter d'une arme qui puisse leur permettre d'atteindre n'importe quel point du globe et d'asseoir ainsi leur suprématie politique. De leur côté, les soviétiques engagés dans la course à l'armement se projettent au-delà de la stratosphère. Avec l'arrivée du premier satellite de l'ex-URSS Spoutnik en 1957 et le premier vol de Youri Gagarine quatre ans plus tard, la guerre froide prend une nouvelle dimension : une compétition spatiale est engagée entre les Etats-Unis et l'ex-URSS pour faire valoir la suprématie de ces nations dans l'Espace.[22]

1.2.1 Les propositions visionnaires de Wernher Von Braun et Gerard O'Neill

Dès les années cinquante, l'idée d'une colonie spatiale toroïdale est présentée par le scientifique Werner Von Braun, pionnier de l'astronautique et expert en balistique. Son travail est repris par le centre de recherche de la NASA qui, à partir des années 1970, mène des stages d'été dirigés par le physicien Gerard O'Neill, pour imaginer des colonies spatiales. Il développe ainsi l'idée qu'une nouvelle société technologique ne peut se développer que dans l'Espace. Son approche réunit les problématiques techniques d'habitabilité en milieu hostile avec des questions morales, éthiques et sociétales.

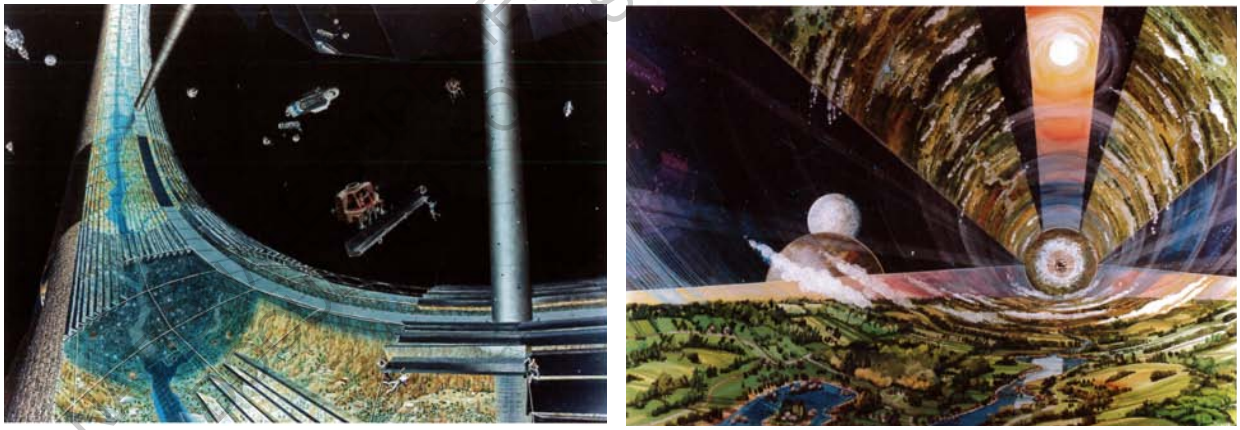


Fig. 5 : Dans les années 1970, le centre de recherche de la NASA mène des stages d'été dirigés par le physicien Gerard O'Neill, pour imaginer des colonies spatiales. Ces rendus artistiques par Don Davis et Rick Guidice représentent les proposition de colonies toroïdales et cylindriques.

[22] La NASA est crée en 1958 pour avancer dans le domaine du vol spatial habité, de l'exploration du système solaire et de la recherche spatiale. La NASA a toujours privilégié des objectifs lointains (envoi de sondes comme Voyager ou Explorer, programme lunaire) alors que l'ex-URSS a toujours privilégié le maintien de structures habitées en orbite basse, ce projet n'étant pas sans évoquer les possibilités d'espionnage (GOUVAIN Emmanuel, LEFEBVRE Frederic, *Habiter l'espace* [MES], Ecole d'architecture de Paris Val de Seine, 2006, P.7)

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
TOUS DROITS RÉSERVÉS AU DROIT D'AUTEUR

1.2.2 Les Villes de l'Espace

Dans sa publication phare, *The High Frontier (les villes de l'Espace)*, Gerard O'Neil présente sous forme de fiction différents modèles de colonies spatiales, dont « Ile une », une ville construite sur la face intérieure d'une sphère, mise en rotation afin de retrouver une gravité artificielle, par effet centrifuge. Des fentes dans la sphère permettent au soleil de passer, des panneaux solaires fournissent la ville en énergie et les anneaux abritent de grandes superficies d'agriculture hors sol. Paradoxalement, cette ville technologique se développant de manière concave et défiant en taille les plus grandes structures de l'époque est représentée comme une banlieue américaine idéalisée »[23].

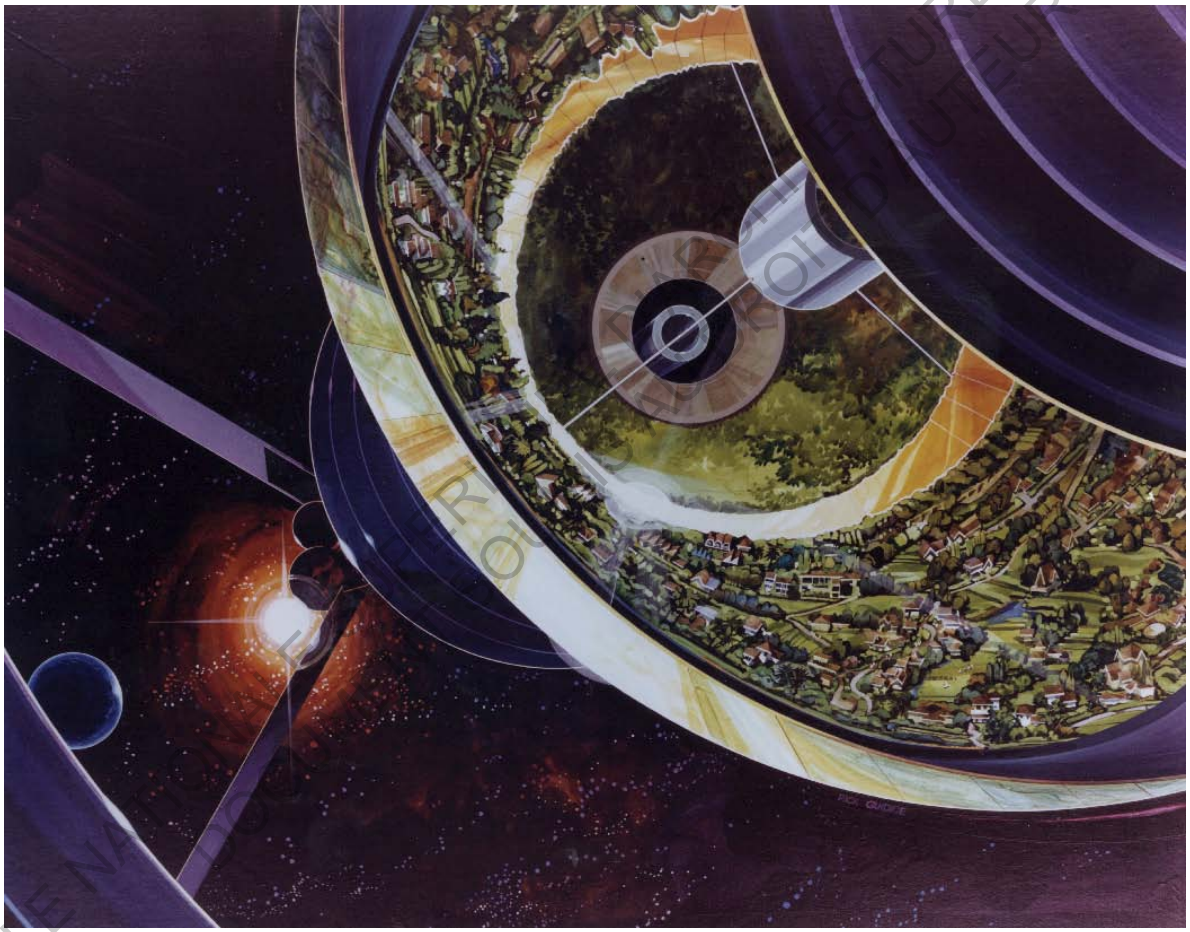


Fig. 6 : Partie habitée en écorché

[23] ROCHER Yann, *Globes, Architecture et science explorent le monde*, Exposition, 2017, Paris, Cité de l'Architecture et du Patrimoine, 2017, P.316.

Les images produites par les artistes recrutés par la NASA[24] laissent croire auprès du grand public que l'exploration de l'Espace et sa colonisation devient possible[25].

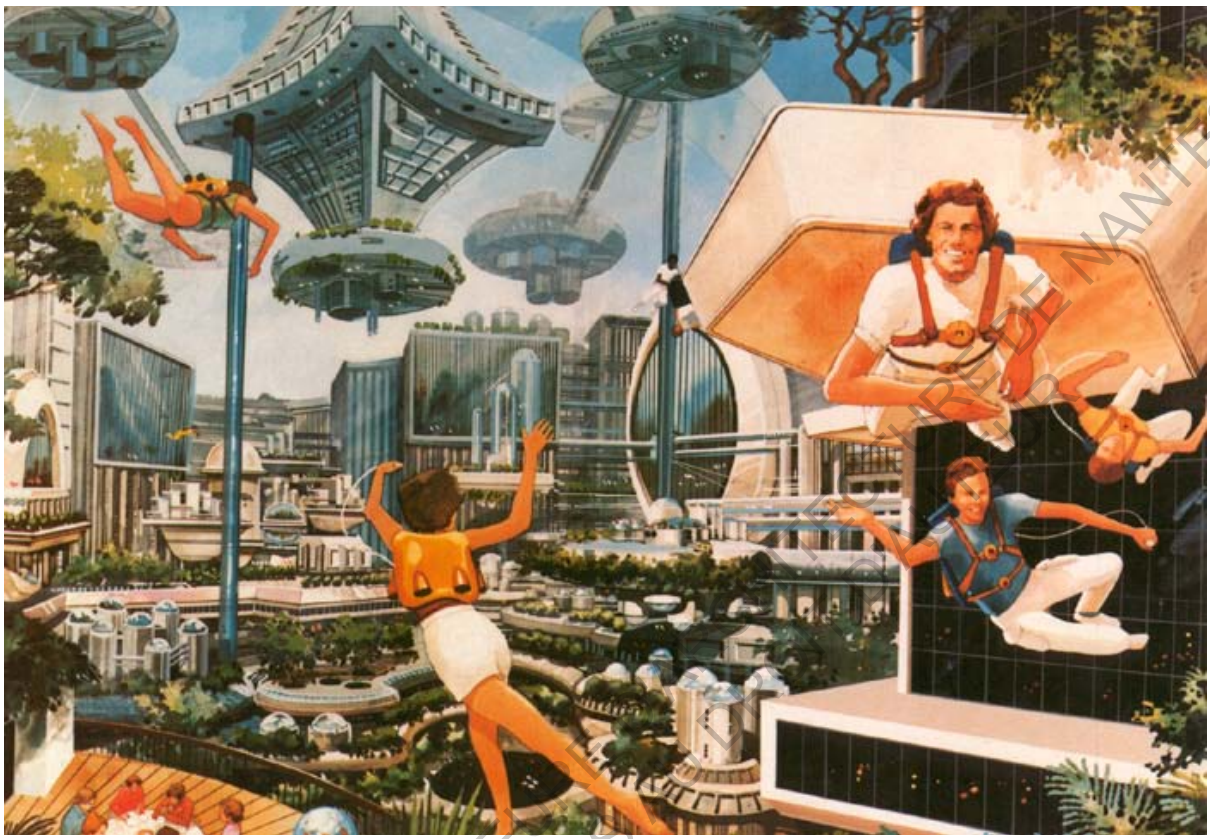


Fig. 7 : Représentation de l'intérieur d'une colonie orbitale par la NASA dans les années soixante-dix.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS

[24] Il est possible de consulter l'ensemble des projets sur le site web de la NASA : https://settlement.arc.nasa.gov (en anglais), [consulté le 3 janvier 2018].

[25] Les années soixante et soixante-dix représentent une période où les frontières entre réalité, recherche scientifique et science fiction deviennent perméables.

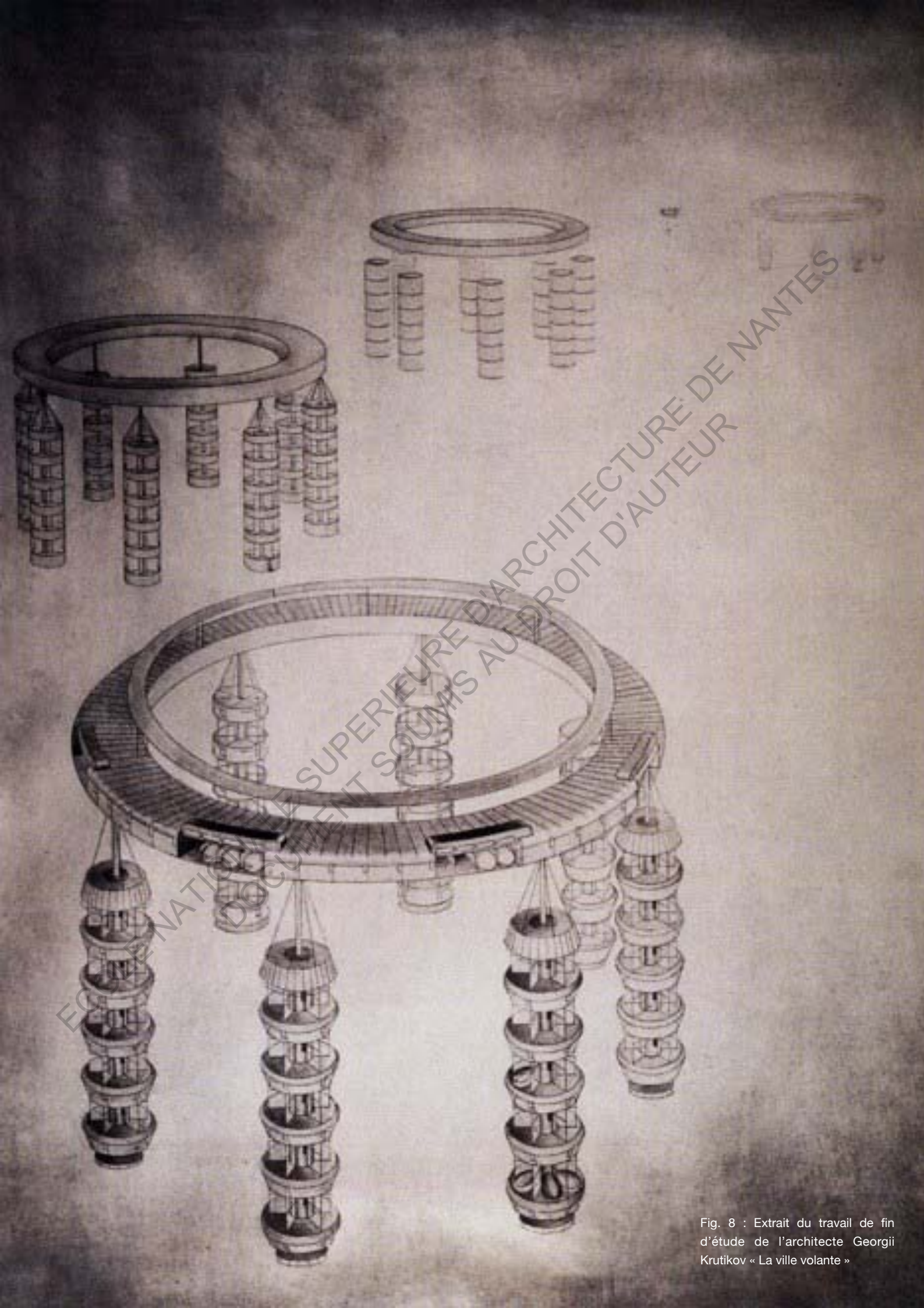


Fig. 8 : Extrait du travail de fin d'étude de l'architecte Georgii Krutikov « La ville volante »

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

1.2.3 Inspiration futuriste en Ex-URSS

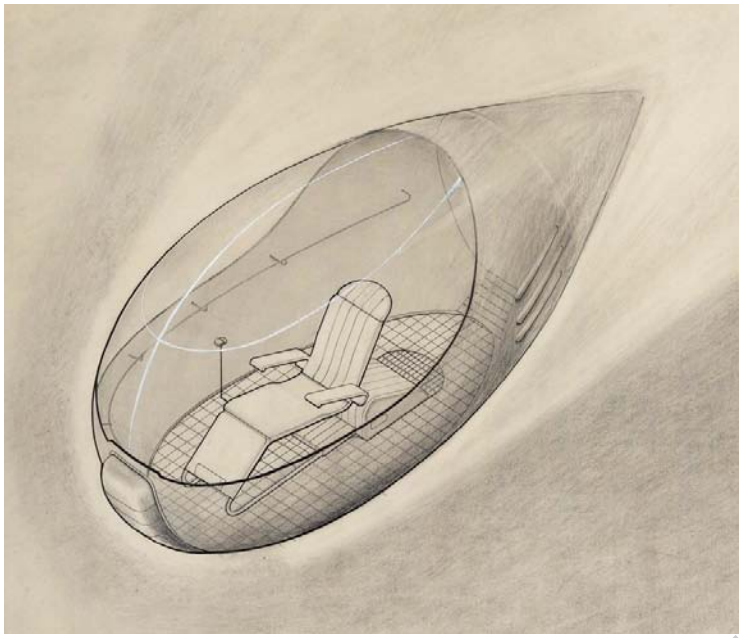


Fig. 9 : Extrait du travail de fin d'étude de l'architecte Georgii Krutikov « La ville du future » dans lequel il dévoile le dessin d'une capsule volante qui permet de se déplacer dans l'Espace.

Fig. 10 : Siège éjecteur du vaisseau Vostok 1, le premier vol d'un homme dans l'Espace en 1961.

Fig. 11 : Vostok 6, capsule spatiale de Yuri Gagarine.

Fig. 12 : Vostok 6, capsule spatiale de Valentina Tereshkova.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

L'enthousiasme pour la conquête de l'Espace se manifeste en ex-URSS par la volonté de donner vie au répertoire futuriste des architectes de papier comme Georgii Krutikov. Le projet de fin d'étude de ce jeune architecte constitue l'un des témoignages d'aménagement architectural du ciel par des villes-tours volantes. Son travail comporte notamment le dessin d'une capsule volante qui permet de relier la Terre à ce complexe résidentiel planant dans l'Espace.

En raison du manque d'informations à son époque sur l'effet de la force G lors du décollage et sur l'échauffement des objets de grande vitesse lors du retour dans l'atmosphère terrestre, sa conception semble encore futuriste par rapport aux premiers sièges éjecteurs des missiles Vostok. En effet, lorsque Yuri Gagarine réalise son premier vol spatial trente ans plus tard, cette capsule spatiale s'est transformée par une lourde boule en acier. Dans les premiers vols, le spationaute doit serrer la ceinture de sécurité afin de ne pas perdre le contrôle de l'avion au décollage et à l'atterrissage.

Cependant, le succès des premiers vols spatiaux habités laisse entrevoir la possibilité de concevoir de nouvelles zones fonctionnelles. Les spationautes sont dès lors autorisés à quitter leur siège pour assurer des missions de plus longue durée[26].

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[26] MEUSER Philipp, *Galina Balashova : architect of the Soviet space programme*, Berlin, Dom publishers, 2015, P.10.

2. 1969 : l'Homme dans l'Espace, une nouvelle odyssée pour la pensée architecturale

Dans un climat d'optimisme technologique, de nouveaux prototypes de d'engins à propulsion sont créés : fusées, capsules, navettes et autres véhicules conçues pour assurer la survie des spationautes en milieu extrême, aussi bien sur Terre que dans l'Espace[27] [28]. Et pendant longtemps, les agences spatiales réalisent des véhicules en relation avec leurs ingénieurs qui insistent sur la fonctionnalité et la fiabilité des cockpits sans en envisager les commodités.

Au regard des problématiques psycho-sociologiques et du nécessaire confort des astronautes pour assurer des vols spatiaux de longue durée, les agences spatiales engagent une réflexion avec designers et architectes en vue d'améliorer la conception des intérieurs de stations et de navettes spatiales.

Ainsi, « quand Yuri Gagarine vola dans l'Espace en 1961, il eut seulement besoin d'une petite capsule pour un court séjour. Ce fut seulement avec le développement de vols habités que les navettes spatiales nécessitèrent un espace aménagé pour permettre aux astronautes de vivre et travailler sur une plus longue période. (…) la création de modules d'habitat spécial a ainsi été nécessaire »[29].

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[27] La conception de stations spatiales en orbite ou déposées sur un astre, est destinée à assurer une mission pour un temps donné (aujourd'hui sont construites des stations orbitales c'est-à-dire en orbite terrestre basse). L'habitat spatial, représente une installation permanente, une ville dans l'espace, où une population pourrait vivre, travailler, habiter sur le long terme, c'est-à-dire la coloniser.

[28] Aux Etats-Unis, on recense également le travail de l'agence John Frassanito & Associates pour la NASA en 1999. L'architecte présente une série de dessins pour la conception des quartiers d'équipage de la station spatiale Skylab. Son travail n'a cependant pas été exploité par manque d'accès aux sources.

[29] Traduction libre d'un entretien avec Galina Balashova, MEUSER Philipp, *Galina Balashova : architect of the Soviet space programme*, Berlin, Dom publishers, 2015, P.25.

2.1 Penser l'habitabilité des vols spatiaux

2.1.1 Les plans de l'architecte russe Galina Balashova pour le programme spatial soviétique

L'architecte russe Galina Balashova est employée à partir de 1964 pour concevoir secrètement l'aménagement intérieur de capsules, stations et navettes[30]. Seule architecte au côté des ingénieurs aéronautiques du programme spatial soviétique, son travail se concentre sur l'ergonomie des espaces de vie et de repos afin d'assurer le bien-être des spationautes soviétiques. Elle s'intéresse ainsi à l'apparence générale des espaces alors que le travail de ses collègues repose essentiellement sur les détails techniques.

Ses plans s'attache à présenter l'aménagement des Soyouz et plus tardivement de la station Mir et de la station spatiale internationale. Elle y présente des problématiques liées aux proportions, aux effets psychologiques des couleurs, au choix des matériaux, à la distribution fonctionnelle des équipements, à la lumière et au mobilier comme l'illustrent ses dessins ci dessous.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Fig. 13 : Soyouz 19 en 1975

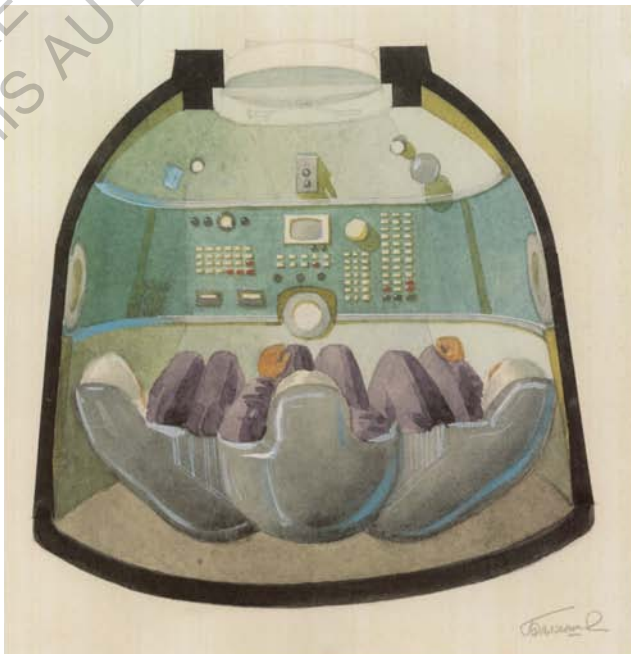


Fig. 14 : Représentation de l'intérieur de la capsule Soyouz T par Galina Balashova

[30] Les spationautes les plus représentatifs du programme spatial russe sont Valentina Tereshkova et Yuri Gagarine, la première femme et le premier homme à avoir été dans l'Espace; Alexey Leonov, le premier homme à avoir marché dans l'Espace et Sergei Krikalev, qui a passé le plus de 800 jours dans l'Espace.

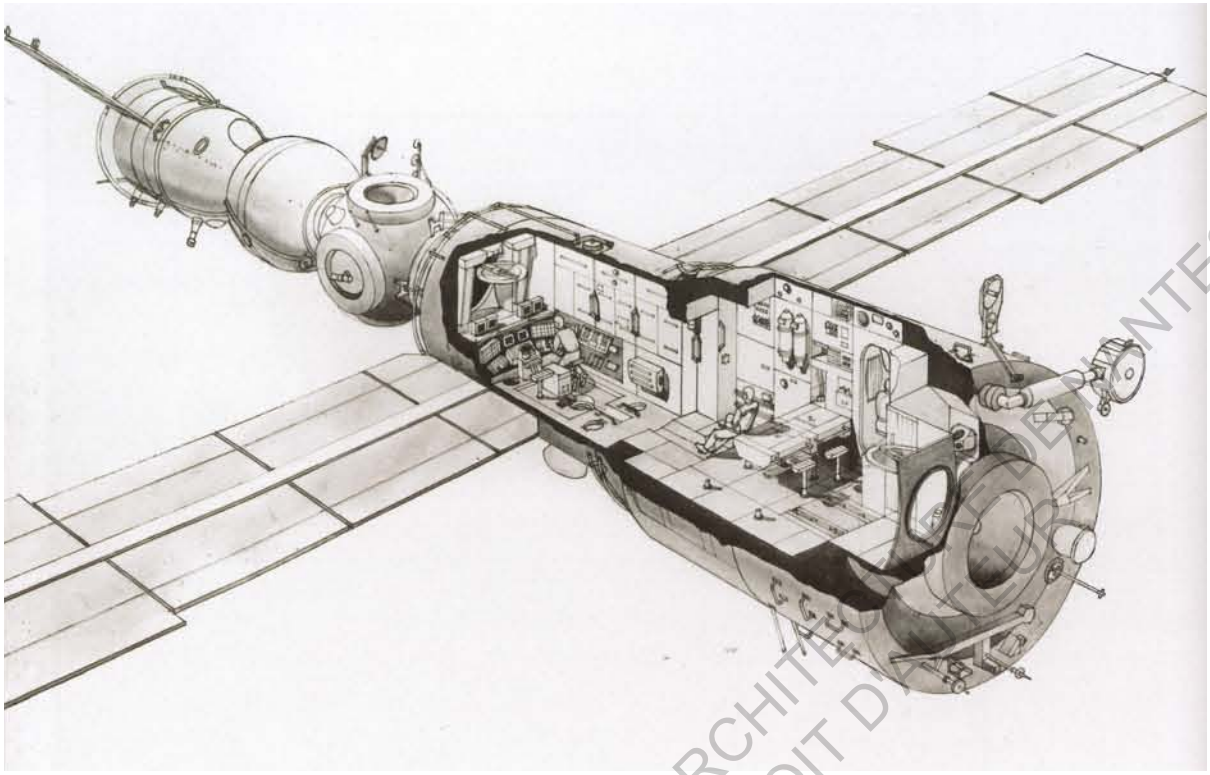


Fig. 15 : Station MIR par Galina Balashova en 1981

2.1.2 Raymond LOEWY et l'expérience du Skylab[31]

De 1967 à 1973, la NASA fait appel aux services de Raymond Loewy, figure légendaire du monde du design, dans l'espoir d'adapter l'architecture et la conception des vaisseaux spatiaux comme la première station spatiale américaine Skylab en orbite de 1973-1979. L'objectif est ainsi d'assurer la sécurité et le confort de l'équipage tout en influençant de manière significative la santé et le comportement de chaque astronaute. Les espaces proposés sont contraints aux aspects pratiques, mais ils permettent à la NASA d'améliorer les conditions humaines dans les espaces confinés des véhicules spatiaux.

Loewy imagine des moyens de promouvoir la sociabilité et la vie privée des astronautes lors des missions Skylab. Il plaide pour l'inclusion d'un hublot pour permettre aux astronautes d'avoir une vision constante de la Terre. Il suggère également des moyens pour gérer la nutrition et l'hygiène en apesanteur afin d'apporter un soutien physiologique. Loewy installe également une table triangulaire, de sorte qu'aucun homme de l'équipage de trois personnes ne domine les autres. La table des officiers de Skylab ne démontre pas seulement les préoccupations de Loewy pour l'habitabilité, mais aussi son intérêt pour la psychologie et les implications sociales que le design apporte à l'équipage.

[31] Pour plus d'information sur le parcours de Raymond Loewy, se référer à l'article rédigé par Matt Novak sur le blog Paleofuture qu'il dédie au monde spatial et aux utopies architecturales : https://paleofuture.gizmodo.com/raymond-loewys-nasa-designs-are-the-space-future-that-n-1645668220 [consulté le 22 mars 2018].

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE MONTPELLIER
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Fig. 16 : Un équipage de Skylab à la table conçue par Raymond Loewy en 1973.

Sa réflexion permet d'intégrer de nouvelles préoccupations dans la conception des vols habités de la NASA : l'aspect psychologique, l'architecture du lieu et le design intérieur qui influencent les facteurs humains. Les contributions de Loewy au programme spatial américain influencent la conception de la station spatiale internationale en vue de proposer un plus grand confort de vie et de travail dans l'Espace.

Mais à l'instar de ces recherches, il apparaît que la place des architectes dans la réalisation des programmes spatiaux et leur collaboration avec les ingénieurs de l'aéronautique au XXe siècle demeure réduite dans la mesure où les appareils semblent répondre à trop de critères fonctionnels pour pouvoir présenter de réelles alternatives d'aménagement.[32]

De nombreux architectes ont malgré tout conscience des possibilités qu'offrent les nouvelles technologies élaborées dans le cadre de l'exploration spatiale et les mettent au service d'un discours libéré des entraves formelles et fonctionnelles des programmes institutionnels.

[32] GOUVAIN Emmanuel, LEFEBVRE Frederic, *Habiter l'espace* [MES], Ecole d'architecture de Paris Val de Seine, 2006, P. 27

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

2.2 L'Espace comme champ d'inspiration et d'expérimentation sur Terre

Dans un contexte d'après-guerre où le rêve spatial répond un profond désir de changement, les architectes s'invitent au bal et présentent leurs rêves de conquête sans attendre la demande institutionnelle.

Les membres de Superstudio, Archizoom, UFO, 9999, ou encore Archigram expérimentent alors de nouveaux modèles issus des cultures beat, hippie, underground et du mouvement pop. Cette avant garde architecturale européenne développe le souhait de s'affranchir de la société de la surabondance et de bousculer les codes traditionnels de l'architecture[33]. Il s'agit pour eux d'abandonner l'idée d'une architecture conçue pour la production de biens matériels en faveur d'une architecture pensée pour la production d'idées.

Leurs projets sont reliés aux recherches de structures spatiales couvrant des espaces libres (sur la base de structures géométriques répétitives, stables et légères avec une croissance sans limites. La référence à l'espace cosmique favorise « la perte de la notion de site réel et l'abstraction de l'espace, qui devient un vide où créer de toute pièce »[34]. Il s'agit d'une découverte créatrice de potentialités : la découverte de nouveaux territoires extraterrestres offre aux architectes un champ d'expérimentation inespéré, nouveau terrain de jeu défini sur la base de nouvelles lois scientifiques, comme un renouveau qui donne naissance à un monde et à une société d'une autre nature, bâtie en dehors de la norme actuelle. Cette architecture sans limite apporte une vision idéale et utopique qui anime les architectes de l'époque avec l'appréhension de nouvelles limites[35].

Les projets d'habitat spatial extraterrestre évolutifs ou s'inscrivant sur de nouvelles planètes sont multiples. Il est proposé de présenter deux projets emblématiques de cette époque.

---

[33] POLI Alessandro, « Un rapprochement Terre - Lune », in BORASI Giovanna et ZARDINI Mirko, *Autres odyssées de l'espace : Greg Lynn, Michael Maltzan, Alessandro Poli*, Exposition, 2010, Montréal, CCA Centre canadien d'architecture Montréal, 2010, P. 109.

[34] MOLEY Christian, « L'architecture à la conquête de son espace », in PIGEAT Jean-Paul, *Au temps de l'espace*, Editions du Centre Georges Pompidou-CCI, Paris 1983, 1983, P. 144.

[35] Pour en savoir plus, se référer à l'ouvrage : *Architectures expérimentales 1950-2012*, collection du FRAC CENTRE, Orléans, 637 p.

L'ouvrage met en lumière en page 15 deux voies différentes de recherche artistique qui se profilent dans les années 1950 : celle de l' « architecture-sculpture » au sein de laquelle l'objet demeure le référent, et celle engageant une spatialisation de l'objet architectural, appelé à se dissoudre dans son environnement.

On a pu répertorier au sein de cet ouvrage des projets dans cette veine mais que ne sont pas projetés dans l'Espace : au Royaume-Uni, les « villes qui marchent » (Walking City) d'Archigram qui reprennent le concept de la mobilité dans l'air, le Fun Palace de Cedric Price, ; aux Etats-Unis la ville-satellite « Asteromo » en Arizona de Paolo Soleri, la ville volante de Martin Pinchi, le dôme géodésique et la ville spatiale de Buckminster Fuller ; en Italie, la « No Stop City » d'Archizoom (trame et atmosphère artificielle),; au Japon, les projets des métabolistes sous l'égide de Kenzo Tange (à l'instar des « capsules » de la tour Nagakin de Kisho Kurokawa qui exploitent l'espace de manière innovante et économique, participent toutes, de près ou de loin, à un réflexion générale sous-tendue par la perspective de l'espace). Dans un autre registre, les architectures gonflables représentées par Aubert, Jungman, Stinco, Baudrillard, Tonka, Banham, Herron, Coop Himmelblau ou encore Rucker avec le Coeur jaune, cellule volante gonflable pour deux personnes.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

2.2.1 COOP HIMMELB(L)AU (Villa Rosa, 1966-1970)

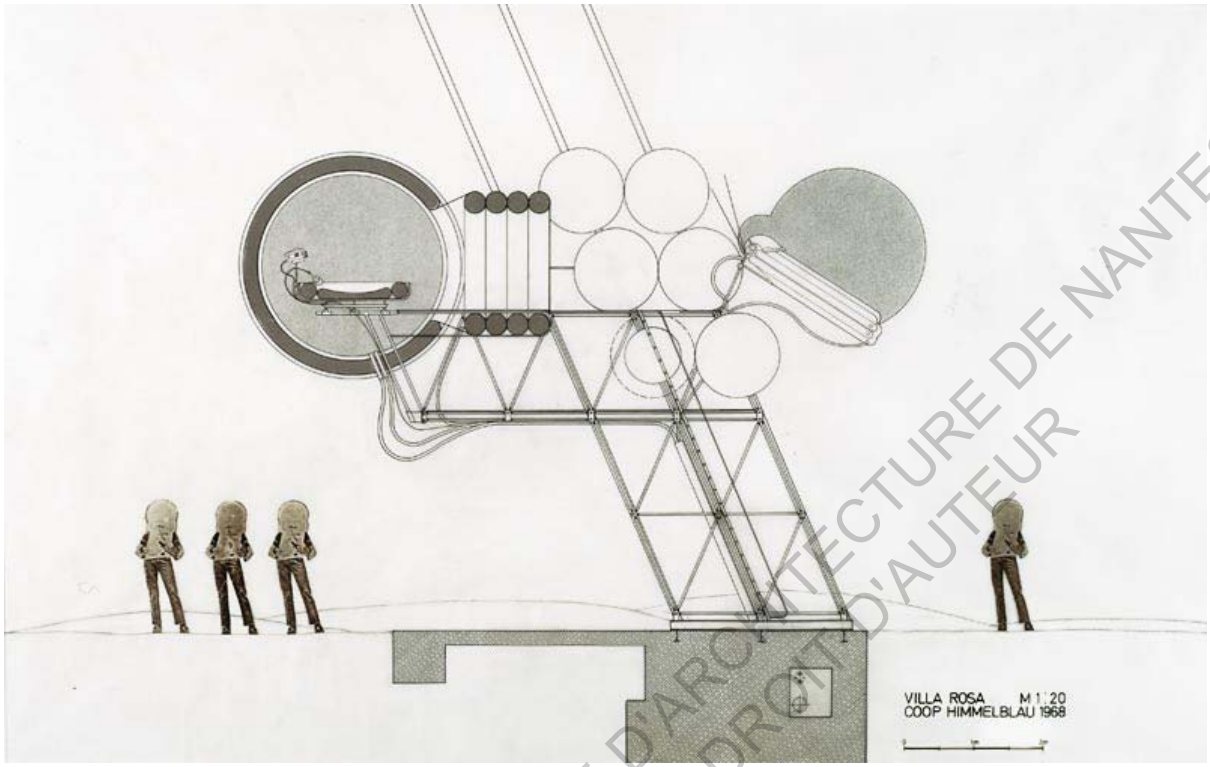


Fig. 17 : Coop Himmelb(l)au, Villa Rosa, 1968, Encre et letraset sur calque.

Villa Rose constitue le premier projet de Coop Himmelb(l)lau. Il est présenté au congrès de l'Union Internationale des Architectes qui se tient à Vienne en 1968 dans l'objectif d'exalter « les potentialités des techniques modernes, symbolisant l'aspiration de toute une génération à la recherche de solutions alternatives sur le cadre de vie, solutions radicalement marquées par les vols spatiaux habités »[36].

« Ce projet explore la technologie comme extension naturelle du corps. Son propos est plus comportemental, psychologique et idéologique que technique ou programmatique. Mobile, modulable, aérienne, le projet use non pas de matériaux traditionnels durables, mais d'air, de vitalité, proche en cela des conceptions de Haus-Rucker-Co ou du groupe Archigram et de ses architectures évènements »[37].

Villa Rose fut réalisée sous la forme d'un prototype d'unité d'habitation gonflable, espace purifié, chambre de relaxation et elle servit de cadre à des performances. « Les architectes

[36] *Architectures expérimentales 1950-2012*, collection du FRAC CENTRE, Orléans, P.175.

[37] *Ibid.*

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

proposent alors des idées à la NASA pour des environnements psychiques destinés aux astronautes. La densité de l'air permet de moduler les espaces individualisés, d'en modifier les volumes qui s'accompagnent de sons, de couleurs et de parfums variables, pour une expérience sensorielle engageant le corps dans sa globalité. Autonomie des parties, protection, confort et isolement s'y mêlent inextricablement. Les formes sphériques de Villa Rose nient les éléments les plus stables de l'architecture classique, éradiquant l'idée du mur, de l'orthogonalité, de l'inscription de l'architecture dans un lieux. »[38]

Fig. 18 : Coop Himmelb(l)au, Villa Rosa, 1968, Maquette, Bois, plastique, plexiglas, métal, peinture, mousse synthétique, polystyrène.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[38] *Ibid*

2.2.2 Superstudio (Architecture interplanétaire et autoroute Terre-Lune (1970-1971))

Le 20 juillet 1969, les premiers pas de Neil Armstrong et Edwin Aldrin sur la Lune cristallisent un rêve humain et excitent l'imagination d'Alessandro Poli qui contemple pour la première fois la Lune devant son téléviseur. Cette mission Apollo XII le laisse envisager que les utopies relatives au voyage dans l'Espace sont de l'ordre du possible, apportant ainsi de nouvelles dimensions spatiaux-temporelles.

Inspiré par le débarquement de l'homme sur la Lune, il conçoit au sein de Superstudio le projet architecture interplanétaire en 1970-1971. Il s'agit d' « un périple hors des routes terrestres, en quête d'un architecture libérée des cauchemars urbains, des besoins artificiels, ou du projet urbain commun unique instrument capable de régler et de résoudre tous les problèmes de la Terre (…) Les voyageurs étaient six étranges personnages, incapables de conduire une Fiat 500, mais prêts à parcourir les espaces déserts et glacés de l'Univers, chacun pour une raison et une motivation particulière, et qui n'étaient certainement par celles de jouer les touristes »[39].

Fig. 19 : Paysage lunaire avec vue sur la Mer de la Tranquillité, photomontage.

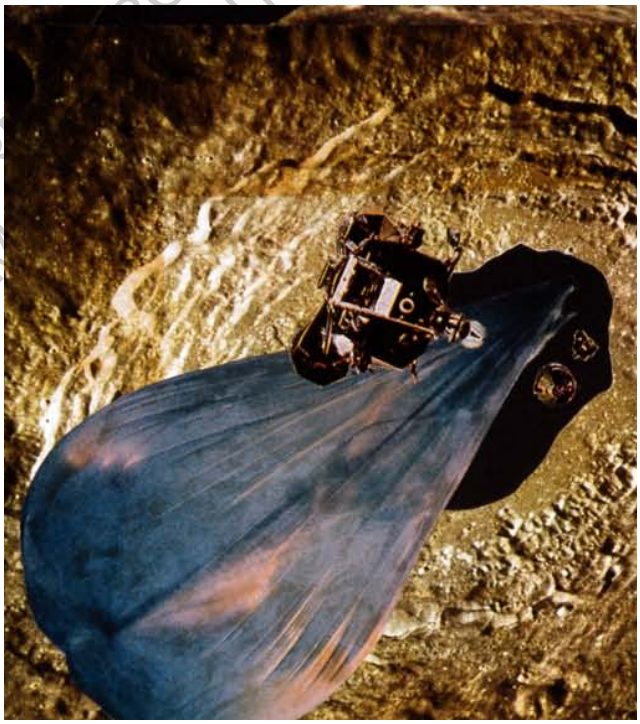


Fig. 20 : Construction d'un bâtiment gonflable, photomontage.

L'idée d'une architecture entre la Terre et la Lune revient à rêver des projets en se « libérant des notions de mode, de monuments, de laideur et de beauté, de l'idéologie d'un fonctionnalisme erroné, d'une fausse conception de l'utilité et d'une technologie vue comme un système complexe et

[39] POLI Alessandro, « Un rapprochement Terre - Lune », in BORASI Giovanna et ZARDINI Mirko, *Autres odyssées de l'espace : Greg Lynn, Michael Maltzan, Alessandro Poli*, Exposition, 2010, Montréal, CCA Centre canadien d'architecture Montréal, 2010, P. 110-111.

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT D'AUTEUR

difficile à maîtriser, fait de règles à respecter rigoureusement et sans lesquelles tout s'écroule. Elle se fond(e) sur la qualité que seul peut acquérir un milieu construit quant il s'organise autour de la valeur d'usage de toutes les choses, et de l'énergie disponible dans l'agencement de l'Univers. » [40]

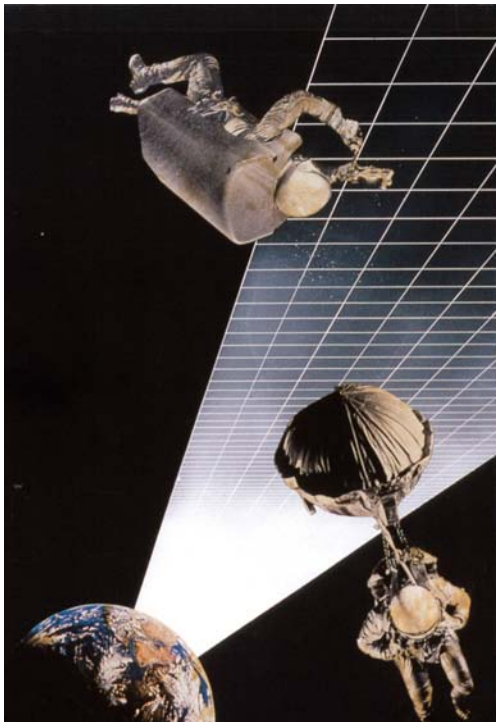


Fig. 21 : Autoroute Terre-Lune, photomontage.

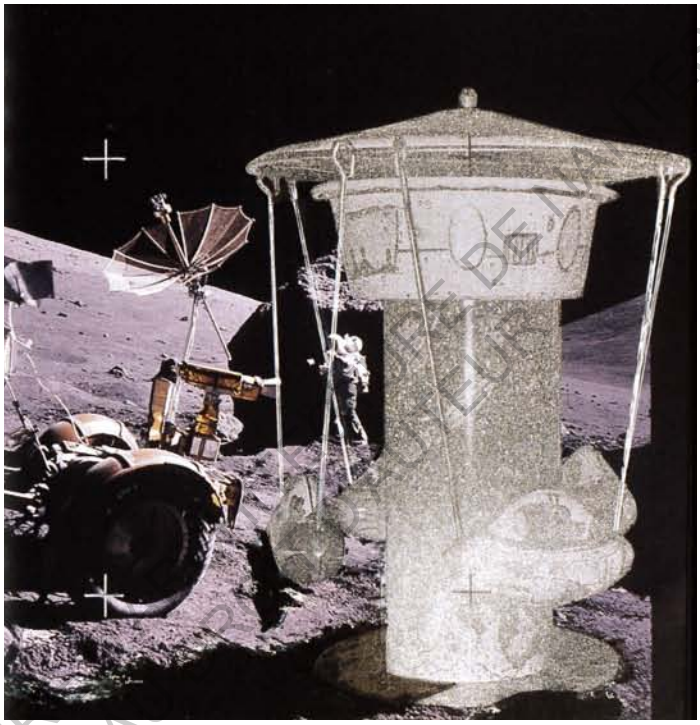


Fig. 22 : Nouvelle architecture lunaire, photomontage.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE L'ARCHITECTURE DE LA VILLE & DES TERRITOIRES
DOCUMENT SOUMIS À DROIT D'AUTEUR

[40] *Ibid*

2.3 Vers une prise de conscience écologique

Pour Alessandro POLI, la mission Apollo a apporté une perception entière de la planète jusqu'ici insaisissable : « Pour Aldrin, Armstrong et Collins, embarqués dans leur capsule et en route pour la conquête de l'espace, la Terre est apparue comme un petit objet fragile, en constante transformation ; une image bien éloignée et différente de celle qui s'offrait à eux dans les paysages urbains où ils avaient vécu ; différente aussi des territoires et des déserts sans limite qu'ils avaient traversés et qui tous, leur avaient fait prendre la Terre, avec tous ses habitants, une planète immense, unique et débordante de ressources énergétiques réutilisables à l'infini. A l'inverse, dans leur conquête de l'immensité, les hommes se sont vus restituer leur fascination pour la Terre, et la conscience de sa dimension réelle ; ce qui ne constitue pas une limite mais une façon neuve de penser »[41].

2.3.1 Buckminster Fuller : la Terre comme un vaisseau

Buckminster Fuller[42] rédige en ce sens un « Manuel pour l'instruction pour le vaisseau spatial « Terre » en 1969. Selon lui, si nous ne connaissons ni la destination, ni le mode d'emploi de la Terre, c'est que nous ne percevons pas notre planète comme un système. C'est pour cela que nous avons jusqu'à présent utilisé les ressources sans compter.

Cependant l'absence de manuel ne devrait pas nous empêcher d'en prendre soin et l'entretenir afin d'en jouir sur le long terme. Il faut penser la Terre dans son ensemble pour la préserver, d'où l'image du vaisseau spatial.

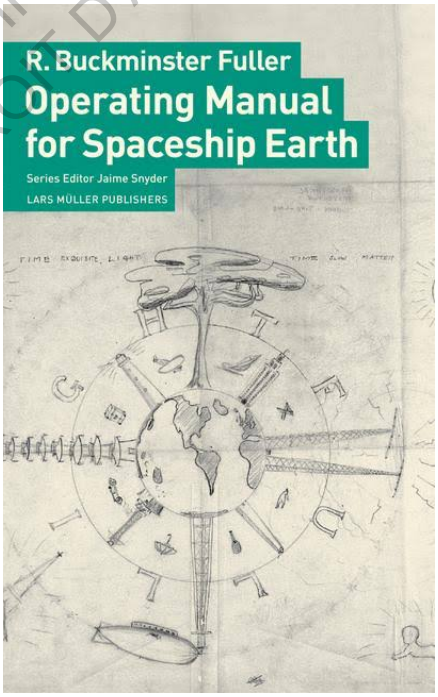


Fig. 23 : couverture de l'ouvrage « Manuel pour l'instruction pour le vaisseau spatial « Terre » de Buckminster Fuller.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[41] POLI Alessandro, « Un rapprochement Terre - Lune », in BORASI Giovanna et ZARDINI Mirko, *Autres odyssées de l'espace : Greg Lynn, Michael Maltzan, Alessandro Poli*, Exposition, 2010, Montréal, CCA Centre canadien d'architecture Montréal, 2010, P. 112.

[42] Le Pavillon américain lors de l'Exposition universelle de Montréal en 1967 constitue une promesse : dix ans après l'affront subi par la mise sur orbite de Spoutnik par les Soviétiques, le programme Apollo permet aux Etats-Unis de repousser les limites de l'espace jusqu'à la Lune. Afin de mettre en scène les outils de cette conquête spatiale très politique, Peter et Ivan Chermayeff mandatent Richard Buckminister Fuller et Shoji Sadao pour réaliser un dôme géodésique au sein duquel les visiteurs découvrent les technologies spatiales au fil d'un parcours ascendant, jusqu'à un belvédère offrant un panorama sur le reste de l'exposition. De l'extérieur, les différents éléments en suspension donnent au pavillon une allure d'échantillon de vide sidéral, soulignée par la netteté démiurgique de la sphère géodésique. Un incendie consume en 1976 le revêtement de polymère du pavillon, mais la structure en acier est encore utilisée et abrite aujourd'hui un musée de l'environnement. » (Chaillot Expo)

Il indique que « ce n'est qu'en apercevant la Terre dans sa totalité que l'on pourra imaginer des solutions différentes et des approches nouvelles pour l'ensemble de nos problématiques environnementales »[43].

Les photos de la Terre prises depuis l'Espace par les spationautes permettent de percevoir un écosystème fragile et unique, à l'instar de la photographie du globe terrestre réalisée par l'équipage d'Apollo 17 en 1972. Cette photographie appelée « The Blue Marble », donne à voir une terre bleue minuscule comme une bille qui révèle à l'Homme la précarité de notre position.

Fig. 24 : « The Blue Marble » (la bille bleue), photographie originale avec le pôle sud en haut, due à l'orientation des astronautes lorsqu'ils ont pris la photographie.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES

[43] Cité par Mirko ZARDINI « Dans la peau de Zeno Fiaschi aujourd'hui » in BORASI Giovanna et ZARDINI Mirko, *Autres odyssées de l'espace : Greg Lynn, Michael Maltzan, Alessandro Poli*, Exposition, 2010, Montréal, CCA Centre canadien d'architecture Montréal, 2010, P.153.

2.3.2 Powers of ten (*Puissances de dix*)

Quelques années plus tard, en 1977, les architectes et designer américains Charles et Ray Eames réalisent le film « Powers of Ten »[44] qui traite de la taille relative des choses dans l'Univers. Le film commence par un plan sur un couple qui pique-nique sur une pelouse de la ville de Chicago. Au cours des quatre minutes de vidéo, les architectes nous transportent de cette scène de tranquillité domestique vers les confins de l'univers visible.

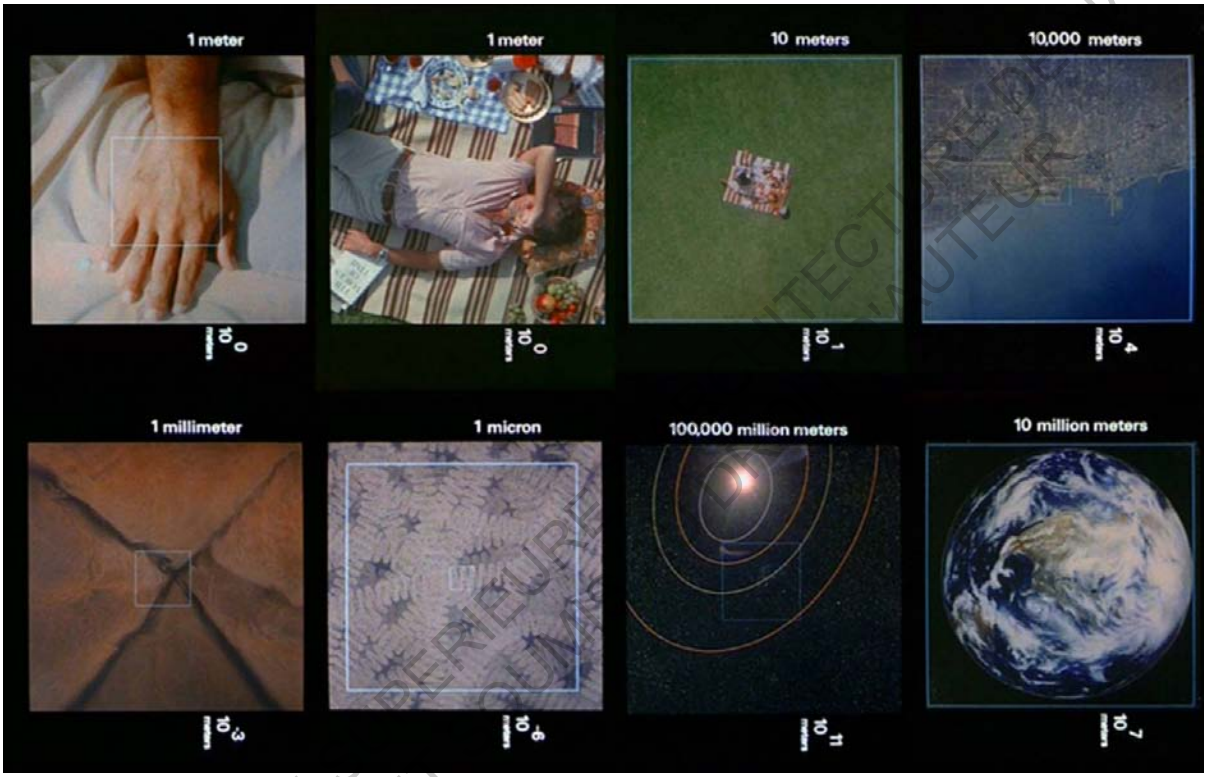


Fig. 25 : Illustrations extraites de la vidéo *Powers of Ten*.

Le champ de vision commence à un mètre de large, à un mètre du couple. La caméra commence à s'éloigner à la puissance de dix toutes les dix secondes. Le couple de pique-niqueurs reste au centre de chaque vue. Le champ de vision s'élargit ainsi de la ville de Chicago jusqu'à apercevoir l'ensemble du système solaire. Lorsque la caméra atteint le bord de l'Univers visible avec un champ de vision de 100 millions d'années-lumière, celle-ci revient en arrière jusqu'à retrouver la scène du pique-nique.

Le champ de vision s'inverse alors pour passer dans le domaine moléculaire en pénétrant la main de l'homme allongé sur la pelouse. A raison d'une puissance de dix toutes les dix secondes, la caméra traverse l'infiniment petit jusqu'à atteindre l'échelle du plus petit élément connu. Cette

[44] Ce film est en libre accès à l'adresse suivante : https://www.youtube.com/watch?v=0fKBhvDjuy0 [consulté le 20 avril 2018]

balade dans l'infiniment grand et l'infiniment petit rapproche les deux expériences, afin de relativiser la notion d'échelle, d'espace et de temps, et d'interroger ainsi la place de l'Homme dans l'Univers.

—

La foi dans le progrès technico-scientifique, les recherches sur l'énergie atomique et la conquête de l'Espace ont contribué de façon paradoxale à l'éclosion d'un nouveau rapport de l'Homme à l'espace et d'une conscience écologique. Cette redécouverte de la Terre et de ses limites dans les années soixante-dix a d'ailleurs amené la NASA à faire oublier son implication dans le domaine militaire en engageant des recherches sur l'atmosphères terrestre et l'état de la couche d'ozone[45]. Depuis lors, les recherches se multiplient pour découvrir de nouvelles formes de vies et se préparer à un voyage de longue distance dans l'Univers.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[45] Mirko ZARDINI « Dans la peau de Zeno Fiaschi aujourd'hui » in BORASI Giovanna et ZARDINI Mirko, *Autres odyssées de l'espace : Greg Lynn, Michael Maltzan, Alessandro Poli*, Exposition, 2010, Montréal, CCA Centre canadien d'architecture Montréal, 2010, P.153.

3. Imaginaires contemporains de l'exploration spatiale : l'architecture spatiale comme l'extension naturelle de la pratique architecturale sur Terre

L'intérêt nouveau que suscite aujourd'hui l'Espace naît de préoccupations bien différentes de celles des années soixante. Les nouvelles technologies, les rivalités politiques et militaires, et le développement de programmes d'intérêt économique privé au XXI^{eme} siècle, ont libéré l'Homme de l'orbite terrestre pour lui permettre d'habiter de nouveaux milieux[46].

C'est ainsi que les agences internationales et les agences privées lancent une succession de programmes mobilisant les architectes pour imaginer de nouveaux habitats extraterrestres adaptés aux conditions extrêmes. Entre utopies architecturales et exploration de nouveaux univers, ces projets laissent entrevoir le développement de nouvelles formes de tourisme, de projets d'exploitation minière voire d'une colonisation prochaine de planètes lointaines.

D'autres s'inspirent des réflexions sur l'habitat spatial pour penser la Terre autrement.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[46] *Ibid*

3.1 Une meilleure connaissance du lieu pour une meilleure prise en compte des conditions du projet architectural

3.1.1 Une présence permanente de l'Homme dans l'Espace : la station spatiale internationale

Suite aux premiers pas de l'Homme sur la Lune, de nombreuses recherches ont été menées par l'agence spatiale américaine dans l'objectif de voir naître une station spatiale dans l'Espace. Le projet est lancé par le président des Etats-Unis en 1983 dans un contexte de compétition spatiale avec l'URSS. Le projet ne voit le jour qu'à partir de 1998 en coopération avec d'autres pays dont la Russie. Une équipe de spationautes séjourne désormais en permanence au sein de la station spatiale internationale pour se consacrer à la recherche scientifique.

Fig. 26 : Illustration humoristique des difficultés rencontrées par les spationautes en apesanteur dans l'ISS, extrait de la bande dessinée *Dans la combi de Thomas Pesquet* de Marion Montaigne.

Cette station représente le plus grand des objets artificiels placés en orbite terrestre basse. Pour répondre aux conditions extrêmes auxquelles les spationautes sont soumis, la station se compose de modules pressurisés « avec un sous-ensemble russe reprenant les choix architecturaux de la station Mir et un sous-ensemble beaucoup plus important développé selon des standards définis par la NASA. »[47].

Au-delà des problématiques liées au confinement et à l'isolement des l'équipage, les principaux défis à relever à l'intérieur de la station sont liés à l'absence de pesanteur, au niveau élevé des radiations, ainsi qu'à l'absence d'atmosphère et aux chocs thermiques lors des sorties extra-véhiculaires des spationautes[48].

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[47] Se référer à l'article sur la station spatiale internationale disponible sur Wikipédia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Station_spatiale_internationale [consulté le 8 août 2018]

[48] GOUVAIN Emmanuel, LEFEBVRE Frederic, *Habiter l'espace* [MES], Ecole d'architecture de Paris Val de Seine, 2006, P.2.

Cette station, dont le financement est envisagé jusqu'en 2024[49], permet d'acquérir de l'expérience et de prendre en considération l'ensemble des paramètres nécessaires à la réalisation de missions de longue durée dans l'Espace.

3.1.2 Toujours plus loin : le rêve d'une colonisation prochaine de Mars

En parallèle des perspectives engagées par les agences spatiales internationales, de nombreux projets émergent désormais du secteur privé en vue d'une exploitation minière de la Lune ou encore d'une mission habitée en direction de Mars. Ce dernier projet émane du milliardaire américain Elon Musk qui souhaiterait envoyer quatre fusées géantes sur Mars à horizon 2024. A l'intérieur de l'une d'entre elles, il prévoit d'installer 200 spationautes.[50].

Néanmoins, si les robots partis en missions d'exploration sur Mars ont permis de recueillir les données nécessaires à une meilleure connaissance du milieu, de nombreuses problématiques techniques, psychologiques et physiologiques se posent encore pour assurer la sécurité et le bien-être des futurs habitants :

Comment propulser et transporter du matériel lourd sur une très grande distance ?
Comment régler les problèmes de carburant pour l'aller et le retour ?
Comment solutionner l'approvisionnement en eau, en oxygène et en nourriture ?
Comment faire face au vieillissement accéléré du corps humaine dans l'Espace ?

De nombreuses questions restent encore à élucider en vue d'un voyage en direction de planètes lointaines.

3.1.3 La Lune, une étape intermédiaire pour des séjours prolongés dans l'Espace

Face à de tels enjeux, l'installation d'une base permanente sur la Lune apparaît des plus simples avant d'envisager un vol spatial habité vers Mars[51]. En effet, la Lune représenterait un intérêt scientifique comme base avancée pour l'observation de l'Univers. C'est ainsi qu'en 2015, le directeur de l'agence spatiale européenne (ESA) a proposé le remplacement de la Station spatiale internationale par un village lunaire pérenne pour y poursuivre la recherche.

La difficulté de son occupation, au-delà des conditions spécifiques à ce milieu, résident dans l'acheminement de matériaux depuis la Terre. Aussi, face aux menaces qui pèsent sur la Lune, à

[49] Se référer à la restitution de l'entretien avec Emmanuel Dufrasnes disponible en annexe dans l'approche méthodologique.

[50] DERROISNE Naïla, *Elon Musk ou l'homme aux projets fous*, [en ligne]. Diffusé le mercredi 8 août 2018, France Inter. Disponible sur : https://www.franceinter.fr/monde/elon-musk-ou-l-homme-aux-projets-fous[consulté le mercredi 8 août 2018]

[51] DURANT Béatrice, *Coloniser l'espace, Le monde d'après demain*, Architecture A vivre, n°100, mars-avril 2018, P.156

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

savoir l'exposition aux rayonnements solaire et cosmique, aux météorites et aux températures extrêmes, la piste privilégiée est d'envisager l'utilisation de matériaux sur place pour bâtir des dômes de protection en impression 3D[52].

C'est pourquoi, les concours engagés par les agences spatiales internationales entendent mettre à profit les architectes pour prendre en considération l'ensemble des problématiques propres aux conditions extrêmes de ce milieu extra-terrestre et mettre en application de nouvelles technologies. Des ateliers sont organisés pour réfléchir aux méthodes d'édification de ce village. Pour se faire, l'ESA a mobilisé différentes agences d'architectures pour pour mieux imaginer les futurs habités sur la Lune. L'agence d'architecture Norman Foster + Partners en a fait l'illustration en s'associant avec un fabricant spécialisé dans l'impression 3D.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[52] Voir la page dédiée au projet sur le site de l'agence spatiale européenne : https://m.esa.int/fre/ESA_in_your_country/France/Un_village_sur_la_Lune [consulté le 8 août 2018]

3.2 De l'usage des nouvelles technologies en architecture

Les équipes participantes aux principaux concours des agences spatiales se composent de profils multidisciplinaire d'experts qui mènent des recherches en architecture, en fabrication numérique, en science des matériaux, en fabrication additive, en robotique, en génie mécanique ou encore en génie aérospatial.[53] Il s'agit ainsi, par le biais des nouvelles technologies, de concevoir des structures habitables de grande échelle tout en réduisant le transports de matériaux et l'impact environnemental pour la planète en question.

3.2.1 La création d'un village lunaire par l'agence Norman Foster + Partners (2012)

L'agence d'architecture Norman Foster + Partners fait partie d'un consortium mis en place par l'ESA pour explorer les possibilités de l'impression 3D en vue d'établir une base lunaire pour quatre personnes tout en réduisant le coût du voyage en évitant le transport de matériaux de construction.

Une fois sur place, l'impression 3D utiliserait un alliage de sable lunaire (le régolithe) et d'une encre (composée d'oxyde métallique et de chlorure de magnésium) pour bâtir une structure gonflable pressurisée des radiations et des fluctuations de température et des chutes de météorites. La base se déploierait au pôle sud (où l'on voit le soleil en permanence) à partir d'un module tubulaire transporté à l'aide d'une fusée spatiale.

Un dôme gonflable s'étendrait ensuite à partir de l'extrémité de ce cylindre pour fournir une structure de support à la construction. Des couches de régolithe - roches trouvées à la surface - seraient ensuite déposées par l'imprimante 3D pour créer une coque protectrice.[54] Les premiers édifices pourraient accueillir un équipage à partir de 2030 pour atteindre le millier en 2050[55].

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[53] Voir la page internet dédiée au concours par l'agence spatiale américaine : http://3dpchallenge.tumblr.com [consulté le 8 août 2018]

[54] Voir la présentation du projet sur le site de l'agence d'architecture Norman Foster + Partners : https://www.fosterandpartners.com/projects/lunar-habitation/ [consulté le 4 octobre 2017]

[55] DURANT Béatrice, *Coloniser l'espace, Le monde d'après demain*, Architecture A vivre, n°100, mars-avril 2018, P. 158

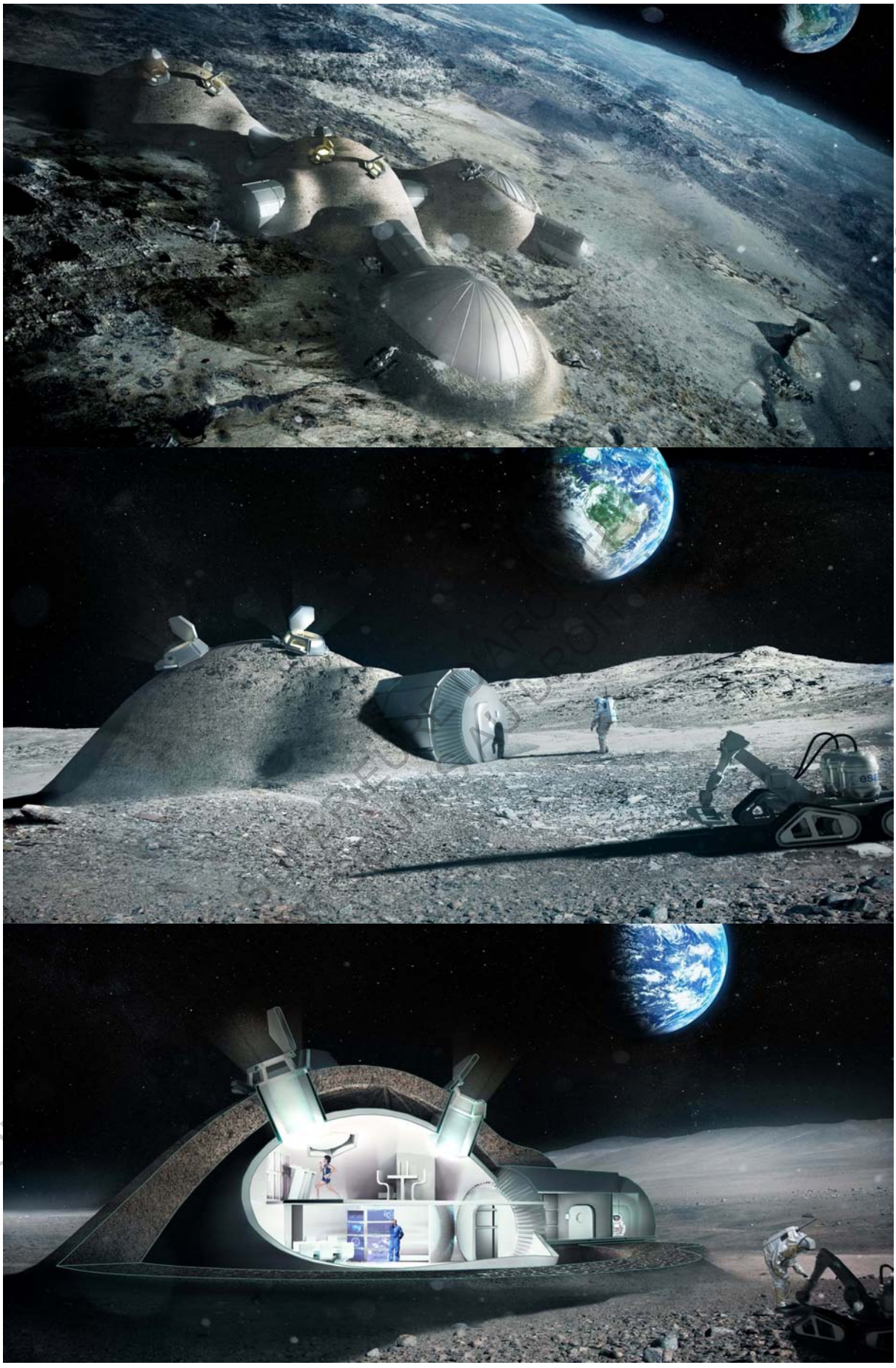


Fig. 27 : Images de synthèse du projet présentant la base lunaire et l'intérieur de la structure gonflable

3.2.2 La création d'un village martien par l'agence Norman Foster + Partners (2015-2019)

A la suite du projet présenté sur la Lune, l'agence s'est penchée sur un concours présenté par la NASA pour un habitat modulaire imprimé 3D sur Mars[56]. Le scénario d'un tel projet envisage une colonie construite par une série de robots programmés et autonomes, qui entreraient en action avant l'arrivée des spationautes. A l'instar du projet d'habitat lunaire, il s'agit également d'envisager la conception d'une habitation robuste imprimé en 3D à l'aide de régolithe.

La proposition prend en compte plusieurs aspects du projet : de la livraison au déploiement jusqu'à la construction et l'exploitation. L'habitat est livré en deux étapes. Dans un premier temps, les robots semi-autonomes sélectionnent le site d'implantation et creusent un cratère de 1,5 mètre. Ensuite, des modules gonflables sont parachutés dans le cratère pour faciliter l'amarsissage et former le noyau de la colonie.

Fig. 28 : Image de synthèse présentant l'amarsissage des modules, première étape du projet.

[56] Voir la présentation du projet sur le site de l'agence d'architecture Norman Foster + Partners :https://www.fosterandpartners.com/projects/mars-habitat/ [consulté le 8 août 2018]

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Fig. 29 : Images de synthèse présentant la mise en place des modules habitables et l'impression 3D.

Au regard de la grande distance par rapport à la Terre et des retards de communication qui en découlent, le déploiement et la construction sont conçus pour être effectués avec un minimum d'informations humaines. Ainsi, l'agence imagine une solution mêlant haute technologie et lutte contre le gaspillage, thématiques que l'architecte chérit depuis longue date sur Terre[57].

[57] DURANT Béatrice, *Coloniser l'espace, Le monde d'après demain*, Architecture A vivre, n°100, mars-avril 2018, P. 163

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

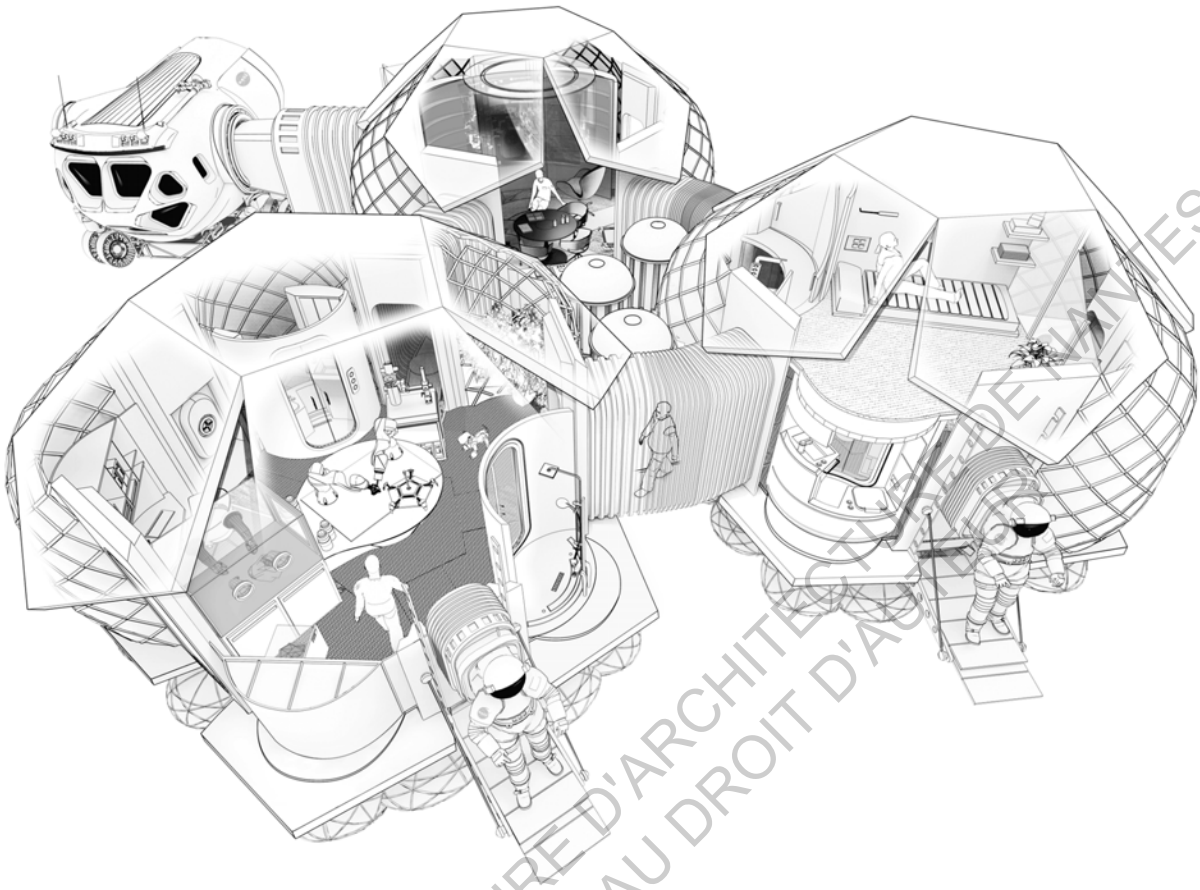


Fig. 30 : croquis illustrant la vie à l'intérieur des modules.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

3.2.3 Autres perspectives concrètes d'habitat spatial

Les projets émanant du concours engagé par la NASA en 2015 pour promouvoir la fabrication d'habitat sur la planète Mars à partir des ressources trouvées sur le site laissent apparaître d'autres perspectives d'implantation pérenne sur la planète Mars. Le projet Ice House (*Maison de Glace*) mené par l'agence New Yorkaise Clouds Architecture Office et le réseau SEArch+ poursuit ainsi l'objectif d'assurer la sécurité des habitants de la future base tout en leur offrant le confort et le bien-être nécessaire.

Le projet s'appuie sur la présence de l'eau sur Mars[58] et les basses températures persistantes dans les latitude septentrionales pour créer une coque de glace à couche multiple. Une technique d'impression 3D spécifique exploite la physique de l'eau pour construire un habitat et des jardins en différentes phases.

Contrairement au projet de l'équipe de Norman Foster + Partners, qui consiste à enterrer l'habitat sous une couche de régolithe, le projet exploite ici la présence de glace souterraine pour créer des couches de glaces capables de protéger l'habitat des radiations tout en ménageant des perspectives sur le grand paysage martien. Ainsi, au-delà de la conception technique de cette coque pressurisée, les architectes s'attachent à apporter de la lumière et une connexion à l'extérieur au sein de cette architecture afin de créer un espace protégé dans lequel « l'esprit et le corps ne survivront pas, mais prospéreront »[59].

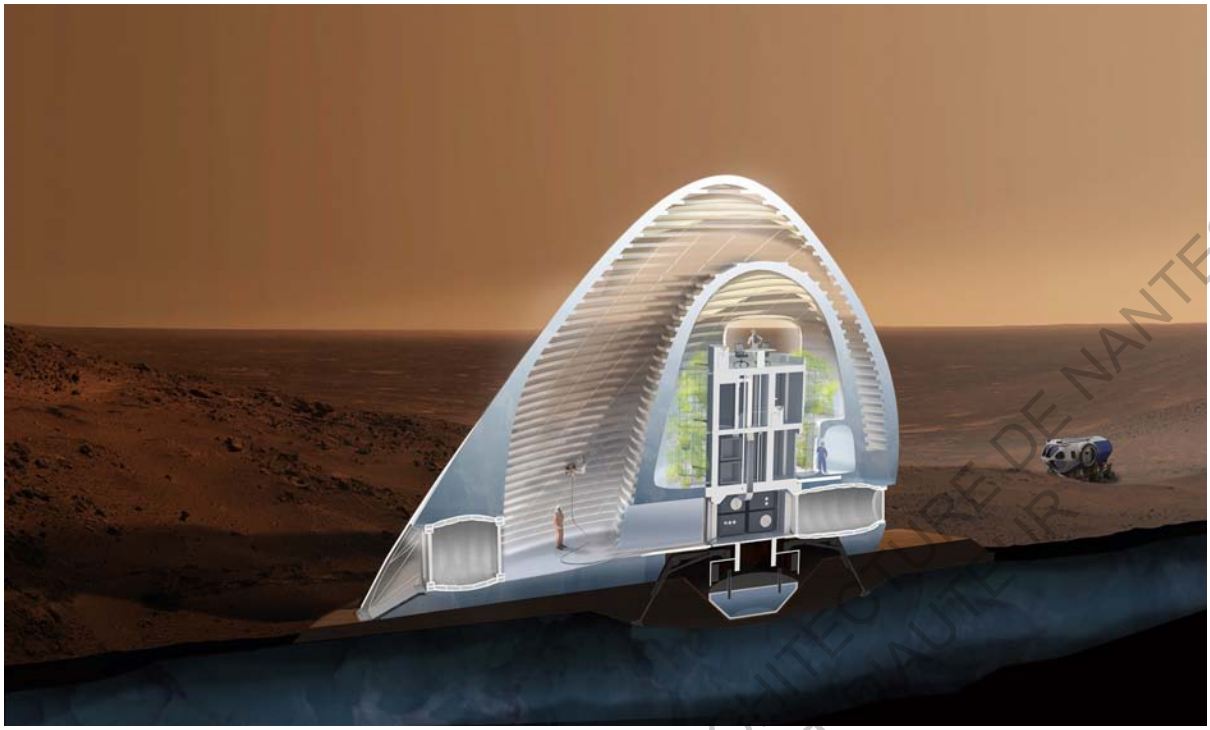
Le projet présente un abri gonflable pressurisé, doté de jardins intérieurs et protégé par des parois de glace utilisant les propriétés de l'eau pour lutter contre les radiations solaires. Le projet a reçu la première place au concours de la NASA et les architectes prévoient désormais la réalisation d'un prototype à grande échelle[60].

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[58] Selon les architectes, plus de cinq millions de kilomètres cubes de glace d'eau ont été identifiés sur Mars, suffisamment pour couvrir la planète jusqu'à trente-cinq mètres de profondeur. Le projet Mars Ice House exploite ainsi cette vaste réserve de glace d'eau pour proposer un habitat imprimé 3d autonome. Voir : http://www.cloudsao.com/MARS-ICE-HOUSE [consulté le 8 août 2018]

[59] Traduction libre de la présentation du projet sur le site du concours de la NASA : http://3dpchallenge.tumblr.com/post/128777557703/team-searchclouds-architecture-office-design [consulté le 8 août 2018]

[60] Voir la présentation du projet disponible au lien suivant : http://www.spacexarch.com/mars-ice-house [consulté le 8 août 2018]



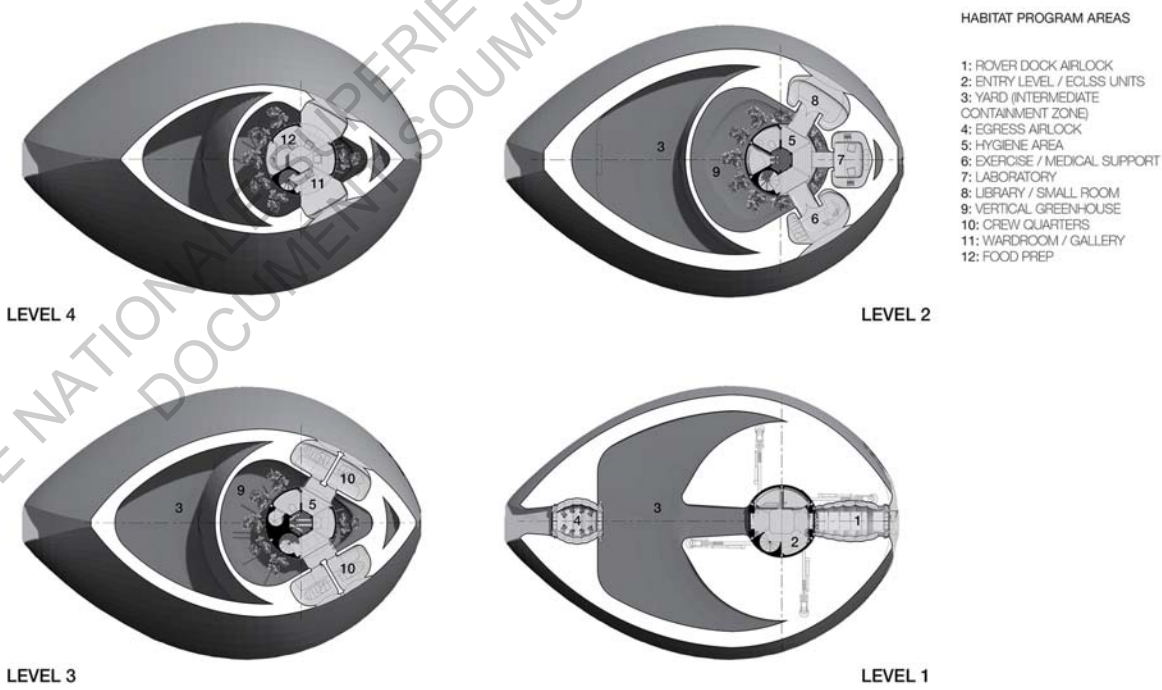


Fig. 31 : Image de synthèse et plan présentant le projet Ice House

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

3.3 De nouvelles réflexions pour la planète

3.3.1 La Terre comme un vaisseau, Liquifer System Group (2014)

Le développement des nouvelles technologies dans le domaine de l'architecture spatiale participe aux réflexions relatives à la réduction de l'impact environnemental pour la planète colonisée. Ainsi, l'agence Liquifer, co-fondée par Barbara Imhof et Susmita Mohanty, travaille entre Vienne et Mumbai en s'intéressant aux habitats et technologies liées à l'Espace. Elles valorisent notamment les interactions possibles entre les recherches réalisées dans l'aérospatial et le développement futur de l'habitat sur Terre.

Fig. 32 : Image de synthèse présentant Vienne dans le futur

L'agence a repris le concept de « la Terre comme un vaisseau », et dans la continuité de Buckminster Fuller, elle propose de porter un nouveau regard sur la Terre en considérant, qu'il s'agit d'un vaisseau spatial à part entière qui nécessite un nouveau modèle. En partant d'un certain nombre d'interrogations comme : si la Terre était un vaisseau spatial et nous étions les spationautes, dans quelle mesure vivrions-nous différemment ?, elle expose une vision future des villes sur Terre en expliquant les savoirs accumulés au cours de l'histoire de l'exploration spatiale en terme d'autonomie, de durabilité, de recyclage des matériaux ou encore de régulation des conditions essentielle à la vie.

Ainsi, « un vaisseau spatial n'est pas simplement une maison, il ressemble également à un système entier, un système très complexe qui fournit un abri, de l'énergie et de la nutrition, et où les

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

habitants de la maison de même que les animaux, utilisent des technologies spécifiques, ont besoin d'eau et d'air, et produisent des déchets »[61].

Leurs travaux s'intéressent notamment aux 15 plus grandes villes du monde en présentant les atouts et les faiblesses de chacune en terme de production (de nourriture, d'eau et d'énergie) et de consommation des matières premières (impliquant la création de déchets et de CO2). Il existerait ainsi une autonomie du spationaute à laquelle ces architectes sont sensibles en cherchant à faire valoir le concept d'habitat spatial dans le but de révéler les enjeux écologiques de l'habitat sur Terre.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[61] MEYER Claire, « Vivre ailleurs. Architecture extra-terrestre et ses apports pour nos villes sur Terrre », ENSA Strasbourg, 2017, P.60-61.

CONCLUSION

Avant même que l'Homme ne foule la Lune en 1969, de nombreux architectes ont nourrit l'utopie d'un habitat extra-terrestre modulable, évolutif et adaptable. Dès lors, l'engouement pour la conquête spatiale a amené les architectes à renouveler constamment leur regard pour penser les conditions d'un projet d'habitat extra-terrestre.

Différents architectes comme Galina Balashova, Raymond Loewy et John Frassanito ont participé au développement de programme spatiaux pour améliorer l'ergonomie des espaces et assurer le bien-être des équipages en vols. Mais la collaboration des architectes avec les ingénieurs de l'aéronautique est demeurée réduite dans la mesure où les appareils répondaient à trop de critères fonctionnels pour pouvoir présenter de réelles alternatives d'aménagement.

De nombreux architectes ont malgré tout pris conscience des possibilités qu'offrent les nouvelles technologies élaborées dans le cadre de l'exploration spatiale. Certains les ont mises au service d'un discours libéré des entraves formelles et fonctionnelles des programmes institutionnels comme Superstudio et Coop Himmelblau.

Cette conquête spatiale des esprits a permis une prise de conscience écologique dès lors que l'Espace a représenté un poste d'observation privilégié de la planète Terre. Ainsi, l'architecture s'est intéressée progressivement aux caractéristiques du milieu pour penser l'habitabilité pour mission de longue durée.

Les architectes sont aujourd'hui mis à profit par les agences spatiales pour prendre en considération l'ensemble des problématiques propres aux conditions inhospitalières du milieu spatial et concevoir des structures habitables de grande échelle capables d'assurer une installation pérenne des équipes.

Pour se préparer au grand voyage vers Mars, différentes étapes restent à franchir par l'intermédiaire des nouvelles technologies en vue de réduire le transports de matériaux lourds et l'impact environnemental de la planète à découvrir. Différentes équipes d'architectes s'associent ainsi à d'autres experts pour trouver des solutions aux problématiques techniques et psycho-socio en vue d'une colonisation prochaine de l'Espace.

Néanmoins, comme l'indiquait l'ingénieur soviétique Alexei Vasilyev : « Aucune prouesse technique ne peut changer le monde et la colonie de l'Espace ne pourra que reproduire l'atmosphère qui règne dans la société qui lui a donné naissance. Le climat social au sein de ces nouveaux

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

habitats dépendra des citoyens de la Terre. L'Homme ne peut en effet espérer échapper a son destin en émigrant vers l'Espace interplanétaire. »[62]

Ainsi, si ces travaux engagent de nouveaux mondes possibles, ils apportent également une prise de conscience de la fragilité de notre planète et de la relativité de la place de l'Homme dans l'Univers. Certains architectes comme l'agence Liquifer s'attachent ainsi à mettre à profit les savoirs accumulés au cours de l'histoire de l'exploration spatiale au service de la Terre. Cela afin que les recherches tournées vers les martiens nous rendent un peu plus verts.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

[62] Cité par : POISAC François. *Espace nouveau : projet de station orbitale* [TPFE], Alain Chassagnoux, directeur d'études, Ecole d'architecture de Nantes, 1985, P.69.

Bibliographie

Ouvrages

~ MEUSER Philipp, *Galina Balashova : architect of the Soviet space programme*, Berlin, Dom publishers, 2015, 159 p.

Ouvrage dédié à la carrière d'une architecte russe qui concevait secrètement l'agencement de vaisseaux et de stations spatiales. Les aquarelles de ses projets sont admirables et une grande partie de ces projets ont été réalisés (Soyouz, Salyut, Mir), contrairement aux autres références architecturales qui suivent et qui restent du domaine de l'utopie.

Cette lecture m'a permis de me rendre compte, face aux difficultés rencontrées par cette architecte, que l'habitat spatial se conçoit en majorité dans le domaine de l'ingénierie et non pas dans le champ de l'architecture. Cette tendance évolue au regard des perspectives de voyages à long terme qui nécessitent une réflexion approfondie sur l'art de concevoir en respectant des préoccupations esthétiques et des agencements qui favorisent le bien être des habitants.

~ PIGEAT Jean-Paul, *Au temps de l'espace*, Editions du Centre Georges Pompidou-CCI, Paris 1983, 1983, 192 p.

Cet ouvrage, réalisé il y a quarante ans dans le cadre de l'exposition « Au temps de l'espace » au Centre Georges Pompidou, interroge l'influence de la conquête spatiale sur l'imaginaire et l'environnement quotidien sur Terre. Cette contribution collective apporte en ce sens une réflexion philosophique, architecturale et artistique sur les projets de conquête spatiale qui a permis d'appréhender les enjeux relatifs à l'implication des architectes dans la conceptions d'habitat spatial.

~ BORASI Giovanna et ZARDINI Mirko, *Autres odyssées de l'espace : Greg Lynn, Michael Maltzan, Alessandro Poli*, Exposition, 2010, Montréal, CCA Centre canadien d'architecture Montréal, 2010, 159 p.

Ouvrage dédié à la vison des trois architectes pré-cités qui présentent leurs projets nourris de l'histoire de la conquête de l'Espace, ce livre répertorie différents projets théoriques réalisés par les architectes et, qui permettent de faire émerger de nouvelles réflexions au champ de l'architecture sur Terre.

~ *Yesterday's future, visionary designs by Future Systems and Archigram : exposition DAM Deutsche Architekturmuseum, Frankfurt am Main*, Exposition, 2016, Frankfurt am Main, DAM Deutsche Architekturmuseum, Munich, Prestel, 2016, 159 p.

Ouvrage qui présente l'oeuvre de deux agences : Future systems et Archigram, qui s'inscrivent dans le courant des utopies futuristes initiées dans les années 1960 par l'intermédiaire d'inventions formelles de stations orbitales et de méga-structures. Cet ouvrage a constitué un premier ancrage dans le sujet sans forcément influencer l'avancée de mes travaux.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

~ ROCHER Yann, *Globes, Architecture et science explorent le monde*, Exposition, 2017, Paris, Cité de l'Architecture et du Patrimoine, 2017, 282 P.

Ce catalogue d'exposition rassemble quatre-vingt-dix projets d'architecture qui représentent le monde, la planète et le cosmos. Cet ouvrage explore les collaborations entre architectes, géographes, astronomes, mathématiciens et artistes partis à la découverte de la Terre et du ciel, et à leur représentation. L'ouvrage présente également comment la forme du globe hante l'architecture. Il s'agit ainsi de montrer l'architecte comme témoin et acteur de la découverte du monde depuis l'Antiquité.

Mémoires et PFE

~ POISAC François. *Espace nouveau : projet de station orbitale* [TPFE], Alain Chassagnoux, directeur d'études, Ecole d'architecture de Nantes, 1985, [N. p.].

~ RIZIO Yves, *Architecture et science-fiction : l'architecture dans le roman de science-fiction : espaces habités du futur* [TPFE], Michel Painchault, directeur d'études, Ecole d'architecture de Nantes, 1983, 160 p.

~ GOUVAIN Emmanuel, LEFEBVRE Frederic, *Habiter l'espace* [MES], Ecole d'architecture de Paris Val de Seine, 2006, 36 p.

~ MEYER Claire, *Vivre ailleurs. Architecture extra-terrestre et ses apports pour nos villes sur Terre*, DUFRASNES Emmanuel et WETZEL Jean-Paul, directeurs d'études, Ecole d'architecture de Strasbourg, 2017, 93 p.

~ QUACH Davy, *L'habitat spatial* [MES], Ecole d'architecture de Paris Val de Seine, 2005, 59 p. (introuvable)

L'intérêt de ces mémoires est qu'ils apportent une connaissance général des enjeux et limites au développement d'une architecture extra-terrestre. Ils présentent à ce titre les problématiques biologiques, psychologiques et techniques qui limitent les projets de colonisation loin de la Terre et mettent en lumière les intérêts scientifiques, économiques et stratégiques en jeu. Ils listent de manière non exhaustive un certain nombre d'expérimentations réalisées jusqu'ici pour la création de vaisseaux et de stations orbitales habitées (Saliout, Skylab, Mir, Station spatiale Internationale, Shuttle, Shenzou) et envisagent les scenarii probables d'habitat spatial.

Articles

~ BLAMONT Jacques, « L'espace du XXIe siècle sera privé », in L'entretien du mois, *La Recherche*, n°416, février 2008, p.61. (consulté le 10 octobre 2017) disponible sur www.larecherche.fr/jacques-blamont-«-lespace-du-xxie-siècle-sera-privé-»

Cet article scientifique m'a permis de trouver une accroche pour engager la réflexion sur ce travail.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Emissions de radio

VIDARD Mathieu, *Vols dans l'espace : les risques pour la santé des astronautes*, [en ligne]. Diffusé le lundi 20 novembre 2017, L'édito carré, France Inter. Disponible sur : https://www.franceinter.fr/emissions/l-edito-carre/l-edito-carre-20-novembre-2017 [consulté le lundi 20 novembre 2017]

SEUT Dominique, *SpaceX : la leçon de folie*, [en ligne]. Diffusé le mercredi 3 janvier 2018, L'édito éco, France Inter. Disponible sur : https://www.franceinter.fr/emissions/l-edito-eco/l-edito-eco-03-janvier-2018 [consulté le mercredi 3 janvier 2018]

OCKRENT Christine, *L'exploitation de l'espace.* , [en ligne]. Diffusé le 30 décembre 2017, Affaires étrangères, France Culture. https://www.franceculture.fr/emissions/affaires-etrangeres/lexploitation-de-lespace , [consulté le 3 janvier 2018].

GESBERT Olivia, GASCON Julie, *Mars, de l'eau et ça repart,* [en ligne]. Diffusé le vendredi 3 août 2018, L'invité des matins d'été, France Culture. Disponible sur : https://www.franceculture.fr/emissions/linvite-des-matins-dete-2eme-partie/mars-de-leau-et-ca-repart, [consulté le 3 août 2018]

DERROISNE Naïla, *Elon Musk ou l'homme aux projets fous*, [en ligne]. Diffusé le mercredi 8 août 2018, France Inter. Disponible sur : https://www.franceinter.fr/monde/elon-musk-ou-l-homme-aux-projets-fous[consulté le mercredi 8 août 2018]

Sites internet des agences d'architecture et des travaux d'architectes

Norman Foster + Partners : https://www.fosterandpartners.com [consulté le 4 octobre 2017]

Liquifer System Group : http://www.liquifer.com [consulté le 20 octobre 2017]

Les collections du FRAC Centre : http://www.frac-centre.fr [consulté de nombreuses fois entre le 1er octobre 2017 et le 5 janvier 2018]

SEArch+ : http://www.spacexarch.com [consulté le 8 août 2018]

Clouds Architecture Office : http://www.cloudsao.com [consulté le 8 août 2018]

Sites internet des agences spatiales et des concours

Site du concours de l'agence spatiale américaine : http://3dpchallenge.tumblr.com/post/128777557703/team-searchclouds-architecture-office-design [consulté le 8 août 2018]

Site de l'agence spatiale européenne : https://m.esa.int/fre/ESA_in_your_country/France/Un_village_sur_la_Lune [consulté le 8 août 2018]

Site internet du réseau disruptif sur les architectures en milieux extrêmes : http://www.arches.urbicoop.eu

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Sources iconographiques

Fig. 1 : ROSEAU Nathalie, THEBAUD-SORGER Marie, L'emprise du vol : de l'invention à la massification, histoire d'une culture moderne, MétisPresses, Lausanne, 2013, P.10.

Fig. 2 : Photographies de la NASA réalisées en 1924, disponible sur le site internet Fine art America : https://render.fineartamerica.com/images/rendered/default/framed-print/images/artworkimages/medium/1/john-stapp-during-a-high-g-force-test-on-a-sled-nasa.jpg?imgWI=12.000&imgHI=7.125&sku=CRQ13&mat1=PM918&mat2=&t=2&b=2&l=2&r=2&off=0.5&frameW=0.875)) [consulté le 20 avril 2018].

Fig. 3 : Yona Friedman, Ville spatiale, 1959-1960, dessin à l'encre et au feutre sur papier, 21 x 29.7 cm, © François Lauginie, disponible sur le site internet de la collection du FRAC Centre Val de Loire : http://www.frac-centre.fr/collection-art-architecture/rub/rub-64.html?authID=72&ensembleID=164 [consulté le 8 août 2018].

Fig. 4 : Couverture du magazine Life le 18 novembre 1957, disponible à l'adresse suivante : https://i.pinimg.com/originals/25/84/d1/2584d169c2240c0acccec6d0a5aaadbe.jpg [consulté le 20 avril 2018].

Fig. 5 : BORASI Giovanna et ZARDINI Mirko, *Autres odyssées de l'espace : Greg Lynn, Michael Maltzan, Alessandro Poli*, Exposition, 2010, Montréal, CCA Centre canadien d'architecture Montréal, 2010, P.48-49.

Fig. 6 : ROCHER Yann, *Globes, Architecture et science explorent le monde*, Exposition, 2017, Paris, Cité de l'Architecture et du Patrimoine, 2017, P.317.

Fig. 7 : Vues d'artistes disponible sur le site internet de la NASA : https://settlement.arc.nasa.gov/spaceres/illus.html [consulté le 3 janvier 2018].

Fig. 8 : Présentation du diplôme de Krutikov sur le blog The charnel house : https://thecharnelhouse.org/2013/05/20/georgii-krutikov-the-flying-city-vkhutemas-diploma-project-1928/ [consulté le 3 janvier 2018].

Fig. 9 : MEUSER Philipp, *Galina Balashova : architect of the Soviet space programme*, Berlin, Dom publishers, 2015, P.8.

Fig. 10 : Ibid, P.9.

Fig. 11 : Ibid, P. 9.

Fig. 12 : Phographie disponible sur le site internet allemande Spacefacts : http://www.spacefacts.de/graph/drawing/large/english/vostok-6_recovery.htm [consulté le 8 août 2018].

Fig. 13 : MEUSER Philipp, *Galina Balashova : architect of the Soviet space programme*, Berlin, Dom publishers, 2015, P.50.

Fig. 14 : Ibid, P.70.

Fig. 15 : Ibid, P.88.

Fig. 16 : Photographie extraite d'un article disponible sur le site internet de la revue européenne Room, le journal de l'espace : https://room.eu.com/article/Eating_in_space_from_Michelinstarred_chefs_to_selfsufficiency [consulté le 22 mars 2018].

Fig. 17 : Coop Himmelb(l)au, Villa Rosa, 1968, Encre et letraset sur calque, 54.2 x 86.5 cm, 999 17 02, © François Lauginie, disponible sur le site internet de la collection du FRAC Centre Val de Loire : http://www.frac-centre.fr/collection-art-architecture/rub/rub-64.html?authID=46&ensembleID=119 [consulté le 23 mars 2018].

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Fig. 18 : Fig. 18 : Coop Himmelb(l)au, Villa Rosa, 1968, Maquette, Bois, plastique, plexiglas, métal, peinture, mousse synthétique, polystyrène, 44 x 68 x 68 cm, 999 01 01, © Philippe Magnon , disponible sur le site internet de la collection du FRAC Centre Val de Loire : http://www.frac-centre.fr/collection-art-architecture/rub/rub-64.html?authID=46&ensembleID=119 [consulté le 23 mars 2018].

Fig. 19 : BORASI Giovanna et ZARDINI Mirko, *Autres odyssées de l'espace : Greg Lynn, Michael Maltzan, Alessandro Poli*, Exposition, 2010, Montréal, CCA Centre canadien d'architecture Montréal, 2010, P. 71.

Fig. 20 : Ibid, P. 86.

Fig. 21 : Ibid, P.78.

Fig. 22 : Ibid, P. 86.

Fig. 23 : Couverture de l'ouvrage : BUCKMINSTER FULLER Richard, *Manuel pour l'instruction pour le vaisseau spatial « Terre »*, Ed. Lars Müller Publishers, 2008, 152 p.

Fig. 24 : Photographie originale de la Terre avec le pôle sud en haut, disponible sur le site Wikipédia : https://fr.wikipedia.org/wiki/La_Bille_bleue#/media/File:Apollo17WorldReversed.jpg [consulté le 8 août 2018].

Fig. 25 : Illustrations extraites de la vidéo *Powers of Ten*, disponible sur le blog suivant : http://archio.co.uk/blog/2016/11/08/powers-ten/ [consulté le 25 mai 2018].

Fig. 26 : MONTAIGNE Marion, *Dans la combi de Thomas Pesquet*, Ed. Dargaud, Paris, 2017, P.134.

Fig. 27 : Images de synthèses disponibles sur le site de l'agence Norman Foster + Partners : https://www.fosterandpartners.com/projects/lunar-habitation/ [consulté le 4 octobre 2017]

Fig. 28, 29 et 30 : Images de synthèses disponibles sur le site internet de l'agence Norman Foster + Partners : https://www.fosterandpartners.com/projects/mars-habitat/ [consulté le 8 août 2018].

Fig. 31 : Images de synthèses et plans de niveaux disponibles sur le site internet de l'agence Clouds Architecture Office : http://www.cloudsao.com/MARS-ICE-HOUSE [consulté le 8 août 2018].

Fig. 32 : Image de synthèse disponible sur le site internet de l'agence Liquifer : http://www.liquifer.com [consulté le 4 octobre 2017].

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Bibliographie appréhendée mais non exploitée par le mémoire

Films

~ THE MARTIAN (Seul sur Mars), réal. adapt. : Ridley Scott (US, 2015), 141 mn.

~ INTERSTELLAR (Interstellar), réal. adapt. : Christophe Nolan, (US-UK, 2014), 169 mn.

~ GRAVITY (Gravity), réal. adapt. : Alphonso Cuarón, (US-UK, 2013), 141 mn.

~ ELYSIUM, , réal. adapt. : Neil Blomkamp, (US, 2013), 109 mn.

~ THE DIVIDE, réal adapt. : Xavier GENS, (US-CA-ALL, 2012)

~ A GRAND DAY OUT (Une grande excursion), réal. adapt. : Nick Park, (UK, 1989), 23 mn.

~ 2001 : A SPACE ODYSSEY (2001 : Odyssée de l'espace), réal. adapt. : Stanley Kubrick, (US-UK, 1968), 149 mn.

~ BLADE RUNNER, réal. adapt. : Ridley Scott, (US-UK, 1982), 117 mn.

~ STAR WARS (La guerre des étoiles), réal adapt. : George LUCAS, (US, 1977-…)

~ STAR TREK, (La guerre des étoiles), réal adapt. : Gene RODDENBERRY, (US, 1966)

~ THE MYSTERIANS (Prisonnière des martiens), réal. adapt. : Inoshiro HONDA, (JAP, 1957)

~ DE LA TERRE A LA LUNE, réal. adapt. : Byron HASKIN, (EU, 1954)

~ CROISIERES SIDERALES, réal. adapt. : André ZWOBADA, (FR, 1942)

~ UNE FEMME DANS LA LUNE, réal. adapt. : Fritz LANG, (ALL, 1928)

~ LE VOYAGE DANS UNE ETOILE, réal. adapt. : Gaston VELLE, (FR, 1906)

~ VIAJE A JUPITER, réal. adapt. : Segundo de CHOMON, (ESP, 1906)

~ LE VOYAGE DANS LA LUNE, réal. adapt. : Georges MELIES, (FR, 1902)

~ LE RÊVE D'UN ASTRONOME OU LA LUNE A UN METRE, réal. adapt. : Georges MELIES, (FR, 1898)

Musique

~ JIMI HENDRIX, *Third stone from the sun*, 1966.

~ DAVID BOWIE, *Space oddity*, 1969.

~ DAVID BOWIE, *The Rise and Fall of Ziggy Stardust and the Spiders from Mars, 1972*

~ *DAVID BOWIE, Life on Mars ?, 1973*

~ PINK FLOYD, *The dark side of the Moon*, 1973.

Littérature

~ VERNE Jules, *De la Terre à la Lune*, Le livre de poche, 2001, p. 254. (première édition 1867 illustrée par Henri de Montaut)

~ BRECHT Bertold, *La vie de Galilée*, L'Arche, 1997, p.139.

Photographie

~ FOURNIER Vincent, Space project, disponible sur http://www.vincentfournier.co.uk/www/portfolio/space-project-photography/ (consulté le 29 septembre 2017)

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Le photographe s'inspire de la part de rêve et de mystère que les utopies scientifiques et technologiques font résonner dans l'imaginaire collectif. Space project est une collection de photographies qui présente les lieux mythiques de l'exploration spatiale (Site d'Ariane Espace à Kourou, Centre spatial de la NASA en Floride, le centre d'entraînement Star City en Russie, EADS Space aux Mureaux, Biosphere II…)

~ CHAUBIN Frederic, CCCP : cosmic communist constructions photographed, Köln, Taschen, 2011, p. 308.

Le photographe présente des bâtiments des années soixante-dix et quatre-vingt situés dans les anciennes républiques soviétiques et qui témoignent des rêves idéologiques de la conquête spatiale et de l'obsession du cosmos de cette période : stations de métro, bâtiments résidentiels aux façades ornementées par des motifs liés à la recherche spatiale, hôtel conçu comme un vaisseau spatial entier etc.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR