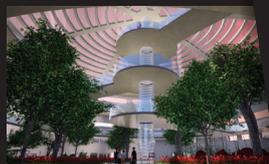


PLANETSCOPE

L'ACTU SCIENTIFIQUE DU SYSTÈME SOLAIRE

>>> L'ÉTUDE DES PLANÈTES



AGRICULTURE, NAVETTES SPATIALES ET CONSTRUCTIONS

5. UN ÉCOSYSTÈME INDUSTRIEL

P.17



6. IDENTITÉS MARTIENNES

LE PARADOXE DÉPENDANCE/INDÉPENDANCE
P.20 *La voie martienne : vivre ensemble*

ARKADIA/SURYA

UN RÊVE DEVENU RÉALITÉ

1. UN SYSTÈME DE SURVIE : ENTRE SOLEIL ET GLACE

P.2

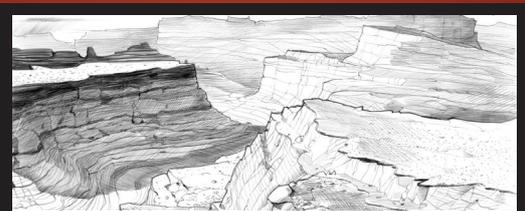
2. COMMENT ÇA MARCHE ? : AU CŒUR DU PROCESSUS DE LA FONDATION

P.4

3. UN ÉQUILIBRE DÉLICAT LE DOUBLE SYSTÈME DE MARS

P.9

...ET DANS CHAQUE PARTIE



LE CARNET DE NOTES DE LUCIE
LA VISION DE NOTRE REPORTER

4. LES COMMUNAUTÉS DE MARS : COMMENT COEXISTENT-ELLES ? P.13



Site Web

1. UN SYSTÈME DE SURVIE ENTRE SOLEIL ET GLACE

La Cité-État de la Fondation est principalement composée de deux pôles habités ainsi que de quelques petits autres, pratiquement tous alignés sur le méridien 170° Ouest. Les deux colonies, Arkadia et Surya, souvent décrites comme la ville de l'eau et la ville du soleil, sont reliées par la Voie Méridienne, une route longue de 2200 km, sorte de moelle épinière de la Cité-État. Arkadia, située à Arcadia Planitia est la plus ancienne colonie humaine sur Mars. Elle s'est développée à partir de la première base habitée, choisie pour son accès facile à de grandes quantités de glace d'eau.

Surya est une colonie plus jeune, située à Nicholson, près de l'équateur dont l'emplacement a été déterminé par la combinaison favorable de l'ensoleillement, de vues dégagées sur le pic central et de la présence de glace d'eau dans la région voisine de Medusae Fossae. La construction de Surya a été retardée jusqu'à ce qu'un compromis soit trouvé concernant les règles de protections planétaires. La nouvelle colonie, avec son propre port spatial, a pratiquement atteint la taille d'Arkadia.

Les deux agglomérations bénéficient d'une altitude assez basse, respectivement -3798 m et -4423 m, à laquelle la pression atmosphérique est d'1 kPa.

La colonie de Surya tend vers une plus grande adaptation à l'environnement martien qu'Arkadia. L'investissement notable de Surya dans l'énergie solaire passe par l'utilisation de serres de surface et de miroirs orbitaux pour la

production alimentaire, délaissant les salles de culture et les bioréacteurs souterrains. Calquées sur une perception moins anxiogène des radiations, l'architecture de Surya met en évidence des espaces plus ouverts sur l'extérieur à l'inverse des réseaux de tunnels de dépendance et du blindage massif que l'on peut observer à Arkadia.

LA SOCIÉTÉ DE FONDATION : EN ROUTE POUR L'ÉCOPOÏÈSE

Les premiers établissements humains sur Mars sont le fruit de partenariats public-privé, dont la gouvernance fut assurée par des consortiums d'une ou plusieurs nations terriennes. Leurs règles étaient nécessairement complexes et souvent mal adaptées aux conditions locales. Les exigences de survie quotidienne sur Mars ont mis en évidence la nécessité de décisions rapides et collectivement acceptées ce qui a débouché irrésistiblement à l'indépendance des Martiens. La disposition naturelle des colonies sous forme de villes a donné naissance à une civilisation planétaire de cités-États souveraines, constituées d'une ville centrale ou d'une coalition de plusieurs cités.

La Fondation est la plus grande et la plus célèbre de ces coalitions, et pour la plupart des gens sur Terre, elle incarne l'image même de Mars.

Congrès de Mars

À l'échelle planétaire, un organe consultatif, appelé Le Congrès de Mars a été rapidement mis en place à la suite de la création de la Mars Planetary Rescue Force, surnommée, avec une certaine ironie, les Casques Rouges. Cette organisation a d'abord administré les contributions de chaque ville (hôpitaux de campagne, véhicules suborbitaux, personnel) puis est devenue le lieu privilégié de discussions sur les grands thèmes planétaires.

Le principal sujet de discussion à ce niveau concerne la terraformation de la planète, qui n'en est qu'à ses balbutiements. Une compétition a été mise en place en s'appuyant sur les succès remportés par la première Cité-État dans son processus d'écopoïèse. Les épreuves, que certains appellent les "Jeux Olympiques de Mars", sont suivies dans tout le système solaire et font l'objet d'enjeux sous forme de paris. Ses gains servent à financer les prix et la compensation des préjudices causés aux cités désavantagées par le processus de terraformation. Le Congrès de Mars fonctionne également comme un tribunal d'arbitrage. Si la coexistence et la coopération sont les maîtres mots de la diplomatie sur Mars, il subsiste une certaine concurrence pour l'accès aux ressources, et les relations entre les villes-États ne sont pas exemptes de disputes, voire de conflits.

Utilisation des armes et "L'équilibre de la Prudence"

Même si les moyens de produire des armes sont disponibles, il n'y a guère d'incitation à les fabriquer et à les utiliser. L'utilisation d'une arme sur Mars peut causer une brèche dans l'enceinte de l'habitat, un acte considéré comme un crime abject contre l'humanité et l'écosystème

Arrivée à Arkadia

"De toutes les questions que j'ai pu me poser avant de partir, la plus entêtante, la plus simple et la plus importante pour moi fut sans nul doute celle qui concerne "ces autres humains", ces frères de l'autre planète : vont-ils m'accepter parmi eux ? Je me prends à redouter les regards sur moi. C'est idiot mais c'est ce que je ressens à l'approche de Mars. Dans l'imminence d'un atterrissage sur l'astroport démentiel d'Arkadia, mon coeur s'emballe en pensant à toutes les questions intrusives que je vais devoir poser, à toutes ces artères de la civilisation humaine que je vais devoir arpenter en quête de réponse. Je vais devoir comprendre ce qui fait la fierté des Arkadiens, les habitants de la Cité-État de Fondation ou chaque nouvelle parcelle verte fut gagnée au prix d'efforts et d'ingéniosité permettant la vie sur une planète qui en était dépourvue. La fumée disparaît du tarmac. Les sas viennent de s'ouvrir et une nouvelle odeur parvient jusqu'à mes narines. J'y suis. Je suis sur Mars." ■



► qui la soutient, méritant le châtiement le plus sévère. De la même manière que l'utilisation d'armes atomiques sur Terre est restreinte par la "l'équilibre de la terreur", même si aucun texte n'interdit explicitement l'utilisation d'armes sur Mars, chaque État sait que mettre en danger un habitat, même en "dommages collatéraux", conduirait tous les autres États à s'allier contre l'auteur. Aucun État n'a trahi cet accord tacite, communément appelé "équilibre de la prudence".

Organisation politique de la Fondation

Chaque cité-état martienne s'organise différemment, avec différentes entités représentant les pouvoirs législatif, exécutif et judiciaire. La Fondation fonctionne comme une démocratie directe. La plupart des décisions publiques sont soumises au suffrage universel. Les votes sont électroniques et authentifiés par blockchain. Les sollicitations des citoyens sont permanentes, la plupart des votes portent sur des décisions relativement locales et le taux de participation est généralement faible. Le pouvoir discrétionnaire du personnel politique est donc très limité et il est parfois nécessaire de recourir au tirage au sort pour nommer des officiers. Les lobbies terriens se sont régulièrement déclarés déconcertés par le manque d'intérêt des politiciens locaux pour leurs précieux conseils.

L'organisation politique est basée sur le principe de subsidiarité, visant à déléguer au niveau de décision le plus bas possible. Le niveau de base est celui du quartier, un ensemble d'habitats bien défini hébergeant environ 10000 personnes, mais dont la taille est en pratique très variable. Ce quartier est administré par un maire et des conseillers municipaux. Chaque échelon supérieur est dirigé par des officiers élus au suffrage universel. A la différence de la Terre, on observe que les positions publiques préférées sur Mars sont les plus basses et les plus locales possibles. La subsidiarité est particulièrement importante pour les pouvoirs judiciaire et exécutif. Par exemple, si un crime

est commis dans un district, à Arkadia et à Surya, le jugement et la peine sont exécutées à ce niveau seulement. Si le crime concerne deux districts, les officiers de l'échelon suivant sont mandatés pour statuer sur le problème.

Le droit à la vie

Le principe constitutionnel le plus célèbre de la Fondation est appelé "le droit à l'assistance vitale".

Malgré sa culture de marché économique ouvert, la société de la Fondation met en œuvre de nombreuses mesures de protections sociales coûteuses, qui sont facilement acceptées car soumises à la sanction rapide du contrôle public et de la démocratie directe. L'éducation, les mesures favorisant les taux de naissance, le suivi médical pour tous sont considérés comme des services publics inaliénables. Tout comme "le droit à l'assistance vitale", qui comprend l'accès à l'air, un minimum d'eau, d'énergie et un minimum de logement car il est impossible de vivre en dehors du système sur Mars.

Cette gouvernance autant décentralisée que fortement interconnectée a permis un développement technologique intense, stimulé par l'émulation permanente entre les quartiers et les Cités-États. L'augmentation de la productivité résultant de cette révolution organisationnelle peut être comparable en ampleur aux révolutions du fordisme et aux techniques de gestion de projet de la Seconde Guerre mondiale, sans les inconvénients de la standardisation culturelle et de l'exclusion du processus de décision. Ces évolutions se sont vues accompagnées d'une forte croissance démographique, stimulée par le taux de natalité, ainsi que le taux d'immigration.

La société de la Fondation, très représentative des sociétés martiennes, rassemble une coalition de centaines de petits districts, comptant avec acharnement sur leur indépendance et leur unicité, mais veillant à un échange permanent d'informations et à l'acceptation des décisions par le vote. ■

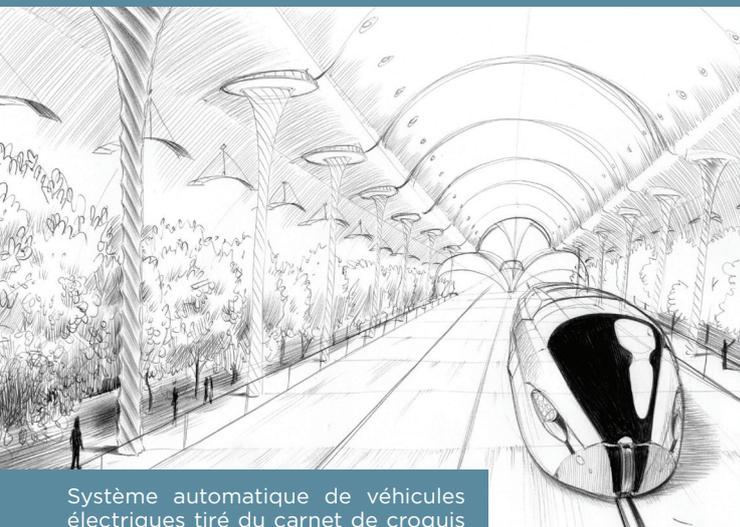
AUTONOMIE ET SYSTÈMES DE SURVIE, L'IMAGINATION HUMAINE AU SERVICE DE L'URBANISME

Vivre sur Mars reste une gageure, d'où la conception des systèmes de survie et leur amélioration qui contribue indubitablement à réduire les risques. La vie sur Mars ne doit pas être celle d'un équipage d'une station antarctique à la vie âpre, mais bel et bien celle d'un citoyen d'une cité cosmopolite confortable de taille moyenne, comparable à celles de la Terre.

Cet objectif pourra être atteint grâce à la subsidiarité considérée comme le principe fondamental de la gou-

vernance. En terme d'urbanisme, cela se traduit par une autonomie maximale pour les quartiers d'environ 10000 habitants. Ce principe présente de nombreux avantages : il assure efficacement la responsabilisation de chaque citoyen vis-à-vis du maintien de l'écosystème biologique artificiellement créé qui le maintient en vie, ainsi que le partage des pratiques entre les différents quartiers produisant, par conséquent, une saine concurrence. De plus, la compartimentation permet d'éviter la survenue d'un accident global, d'isoler le sinistre pour permettre à l'ensemble de la ville de venir en aide à un quartier sinistré. Ainsi chaque quartier possède une autonomie à la fois physique, économique grâce à sa production locale, mais aussi administrative dans sa gestion des affaires publiques. A cela s'ajoute la proximité des différents espaces nécessaires à la vie d'un citoyen associant la résidence, le travail, les commerces, les zones sociales et communautaires en un seul habitat. Ce principe s'articule également avec le fait que l'agriculture et l'entretien des écosystèmes demeure l'une des principales activités des habitants de la Fondation de par son exigence en main-d'œuvre.

Il devient donc nécessaire de réduire la distance entre les zones agricoles et urbaines de telle sorte qu'il soit possible de favoriser les déplacements de piétons au sein d'un même quartier. Le réseau de transports entre les quartiers est, quant à lui, assuré par un système automatique de véhicules électriques, roulant sous les allées



Système automatique de véhicules électriques tiré du carnet de croquis de Lucie

▶▶ piétonnes et dans les tunnels, intégrés dans les enceintes pressurisées ou eux-mêmes pressurisés selon le cas. Les parcs à énergie solaire occupent une grande surface en dehors de la ville (plusieurs centaines de kilomètres carrés, conformément au mix énergétique local). Ils sont organisés comme des "îlots solaires" standardisés : des panneaux solaires entourent un secteur industriel central, comprenant toutes les installations dédiées à la fabrication et à la maintenance de panneaux solaires, ainsi que des usines dédiées à la production et au stockage de vec-

teurs énergétiques (pour plus de détails, voir notre article sur l'énergie).

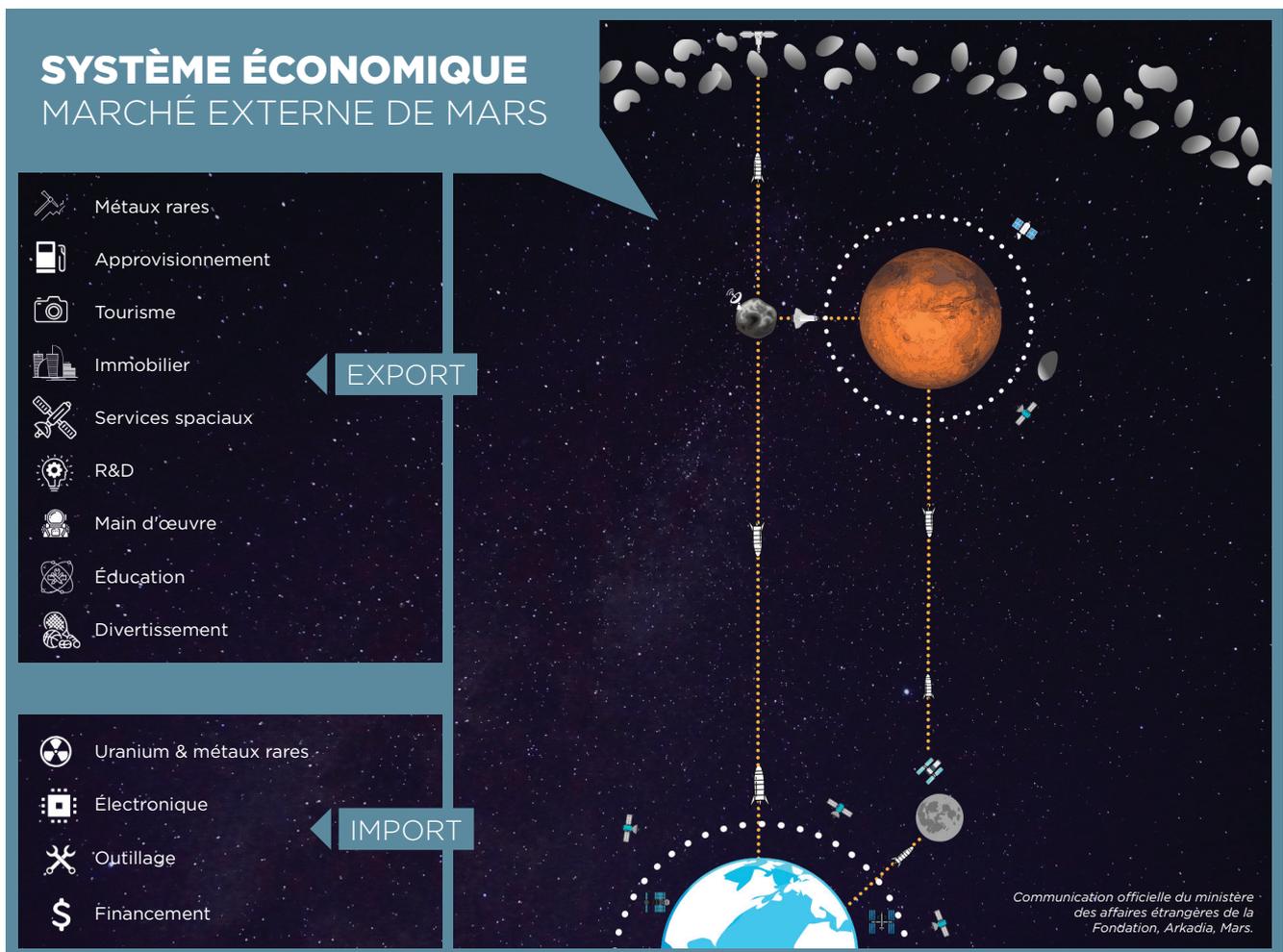
Enfin, la méthodologie de modélisation des informations du bâtiment (BIM) pour la conception et l'exploitation de la ville a permis d'optimiser les coûts grâce à la création de jumeaux numériques. L'imagination humaine semble ne plus avoir de limites, et quel endroit plus approprié que Mars pour l'émergence d'idées en matière d'urbanisme. Une nouvelle renaissance, en quelque sorte. ■

Thèmes : Services et production / Commerce intérieur / Énergie

2.

SERVICES ET PRODUITS DE LA FONDATION COMMENT ÇA MARCHE ?

Mesures économiques prises par la Fondation au cours des 20 dernières années ainsi que les futurs projets d'acteurs privés et publics de la planète.



Note : dans l'article, l'unité "G\$/an" correspond à 1 milliard de Dollars US par année terrienne.

TOURISME - 11 G\$ / an

Résidence proposée avec des services premium :

- Pour les scientifiques, ingénieurs et autres, pour des missions financées par la Terre.
- Pour une expérience touristique unique.
- Aventuriers et pionniers de tout le système solaire,
- Santé : cures pour retraités ou pour toute autre personne : la gravité plus légère augmente l'espérance de vie en réduisant le stress sur le système cardiaque et artériel.

Excursions sur des lieux emblématiques :

- Vallées Marineris, le plus grand canyon du système solaire.
- Le mont Olympe, le plus grand volcan du système solaire.

- L'Arche de Tartarus Colles.

- Visite d'un astéroïde de la ceinture à bord d'un Albatross.

- Croisière stellaire vers Saturne à bord d'un vaisseau spatial. Mars accueille plus de 50 000 visiteurs par synode !

IMMOBILIER - 69 G\$ / an

Licences :

La Fondation propose des licences pour exploiter et explorer les richesses de Mars. Une entreprise est autorisée à explorer et à extraire des ressources minérales pour une durée de 30 ans ; en échange, elle doit participer, via des subventions, à l'extension de la ville. Elle peut également

► louer le site d'exploitation à d'autres entreprises.

Investissement immobilier :

- Construire un nouveau monde est le travail de base de chaque colon martien. Il devient évident que Mars sera le nouvel Eldorado en matière de construction et de financement immobilier, par rapport à une Terre saturée où la concurrence est féroce et les profits minimes.
- Les investissements dans la Fondation représentent actuellement une part de 28% de la croissance du marché immobilier du système solaire.
- Prix moyen au m² : 10 k \$.

Et rappelez-vous, il ne s'agit pas de démolir à nouveau une planète pour la recouvrir de béton, mais de verdir Mars !

ÉCONOMIE DU SAVOIR - 59 G\$ / an

EDUCATION

Le Mars Institute Technology (MIT) a conçu une offre de formation axée sur l'excellence dans les domaines suivants :

- Agronomie,
- Sociologie et psychologie,
- Ingénierie selon spécialisation,
- Impression en 3D,
- Robotique et IA,
- Économie circulaire et recyclage.

Le MIT conclut des contrats de recherche et développement avec des entreprises privées sur Terre. Les universités martiennes délivrent un enseignement supérieur aux élites terriennes par l'intermédiaire de professeurs ayant participé à la colonisation de Mars.

R&D ET BREVETS

Comme tout lieu hostile à la vie, Mars pousse à l'inventivité extrême et place l'innovation au cœur même de son économie. La R&D de la Fondation rayonne jusque sur Terre où cette dernière en tire également un profit notable.

Elle propose des licences d'exploitation de brevets pour les secteurs suivants :

- Médecine (traitement du cancer, prolongation de la vie, traitement cardio-vasculaire, aide à la procréation et bien d'autres),
- Industrie alimentaire (OGM, hors-sol, traitement des sols),
- Contrôle climatique et environnemental,
- Ingénierie,
- Économie circulaire,
- Recyclage et réutilisation des matériaux,
- Extraction à sec des ressources,
- Gestion de l'eau,
- Énergie.

L'exemple de Earth ISRU :

Aujourd'hui, les technologies développées sur Mars pour fabriquer de l'acier à partir du régolithe sont vendues sous licence à la Terre et permettent la production d'acier de haute qualité à un prix compétitif directement à partir de minerais à faible teneur. La Fondation collecte 5% de redevances sur les licences d'exploitation de brevets sur l'acier, ce qui génère pour Mars des revenus de 40 G\$ / an. Les brevets liés aux fermes solaires hautement automatisées de la Fondation sont aujourd'hui des best-sellers sur Terre. Tous les revenus des universités et des brevets de la Fondation sont placés auprès de la Bank of Mars. L'intérêt de 5% sert à financer l'extension des projets coloniaux de Mars.

SERVICES SPATIAUX - 5,1 G\$ / an

ÉQUIPEMENT ET LANCEMENT

L'industrie spatiale martienne est en plein essor. Aujourd'hui, elle est en concurrence avec la Terre pour la fourniture de lanceurs et d'équipements spatiaux. Actuellement, la Fondation offre les services suivants :

- Production et lancement de satellite géostationnaire grâce à l'avantage de ΔV par rapport à la Terre,
- Conception et lancement de stations orbitales,
- Matériel de forage et d'extraction d'astéroïdes,
- Sondes d'exploration des planètes extérieures et de la ceinture d'astéroïdes,
- Albatross en version commerciale ou gouvernementale,

Le Musée d'histoire spatiale de la Fondation

"Ça sera tout pour nous madame et pour répondre à vos inquiétudes, aucune quarantaine ne sera nécessaire - le trajet est suffisamment long !" fini par me lâcher un visage sans émotion. C'est un médecin grisonnant du contrôle médical dont la conclusion de sa seule phrase fut de m'enjoindre à me relever par un signe poli de la main. On me laisse sortir du cabinet vitré avec quelques médicaments dans un sac en cellulose et une longue liste de recommandations ! Plus rapide que ce que j'imaginai après un voyage de 4 mois en apesanteur.

Cela fait maintenant 5 jours que j'ai atterri sur Mars et de fortes douleurs de jambes m'étreignent et me rappellent les kilomètres déjà parcourus dans les allées d'Arkadia. La légère gravité de Mars m'a aidée à me réhabituer à la station verticale mais ma démarche trahit sans nul doute mon origine. Mes petits pas timorés et mes bonds incontrôlés me valent des sourires ! Non, assurément je n'ai pas encore réussi à imiter les grandes enjambées lentes et élégantes des Martiens natifs. La section locale de la Mars Society m'a déjà accordée une entrevue ce matin et m'a doté d'un guide, Adhémard. Je suis donc averti des us et coutumes et suis complètement libre de mes déplacements. Ce soir, Adhémard m'a proposé toute-fois de l'accompagner pour assister à une allocution effectuée par le Ministre de la Culture à l'occasion de l'anniversaire de la fondation d'Arkadia. Nous devons marcher pour y accéder. Encore. Les Arkadiens décident de passer les marathoniens de la terre pour de simples randonneurs. Tout le monde marche ici. Mais je pense pouvoir m'y habituer bientôt.

Le Grand dôme du Musée d'Histoire de la Fondation de Mars nous surplombe enfin. C'est l'établissement qui reçoit le plus de visiteurs de la planète. Le discours se tient devant plusieurs centaines de personnes, tous debout n'en déplaisent à mes deux jambes de bois. La majesté du lieu me permet d'écouter un discours plutôt inspiré et heureusement pas trop long. Adhémard m'explique enfin que ce dôme abrite de vrais trésors. En parcourant une des ailes du musée, je me trouve face aux modules de la première base martienne conservés intacts car c'est bien ici-même, au centre de la cité d'Arkadia, que les premiers coups de pelle d'une colonie humaine ont été donnés. Plus loin, je suis également surprise devant une sculpture assez incongrue. Pour Adhémard, c'est surtout l'objet d'une certaine émotion : lors du premier test habité du premier véhicule spatial martien, une équipe d'astronautes de Mars a décidé de ramener à Arkadia le mannequin Starman au volant de son Tesla Roadster. Le véhicule fut envoyé sur une trajectoire interplanétaire lors du vol inaugural de la Falcon Heavy le 06 février 2018. Et à la question "si je peux la récupérer, puis-je la garder", Elon Musk, fondateur de la société SpaceX et propriétaire du véhicule avait répondu "Yes". Les Martiens ont semblé-il relevé le défi. ■



- Internet spatial.
 - Matériel de télécommunication
- Exemples de coûts de mise en orbite :**
- LEO : 150 \$ / kg,
 - GEO : 180 \$ / kg,
 - Lune : 200 \$ / kg,
 - Ceinture : 100 \$ / kg.



- La gestion de la paye,
 - la couverture sanitaire.
- Il y a actuellement plus de 10 000 travailleurs dans la ceinture d'astéroïdes qui se font eux-mêmes appeler "Ceinturiers".

MÉTAUX RARES - 1,2 G\$ / an

En collaboration avec la guilde des mineurs la plus influente de Mars (MarsProof) qui est à l'origine de la première station-service martienne, la Fondation s'occupe de l'extraction, du raffinage et de la livraison des métaux essentiels aux industries.

MarsProof propose un catalogue diversifié de métaux, y compris des minéraux de terres rares, de l'or, du platine et du cuivre et offre un itinéraire direct de la ceinture à la Terre. MarsProof prend une contribution de 5% en matériaux pour Mars et 5% en espèces afin de prendre en charge le transport et la sécurité du transporteur.

Mars propose également des livraisons de métaux à tous les établissements humains du système solaire.

DIVERTISSEMENT - 7,4 G\$ / an

La Fondation offre divers services dans le secteur du divertissement, des jeux et du multimédia :

- Loteries touristiques annuelles,
- Paris sur la ville gagnante des prix Terraformation (Jeux Olympiques de Mars),
- Vente de droits de diffusion d'événements sportifs,
- Le Grand Rallye des Vallées Marineris.

Par exemple, la loterie Red Sands, l'une des nombreuses loteries dédiées sur Terre, est mise en place avec des billets de 100 \$. Tous les deux ans, la loterie attire dix gagnants pour un voyage de deux ans "tout compris" sur Mars. La loterie génère une marge colossale consacrée exclusivement au développement de Mars. ■

APPROVISIONNEMENT

La Fondation offre une infrastructure étendue en matière de contrats d'approvisionnement pour la Lune, les stations orbitales et la ceinture d'astéroïdes, ainsi que des voyages prolongés vers les géantes gazeuses.

Voici une liste non exhaustive des fournitures possibles :

- Nourriture,
- Carbone, azote, hydrogène et autres éléments légers,
- Consommables et produits de première nécessité,
- Outils et machines, certains aussi simples et aussi essentiels que les brosses à dents,
- Propulseur,
- Habitats spatiaux.

A titre indicatif, l'approvisionnement annuel de la Lune, peuplée de 100 000 habitants, rapporte 1,6 G \$ / an uniquement pour compenser les pertes du système de survie.

LA MAIN D'OEUVRE

Fondation fournit à la ceinture d'astéroïdes la main-d'œuvre nécessaire au développement de l'industrie minière. Tous les métiers, des plus intellectuels aux plus manuels, sont recherchés.

Mars Services, l'organisation qui chapeaute la gestion des travailleurs extra-martiens, est responsable de :

- La mise à disposition de personnel qualifié,
- L'organisation du transport sur Mars et vers la ceinture,
- L'approvisionnement en fournitures et consommables.
- Les certifications,

COMMERCE INTERIEUR

Système monétaire

La Fondation a choisi d'abolir le système fiduciaire largement utilisé sur Terre. L'objectif était de gagner de l'énergie en évitant de produire de la monnaie physique sur place. Pour les premiers pas de l'économie d'Arkadia, un système standard a été mis en place, basé sur une matière première stockée dans la Fondation avec la blockchain (MTC) comme vecteur de distribution. Précurseur des activités industrielles, le développement de stocks stratégiques de méthane pour le stockage de l'énergie, conduit cette matière organique à prendre une place centrale dans l'économie martienne.

L'étalon-méthane, comme on l'appelle, permet ainsi à l'économie de la Fondation de rester indépendante face aux fluctuations terrestres des marchés financiers, et il est désormais utilisée dans toutes les Cités-États martiennes. Par conséquent, l'un des composés organiques les plus utiles est produit et stocké sur Mars comme le serait l'or sur Terre.

Route commerciale

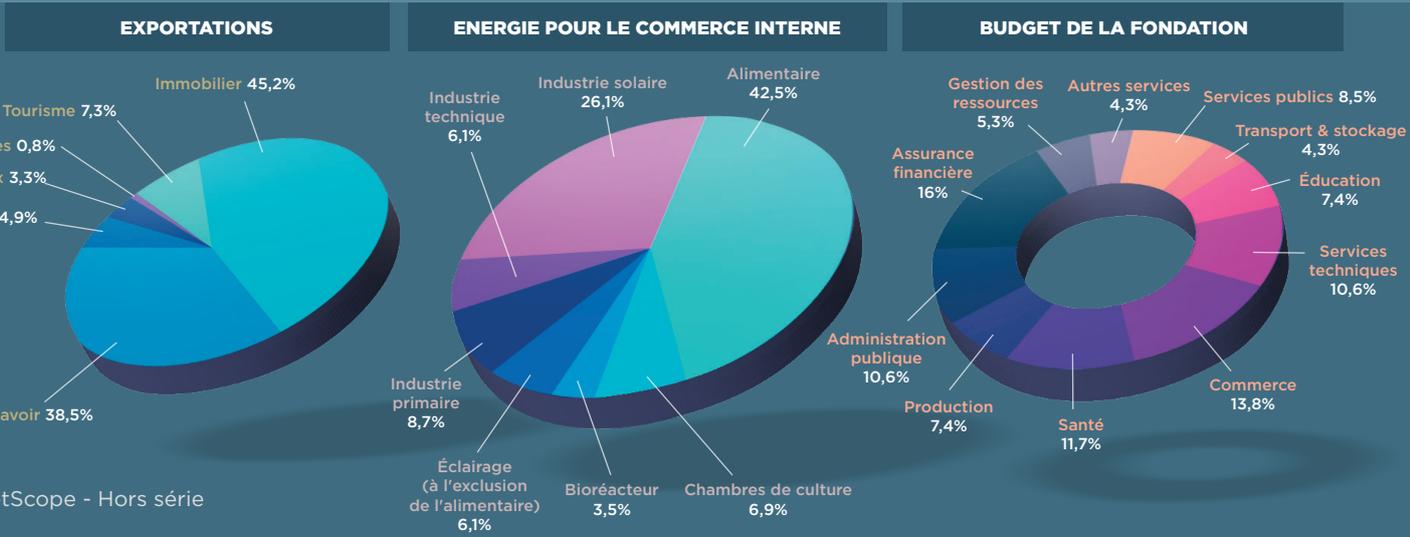
Chaque colonie a développé indépendamment une capacité de production généraliste, bien qu'il existe aussi des spécialités dans le commerce inter-colonies et inter-cités. Arkadia est un centre de production à grande échelle de biens industriels utilisant une énergie nucléaire bon marché. Surya a quant à elle développé son industrie autour de l'énergie solaire. La Voie Méridienne sert de voie d'échange entre les colonies, créant des liens vitaux qui unissent les deux parties de la Cité-État de la Fondation.

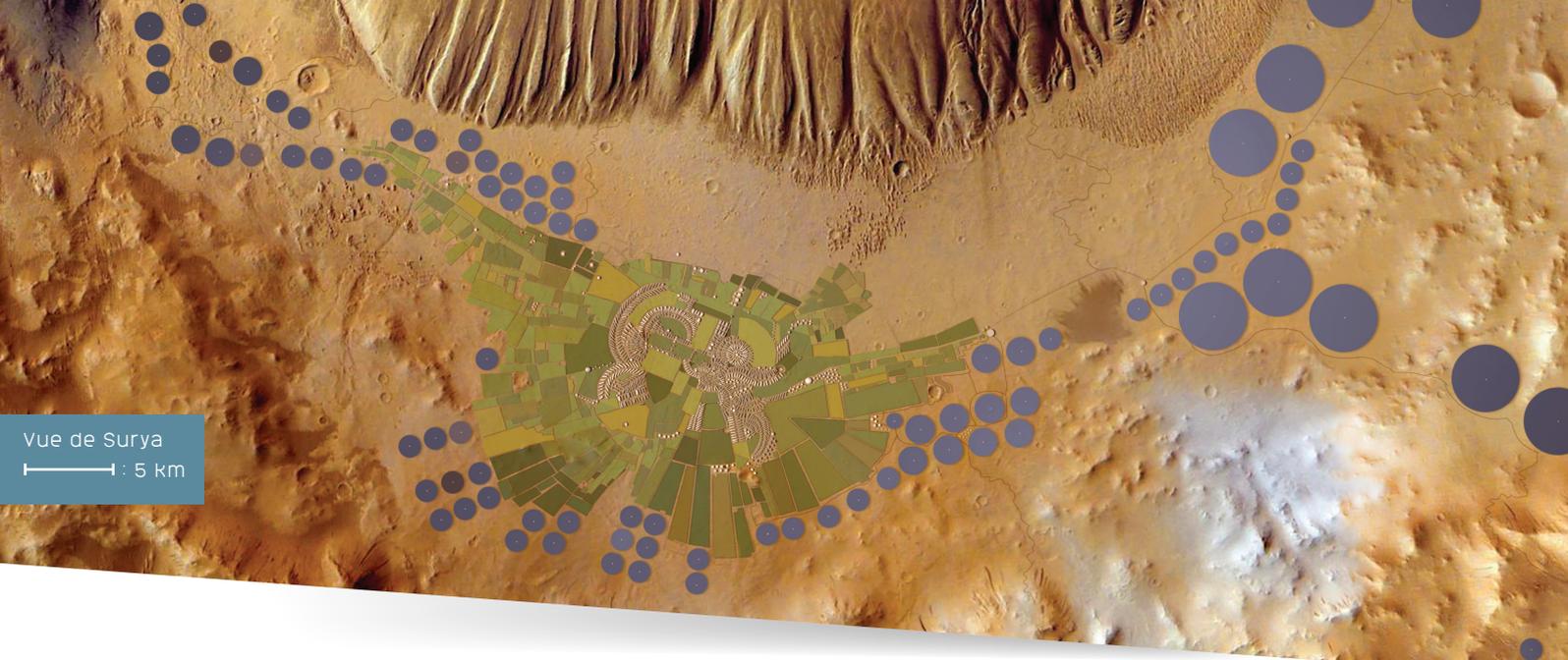
Services bancaires

Les revenus des services, les redevances de brevets et l'argent des immigrants sont placés à la Banque Centrale de la Fondation et sont prêtés avec intérêts qui servent à financer les travaux coloniaux. La banque de la Fondation est ainsi devenue la première banque spatiale. Les services bancaires se développent actuellement pour financer l'expansion dans la ceinture.

Bonus Malus

Mars a mis en place un système de Bonus / Malus basé sur les positions prises par chaque groupe afin de favoriser l'entraide et le partage. ■





Vue de Surya
 1 : 5 km

ÉNERGIE : L'ASSOCIATION NUCLÉAIRE ET SOLAIRE

Sujet fondamental pour les sociétés martiennes : l'énergie. Ce n'est pas le secteur qui emploie le plus de main-d'œuvre mais certainement celui qui préoccupe le plus. Historiquement, les civilisations sur Terre se sont développées à partir de l'exploitation du bois issu des forêts, à la fois pour servir de combustible mais aussi de matériau de construction. Progressivement les sociétés humaines s'industrialisant, celles-ci se sont tournées vers les combustibles fossiles aux réserves immenses, bénéficiant ainsi d'un colossal convertisseur de l'énergie solaire : l'Écosystème lui-même, fruit de milliards d'années d'évolution. A contrario, la civilisation martienne doit reconstruire un écosystème dans son ensemble à partir de rien, et doit donc repositionner l'Homme dans un cycle plus mature de production d'énergie sans "gisements" initiaux. La Fondation donc, a choisi de se développer sur une double base énergétique nucléaire et solaire. La faible densité de l'atmosphère martienne rend l'éolien non rentable et aucune source de chaleur souterraine n'a été trouvée qui soit suffisamment importante pour assurer l'approvisionnement de toute une Cité-Etat.

L'énergie nucléaire offre la possibilité d'un approvisionnement continu en énergie. La technologie privilégiée est celle

L'énergie solaire sur Mars assure aujourd'hui une indépendance quasi totale vis à vis de la terre

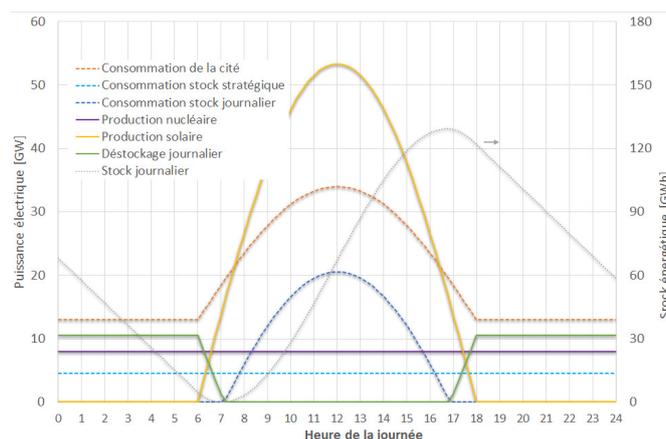
des réacteurs à neutrons rapides à sels fondus MSR (Molten Salt Reactor) avec retraitement du combustible en ligne. Cependant, l'absence de gisements d'uranium utilisables sur Mars rend la planète dépendante de l'uranium naturel extrait des océans sur Terre et importé à chaque synode. Cette dérogation aux règles de l'autonomie se fait par nécessité et a entraîné la constitution d'un stock stratégique de dix ans de combustible nucléaire. L'exploration se poursuit dans l'espoir de trouver de l'uranium local.

L'énergie solaire sur Mars quant à elle, assure aujourd'hui une indépendance quasi totale vis à vis de la Terre, mais aussi aux zones habitées les unes par rapport aux autres. La technologie choisie est celle des cellules photovoltaïques en pérovskite imprimées par jet d'encre. Installés en bandes concentriques d'environ 5 m de large et jusqu'à plusieurs kilomètres de long, les panneaux forment un disque autour d'usines centrales de fabrication dédiées. L'entretien des bandes est assuré par des rovers spécialisés polyvalents qui peuvent les imprimer, en nettoyer la surface, les déplacer si nécessaire ou les recycler en cas de dommages irréparables.

L'énergie solaire est sensible aux variations naturelles de l'ensoleillement : variations journalières, variations saisonnières (induites par l'inclinaison de l'axe de rotation de Mars auxquelles s'ajoutent des variations causées par l'ellipticité de son orbite où l'ensoleillement au périhélie par rapport à l'aphélie est supérieur à 40%) et tempêtes de poussière. Celles-ci plongent régulièrement la colonie dans l'obscurité pendant de longues périodes à l'échelle de la planète entière tous les six ans intercalées par de multiples autres plus petites tempêtes.

L'approvisionnement énergétique étant la condition *sine qua non* de la survie sur Mars, la gestion des stocks d'énergie est une activité hautement stratégique. Pour relever le défi, la Fondation utilise trois technologies génériques : des batteries pour le stockage à court terme, l'hydroélectricité à accumulation pompée (PSH) pour le stockage à court et moyen terme (si disponible) et, pour finir, un parc de centrales thermiques méthanox pour le long terme. Les deux agglomérations principales respectent les principes décrits ci-dessus, mais mettent en œuvre des solutions énergétiques différentes. Arkadia dispose d'un mix énergétique équilibré de 45% nucléaire et 55% solaire (en énergie produite), tandis que l'ensoleillement à Surya, combiné à une volonté farouche d'indépendance, a permis la mise en œuvre d'une part beaucoup plus élevée de solaire. De plus, à Surya, un PSH massif stocke de l'énergie (sujet développé plus bas).

Mix énergétique journalier de Surya



	Arkadia	Surya
Nucléaire	17 GW	8 GW
Solaire	39 GW	53 GW
Batteries	2 GW	15 GW
Thermique (méthane)	17 GW	15 GW
PSH	0 GW	5 GW

La consommation d'énergie sur Mars est de 1600 GJ/an et par personne. Cela peut paraître énorme contre 220 GJ/an par personne en Amérique du Nord, ou 120 GJ/an/personne en Europe mais c'est, au moins en partie, une illusion: sur Terre, une fraction gigantesque de l'énergie solaire requise est cachée dans la production agricole, qui n'est pas incluse dans les bilans. Sur Mars, toute l'énergie est comptée et tabulée. Rien n'est gratuit.

Les barrages de Nicholson

La ville de Surya est située à l'équateur, dans le cratère Nicholson. Ce cratère présentant des dénivelés de plus de mille mètres s'est avéré un emplacement idéal pour la

construction d'une station hydroélectrique de stockage par pompage (PSH) de 5 GW et 200 GWh, en partie dédiée au stockage quotidien et en partie au stockage saisonnier.

Le principe est le suivant : deux lacs contiennent 300 millions de m³ d'eau chacun (4kmx3kmx25m et 3kmx2kmx50m). L'un est situé au fond du cratère et l'autre dans un creux naturel près du sommet central. Ils sont reliés par des tuyaux. Pour maintenir l'eau à l'état liquide, les lacs sont recouverts de feuilles de plastique suspendues et maintenues à une pression de 0,1 bar. Grâce à l'effet de serre et à la lumière supplémentaire fournie par les miroirs orbitaux, la température est maintenue au-dessus de 5 ° Celsius. Pendant la journée, de grands champs de panneaux solaires fournissent de l'énergie électrique à des turbines réversibles qui font remonter l'eau du lac inférieur au lac supérieur. Selon les besoins, jour et nuit, l'eau peut s'écouler dans les tuyaux et inverser les turbines, entraînant des générateurs électriques.

Grâce à un débit total maximum de 2000 m³ / s et à une élévation cumulée de plus de 1000 mètres, la puissance électrique est potentiellement de 5 GW (rendement de 70%) et l'énergie stockable est d'environ 200 GWh. ■

Visite des champs de panneaux solaires

"La cité entière d'Arkadia est entourée de centaines de kilomètres-carrés de bandes de panneaux solaires dont le rôle est de fournir une énergie locale, abondante et la moins chère possible. Ces bandes sont fabriquées et entretenues par des robots autonomes qui parcourent inlassablement les grandes étendues de Mars pour accroître la surface de collecte d'énergie. Ces robots répliqueurs sont eux-mêmes conçus dans des usines totalement automatisées (qu'ils appellent des autofabs). Je découvre qu'Adhémair, lui, travaille dans une de ces quelques usines-maître qui fabriquent les composantes de ces autofabs. Après une supplique de 3 jours et un restaurant hawaïen, Adhémair m'annonce qu'il m'em-mène voir les panneaux solaires. Je jubile.

Parti tôt, il fini sa première rotation et me récupère vers 11h à la station "Domer". C'est l'heure des repas et nous commencerons par la cafétéria. A l'instar de l'étranger nouvellement arrivé dans une Dodge city du Far-west, j'attire les regards. Je fini par échanger les banalités d'usages qui rapprochent les inconnus et alors que nous partageons un bol de Poké au saumon d'élevage, plusieurs ouvriers me demandent de dix manières différentes comment je fais pour ne pas avoir peur, sur Terre, sans une enceinte protectrice au-dessus de ma tête. Je constate que mes réponses restent inaccessibles, comme l'est tout autant, pour eux, ma crainte initiale de me sentir claustrophobe. Crainte effectivement disparue, arrivée sur place.

Me sachant journaliste, Mayra, le binôme d'Adhémair,

pousse celui-ci à m'emmener voir une de leur usine, chose inaccessible pour un arrivant lambda car l'entreprise nécessite d'enfiler un scaphandre à contre-pression mécanique plus léger mais beaucoup plus cher car il permet de rentrer dans les véhicules. Pensant devoir marcher encore, Adhémair me fait embarquer dans une espèce de jeep et nous filons à trois entre les longues bandes de plusieurs kilomètres de long jusqu'à apercevoir un de ces fameux rover de dépose. On se sent tout petit au pied d'un engin de ce type, rehaussé par un énorme rouleau qu'il porte sur son dos ainsi qu'une imprimante-recycleuse "hyper précise", souligne Mayra, et bien protégée du sable.

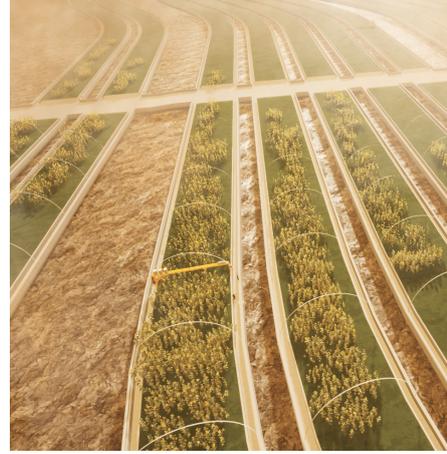
Je reste alors à contempler les étendues de panneaux, avec, au loin, d'autres rovers occupés à nettoyer les bandes solaires à l'aide de ce qui s'apparente à des souffleurs. Adhémair m'explique que c'est ainsi que les habitants de Mars ont réussi à réduire drastiquement le prix de l'énergie, à tel point que c'est ce même procédé, sous brevet Martien, qui est actuellement mis en oeuvre dans les déserts sur Terre.

Confrontée à cette scène bien réelle, une émotion me submerge sans prévenir. Je comprends ici quelque chose d'essentiel. Ce que les forêts font sur terre en convertissant la lumière du Soleil par de la matière organique et en se multipliant par les graines, c'est exactement ce que ces robots répliqueurs, réalisent sur Mars : transformer la roche en un environnement favorable à l'émergence de la vie." ■



3.

L'ORGANISATION DU TRAVAIL SUR MARS UN ÉQUILIBRE DÉLICAT



Conformément à la loi de la Fondation, chaque citoyen fait valoir son droit à "l'assistance vitale", qui comprend l'accès à une atmosphère respirable, un logement, l'électricité, l'eau et la nourriture. La contrepartie de ce droit est l'obligation d'accomplir un service civique. Sur le territoire de la Fondation, les activités liées au travail sont divisées en deux catégories : le travail civique non rémunéré, d'une part, destiné à produire des biens et services de base et gratuits liés à la survie sur Mars, et de l'autre part, l'activité privée destinée à générer les revenus nécessaires à l'achat de biens et services payants. La séparation entre activités essentielles et activités de loisirs est un objet important du débat démocratique. Il varie d'un quartier à l'autre, mais on observe cependant une constante au sujet du service civique dans le sens qu'il comprend les biens et services de maintien de l'atmosphère, de la gestion de l'eau, de l'énergie et des déchets, de l'entretien des écosystèmes, de la santé et de l'éducation. Alors que certains

quartiers refusent de le faire, la majorité d'entre eux incluent également la production de biens sociaux gratuits minimaux pour la nourriture, les vêtements,

Les activités liées au travail sont divisées en deux catégories : le travail civique non rémunéré et l'activité privée

le logement et la connexion, fournissant une sécurité minimale suffisante en cas de coup dur.

Le reste de l'économie prend la forme d'activités privées, généralement sous la forme d'entreprises. Les difficultés et les complications engendrées par un environnement hostile et indubitablement léthal pour l'homme, ainsi que le lent processus de reproduction d'un écosystème (écopoïèse), a produit, chez les Martiens, un état d'esprit tourné vers l'empathie. Posture qui a dû les conduire à une réflexion approfondie sur la nature de la vie en communauté, puisque de ce contexte si particulier est né le choix d'un système d'emplois à deux facettes afin de maintenir un équilibre, bien que des débats houleux puisse avoir ébranlé de temps à autre un édifice social qui, malgré tout, ne semble pas se fissurer par ailleurs. Les systèmes vitaux des villes martiennes nécessitent un entretien constant et permanent. Malgré tout, un manque de main d'œuvre se faisant régulièrement sentir, la société de la Fondation a dû réagir en mobilisant les plus jeunes, particulièrement sur les activités d'entretien des écosystèmes. Pour que l'acceptation se déroule au mieux, les institutions s'occupent des affectations selon les affinités des adolescents. Dans cette logique d'autonomisation précoce du citoyen martien, l'âge de la majorité est fixé à 15 ans.

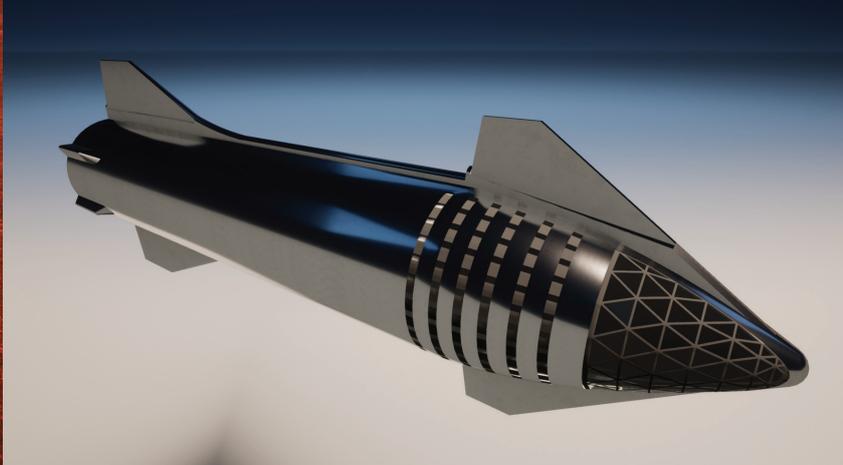
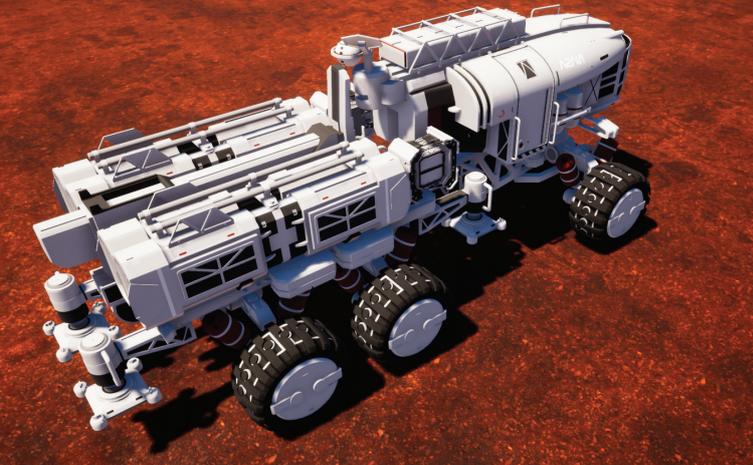
La pénurie de main-d'œuvre a poussé les Martiens une nouvelle fois à innover dans les domaines du télé-travail, des drones pilotés et le développement de l'intelligence artificielle. La Fondation et les Cités-États mettent en œuvre une politique active visant à fa-

voriser une natalité élevée, avec notamment les mesures suivantes, décidées en fonction des votes des différents quartiers : crèches gratuites et garde d'enfants partagés, aide à domicile des retraités et de la famille, gratuité de l'enseignement, priorité au logement et à la médecine, et/ou réduction d'impôts.

L'immigration sous contrat pour un service de deux, quatre ou six ans, payé par les entreprises est également courante. Une certaine télé-présence est possible depuis la Terre, mais dans des circonstances très limitées en raison des retards de transmission,

L'automatisation a augmenté la productivité à des hauteurs inouïes et fait du PIB martien par individu le plus élevé du système solaire ■





TRANSPORTS AUX SOLS ET VOYAGES SPATIAUX : ÉTAT DES LIEUX

L'ensemble des véhicules terrestres, aériens ou spatiaux tirent en majeure partie leur énergie de la filière méthanoxyde (mélange de méthane et d'oxygène), bénéficiant d'une mutualisation historique des infrastructures et du savoir-faire entre les systèmes de stockage d'énergie et la propulsion spatiale méthanoxyde. Certaines cités-États ont développé des vecteurs énergétiques alternatifs à base de combustibles solides, l'aluminium-oxygène ou magnésium-dioxyde de carbone (prélevé directement de l'atmosphère) inclus dans un cycle de régénération, notamment par four solaire. Ces derniers secteurs restent cependant minoritaires en raison du coût engendré par une généralisation des infrastructures.

Une gamme complète de véhicules

Les véhicules terrestres sont de toutes sortes. Pour les trajets les plus longs, par exemple, ils sont équipés de systèmes de survie qui les apparentent à de grands camping-cars plutôt qu'à des voitures ou bien des camions. Ils peuvent être tout-terrain, mais pas uniquement puisqu'avec le temps, des pistes ont été tracées entre les principales implantations, des surfaces planes comme la fameuse Voie Méridienne. Ensuite, dans le souci de maximiser la sécurité des trajets, les véhicules circulent en convois selon une grille d'horaire de départs à heures fixes. Les voyages spatiaux entre des villes éloignées sur Mars sont quant à eux assez courants. Ce type de transport est généralement effectué par les engins interplanétaires, qui sont mis en attente et assignés à d'autres tâches entre chaque fenêtre de lancement. Les compagnies de transport préfèrent, en effet, les faire fonctionner dans l'intervalle pour conserver un prix de billet assez réduit, puisque déjà amorti par leurs ventes de voyages interplanétaires. La récente demande de miroirs orbitaux pour le développement de Surya a d'ailleurs mis à rude épreuve cette infrastructure. Il existe aussi quelques véhicules suborbitaux spécifiques, réservés aux utilisations institutionnelles comme par exemple la Mars Planetary Rescue Force, dotée de casernes dans chaque ville, et capable d'intervenir sur toute la planète en moins d'une heure.

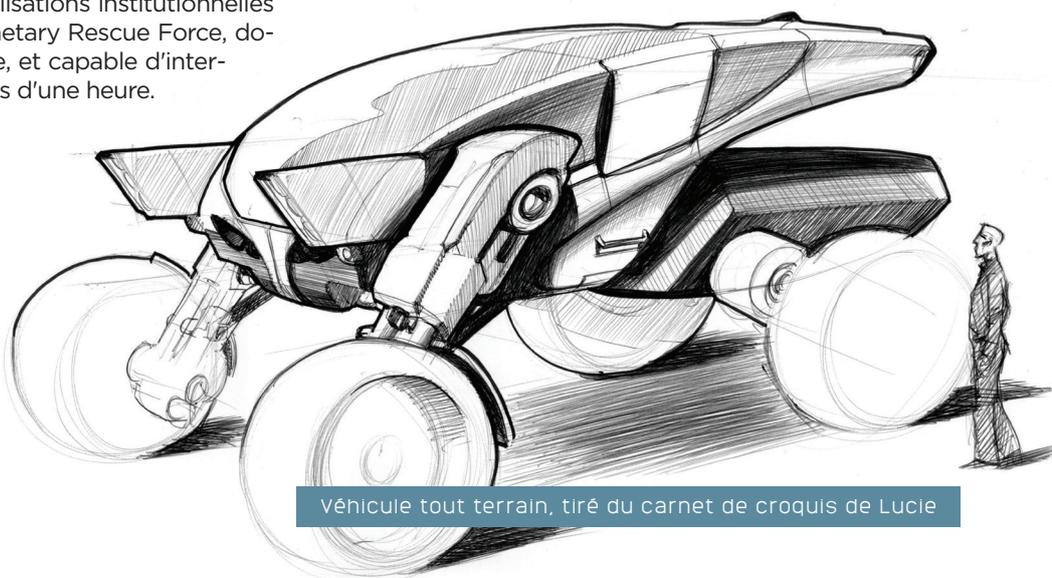
Transport planétaire de faible intensité

Du fait de la doctrine d'autonomie mise en oeuvre par les cités de Mars, ces dernières sont peu spécialisées, ce qui limite les échanges de produits et donc les transports. Ajoutons à cela que la plupart des transports

sont réservés aux citées les plus récentes, généralement de simples villages miniers beaucoup moins autonomes, et aux nombreuses expéditions de prospection ou scientifiques. La baisse des coûts de transport entre les sites sur Mars, ainsi que les fortes contraintes liées au temps qui sépare les lancements entre la Terre et Mars, permettent en principe d'offrir des ponts d'or aux professionnels recherchés.

Le tourisme, cet important utilisateur de transports

Le tourisme occupe une place croissante dans l'économie locale au fur et à mesure que les Cités-États grandissent. Les paysages de Mars continuent de surprendre et offrent un spectacle continu de splendeurs naturelles. Qui n'a pas rêvé de voir le soleil se lever à l'abri d'un chalet pressurisé construit au bord de la caldeira du sommet de l'Olympus Mons ? Certaines œuvres architecturales majeures comptent parmi les plus beaux édifices du système solaire, parmi lesquels la tour d'Arkadia et le jardin botanique de Surya, par exemple. Des études montrent que les paysages de Mars attirent les Martiens eux-mêmes mais aussi de nombreux terriens comme ces touristes fortunés venus pendant deux ans, généralement pour un voyage mixte d'affaires et de loisirs. D'autres sont des retraités ayant économisé toute leur vie et venus à la recherche des effets bénéfiques d'une gravité plus réduite que sur Terre, et souvent accompagnés par une surveillance médicale appropriée. De nombreuses loteries sur Terre prouvent également que ce type de tourisme ne s'adresse pas uniquement aux riches. Ces tirages au sort sont très appréciés, au point d'occuper aujourd'hui près d'un tiers du marché mondial des jeux de hasard sur Terre. Certains commentateurs saluent le fait que ce secteur favorise paradoxalement "l'écologisation" de Mars. Nous ne les blâmerons pas. ■



Véhicule tout terrain, tiré du carnet de croquis de Lucie

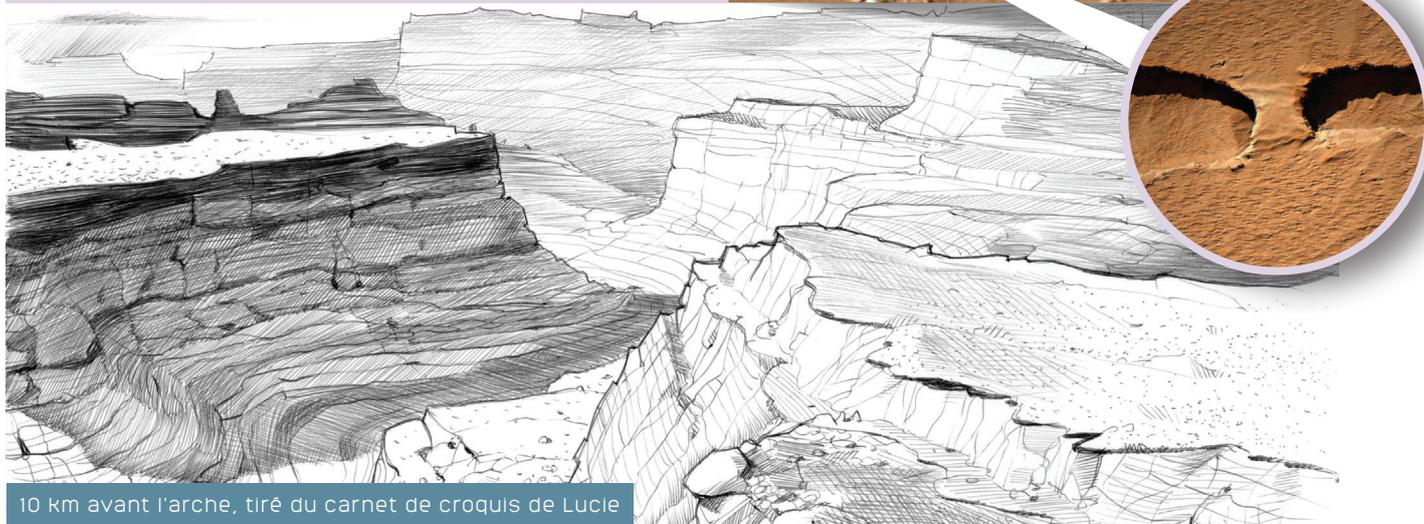
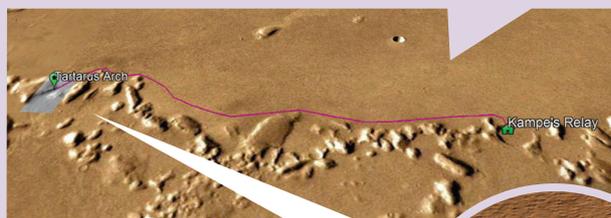
"Trek" à l'arche de Tartarus

"Ma première année sur Mars s'achève et je me prépare à rejoindre l'autre objectif de mon voyage : Surya. Seulement, personne ne m'avait préparé à ça : quitter des amis sans avoir l'espoir de les revoir. Vraiment cruel. J'enlace Mayra, je respire l'odeur de son épaule pour la graver dans ma mémoire et m'arrache à sa présence en agitant ma main en guise d'adieu. Adhémarr fait partie du voyage et fébrilement, sans savoir comment me reconforter, me fait embarquer dans un genre de train de nuit ou un bus, je ne sais plus trop. La gorge serrée et les yeux embués, je regarde s'éloigner les lumières d'Arkadia. Nous rejoignons au bout d'un quart d'heure un convoi de véhicules, des camions pour l'essentiel, qui va suivre la piste de la voie Méridienne vers le sud. Je décide de dormir les premières heures.

Réveillée au relais de Tartarus Colles, à un tiers du chemin, nous montons dans un plus petit véhicule. Son chauffeur "Antonio" dit que son métier c'est pilote et pas chauffeur. Je vois effectivement la différence à peine partie, nous traversons la plaine à... 140 km/h, ce qui pour du tout-terrain a de quoi donner le vertige. Longeant les collines, les suspensions s'agitent dans tous les sens, les pneus énormes grondent, des impacts de cailloux cognent la carlingue mais l'habitacle tremble à peine. Je prends décidément goût à l'aventure. Je ne m'attendais pas à participer à un tel périple. "Un trek", corrige Antonio. Le paysage qui ondule autour de nous et qui semble nous observer réussit un instant à me faire oublier ces visages que j'ai quitté la veille. Le système GPS élaboré de Mars nous place avec précisions sur notre

itinéraire alors qu'un vulgaire nuage de poussière apparaîtrait sur une image satellite classique. Nous entrons petit à petit dans un canyon fait d'ocres, de rouge, de gris et d'orange sous un perpétuel ciel rose saumon. Puis, soudainement retenu par nos sangles de sécurité, nous nous arrêtons dans un nuage opaque qui dépasse le rover alors qu'Antonio, debout sur le frein, nous signale par un "nous y voilà" triomphant la présence devant nous de la fameuse arche de Tartarus qui se dévoile. Incroyable. "Cette sculpture naturelle a été détectée pour la première fois le 15 novembre 2006 par une sonde appelée "Mars Reconnaissance Orbiter", nous apprend Adhémarr. Je soupçonne l'acquiescement d'Antonio comme l'aveux masqué de son ignorance.

Nous restons ici quelques heures, Adhémarr et moi, arpentant en scaphandre les reliefs de ce chef-d'oeuvre qui attire certains autres curieux comme cette jeune Californienne, en voyage d'étude de quatre ans, à l'Université de la Nouvelle Jakarta, une Cité-État située au pied d'Olympus Mons. Ça fait vraiment bizarre de parler au travers d'un communicateur à une inconnue dans un tel endroit. Et je savoure ma chance d'être-là où je suis... croyez-moi." ■



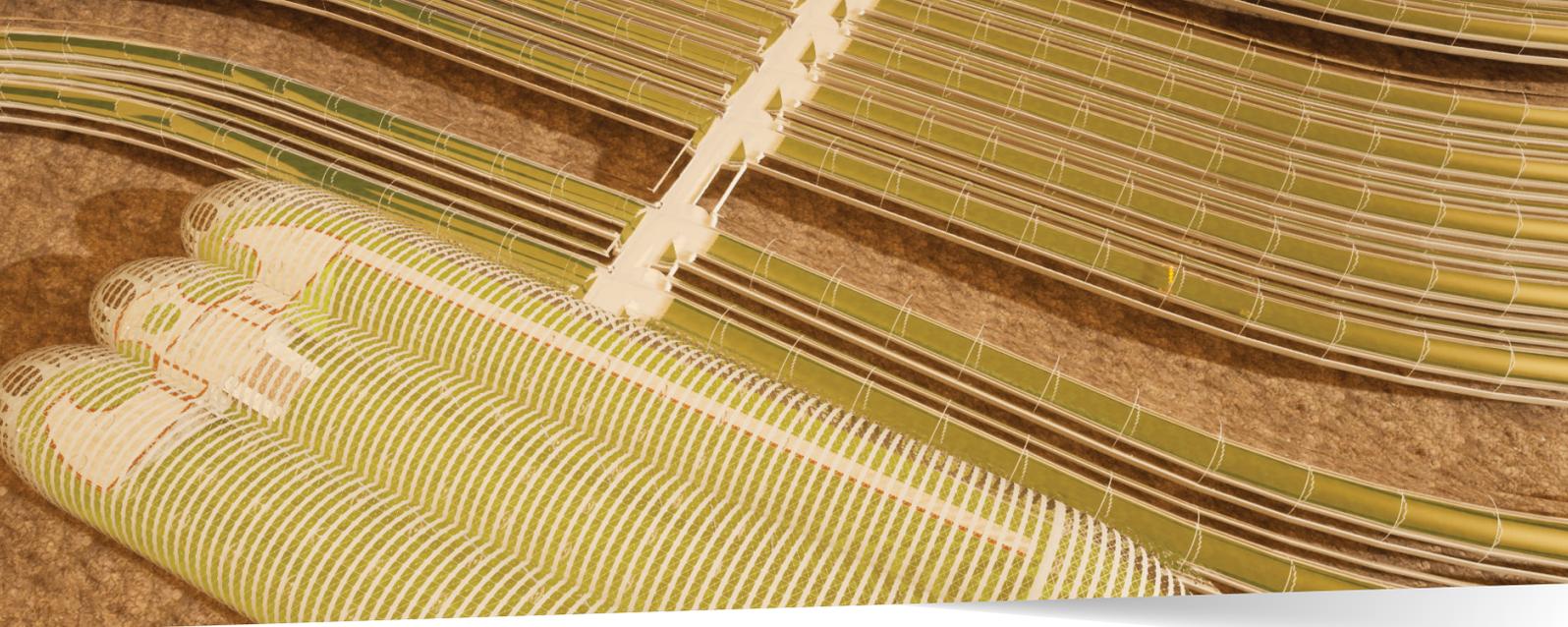
AGRICULTURE CHAMBRES DE CROISSANCE, SERRES ET BIORÉACTEURS

L'agriculture, et plus spécifiquement l'entretien des écosystèmes au sein des districts et villages martiens, est l'activité principale des habitants de la Fondation. Son importance détermine en grande partie la taille de la production des systèmes matériels et énergétiques, et si elle apparaît disproportionnée par rapport aux normes de l'économie terrienne, cela vient du fait que, sur Terre, l'écosystème est autosuffisant et préexistant à la civilisation. Son travail est "gratuit" et n'est pas comptabilisé dans l'économie.

Un mix agricole en évolution

L'ensoleillement moindre par rapport à la Terre, combiné aux variations saisonnières significatives et aux lon-





► gues nuits causées par les tempêtes de poussière, ont conduit au développement de solutions spécifiques : d'une part, des chambres de culture souterraines et des chambres d'élevage avec éclairage artificiel et d'autre part des bioréacteurs, responsables de la production massive de protéines à bas prix, souvent utilisées en alimentation animale. Ces modes de production se sont avérés complémentaires, mais ont le défaut d'un rendement faible. Ils ont permis toutefois de produire en toute sécurité une grande quantité de matière organique. L'accumulation progressive de cette matière organique est en effet l'enjeu fondamental du développement de la vie sur Mars, et un volume très important de ressources et de développements techniques lui a été consacré (notamment dans le domaine de l'énergie). Les unités de culture sont optimisées pour maximiser l'utilisation de l'espace. Les espèces cultivées sont de diverses natures : céréales, soja ou arbres fruitiers dont les jardins urbains sont assez friants. L'élevage



concerne principalement les champignons et les insectes, qui sont eux-mêmes nourris avec des produits issus des bioréacteurs. Les insectes sont ensuite utilisés pour la pisciculture et l'élevage des poissons, volailles et lapins. Pour finir, signalons la présence au coeur de certaines surfaces éclairées de la ville, notamment en Arkadia, d'inserts d'algues vertes.

Les serres de Surya

Récemment développée à Surya, la construction de serres de très grande surface semble offrir une des approches les plus adaptées à l'environnement martien. Construites à l'aide de technologies développées localement, elles n'ont quasiment pas besoin d'éclairage artificiel grâce à la mise en place des miroirs orbitaux. Des rideaux flexibles d'isolation sous vide réduisent les pertes de chaleur pendant la nuit. Moins énergivore mais plus exigeantes en termes de superficie, l'émergence des serres a été rendu possible par

l'augmentation de la productivité industrielle ainsi que la réduction du coût des transports spatiaux.

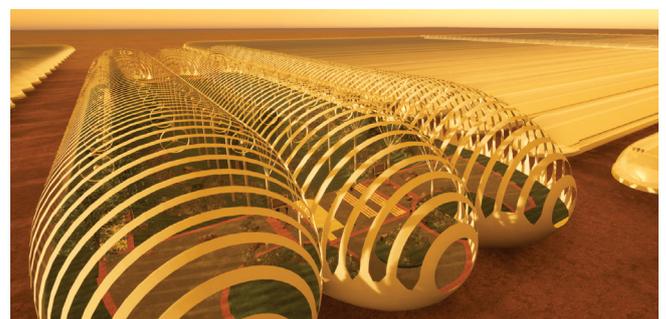
	Arkadia	Surya
Surface occupée par les chambres de croissance	50 km ²	32 km ²
Surface occupée par les serres	0 km ²	90 km ²
Surface occupée par les Bioréacteurs	13 km ²	8 km ²

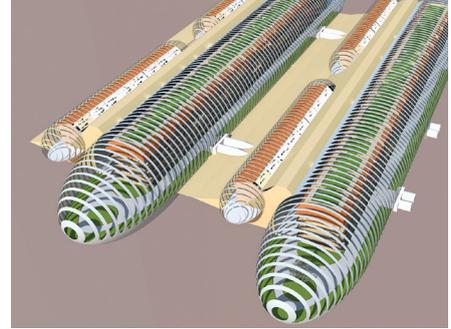
Les miroirs orbitaux

Des milliers de miroirs placés sur des orbites très excentriques rehaussent considérablement le niveau de luminosité en concentrant la lumière sur les zones de serre de Surya spécifiquement. Récemment développés sur Mars, ces ballons légers, généralement de 150 m de diamètre mais d'à peine quelques centaines de kg, sont constitués de feuilles de mylar réfléchissantes et munis d'un système de maintien de station minimal. Ils focalisent une zone de miroir cinq fois plus grande que les surfaces qu'ils éclairent, pour créer des conditions de croissance optimales à un coût très bas. C'est un nouveau marché d'importance pour les SSTO martiens.

Gastronomie "Made in Mars"

Si la consommation de viande de petits animaux est fréquente sur Mars, la viande rouge, elle, par exemple bovine, reste un plat extrêmement rare et cher. Cependant, toute une chaîne de production de viande de culture s'est développée et connaît aujourd'hui un succès grandissant. Certains chefs martiens qui cuisinent une viande "artificielle" ont même fini par obtenir des étoiles aux prestigieux guide Michelin et parfois ont pu poursuivre une carrière sur Terre où le prix de la viande animale a également connu une forte flambée, ce qui propulse ces alternatives aux rangs d'enjeux d'exportation majeur pour Mars. ■





4.

COMMUNAUTÉS MARTIENNES

COMMENT COEXISTENT-ELLES ?

L'environnement naturel de Mars est mortel pour toutes les espèces terrestres vivantes. La pression atmosphérique est un quasi-vide, environ 1% de la pression au niveau de la mer sur Terre. La température dépasse rarement 0° C en été, sa moyenne est inférieure à -50° C, et elle peut approcher -100° C en hiver sur le territoire de la Fondation. L'atmosphère ténue conduit à un niveau d'irradiation par les tempêtes solaires et les rayons cosmiques de plus de 300 mSv / an dans un environnement non protégé, près de dix fois le maximum habituellement prescrit pour les travailleurs de l'industrie nucléaire. L'architecture prend ainsi une dimension particulièrement critique sur Mars, car les bâtiments doivent assurer une protection sans faille des personnes et des écosystèmes qu'ils abritent. À cette fin, les architectes martiens divisent communément les habitats en trois espaces, chacun avec ses propres contraintes : l'extérieur (mortel, où l'on ne se déplace que dans des combinaisons spatiales ou dans des véhicules pressurisés), l'espace de vie (espace public, clos, contenant les écosystèmes) et le "chez-soi" (espace privé). La pression atmosphérique des habitats est généralement fixée à 0,7 bar, dont 0,26 bar d'oxygène, le reste étant constitué d'un mélange à peu près égal d'azote et d'argon (appelé "argonitrox"). Ces valeurs découlent d'un compromis historique visant à réduire les contraintes sur les structures, de réduire les travaux nécessaires à la production de gaz inertes tout en garantissant une santé et une condition physique parfaites aux habitants.

Les contraintes induites par la pression interne sont beaucoup plus importantes que celles de la pesanteur : les structures doivent donc être construites pour résister à l'éclatement plutôt qu'à l'écrasement.

Résister à l'éclatement plutôt qu'à l'écrasement

Les bâtiments respectent les normes de protection contre les radiations,

fixées lors de la construction des premières bases sur Mars. Ils permettent à toute personne qui le souhaite de passer l'ensemble de sa vie dans des zones identifiées comme garantissant un niveau d'irradiation fixé à un maximum de <100 mSv accumulé sur 5 années consécutives.

Dans la Fondation, ces structures sont principalement constituées d'enveloppes cylindriques souples, destinées à assurer l'étanchéité aux gaz et à résister à la fois aux contraintes radiales et longitudinales. L'acier inoxydable est généralement préféré, bien que d'autres assemblages aient également eu un certain succès. Une recherche intensive s'est mise en place dans ce secteur, conformément aux règles de la protection du personnel nucléaire sur Terre par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Ces normes sont accompagnées d'un suivi médical minutieux. Cependant, l'important retour d'expérience accumulé par plusieurs centaines de milliers de vies cumulées dans cet environnement a abouti à la confirmation du faible effet des doses de rayonnement, comme observé dans la région de Ramsar en Iran sur la population exposée à un niveau élevé de radioactivité (jusqu'à 260 mSv / an), presque comparable à celle de Mars. En particulier, à l'ex-

ception des travailleurs extérieurs, les citoyens ne portent pas de dosimètre et personne, à l'exception des touristes terriens, ne comptabilise le temps passé dans des espaces ouverts sans protection directe. Les habitants de la ville équatoriale de Surya, plus portée sur les vastes espaces, sont moins exigeants à cet égard, en comparaison aux habitants de la ville nord d'Arkadia.

Carnet de notes de Lucie

Une soirée au bar

"Absorbée par un article de sociologie, une sonnerie interrompt ma lecture distraite. Mellibée, une jeune étudiante avec qui j'ai échangé hier après-midi m'invite à sortir. J'ai la forte impression que la sagesse de cette interruption réside dans les bienfaits de la socialisation pourtant non recommandée de l'alcool. J'accepte finalement et me retrouve dans un endroit assez conforme au souvenir que j'ai d'un bar d'étudiants. Mellibée me présente à ses amis et me conseille joyeusement sur les spécialités. Je lui confesse que je n'ai pas encore mangé malgré l'heure tardive et son ami Geoffroy me fait sursauter de rire en me conseillant les "mattdams" ou "mattdammons". Pour eux ce sont des frites. J'ai ri à m'en décrocher une boucle d'oreille. Visiblement, les vieilleseries cinématographiques du début du XXI^{ème} siècle ont persisté jusqu'à cette pétillante génération. Les discussions de la soirée tournent surtout autour de l'exposition du controversé « Lollere », un artiste inclassable dont les oeuvres mettent en scène un regard critique sur les sociétés martiennes et qui commence à faire parler de lui sur le réseau global. Constance déteste, Mellibée adore. Rien ne pourra convaincre l'une et l'autre du contraire, manifestement. Geoffroy me propose une partie de "flare", un jeu qui ressemble aux fléchettes mais dans un couloir de 20 mètres et qui se joue avec des projectiles lumineux. Je fini par comprendre que la manière d'envoyer l'objet sur les bords créé une couleur qui apparemment rapporte des points. Sentant une fatigue de trentenaire se faire plus insistante, je quitte dans la nuit mes hôtes sur une allée qui mène à mon « sub », ces appartements bon marché, installées en sous-sol. Le groupe me donne rendez-vous demain pour se rendre à l'expo de Lollere. Je ne sais pas encore si j'aurai le temps, mais cette jeunesse lucide et remplie d'espoir est belle à voir." ■





► Architecture protectrice

Les contraintes de conception des bâtiments ont conduit à devoir développer des améliorations significatives, comme le verre flexible, un matériau à haute transparence, haute résistance et faible énergie intrinsèque, le 300M "AresShield". Cela permet de créer des espaces aussi ouverts et lumineux que possible, éclairant des habitations qui autrement auraient pu paraître oppressantes. Cette conception utilisant une enveloppe de pression continue élimine le besoin d'un ancrage puissant dans les fondations. Ces modules peuvent être joints dans de nombreuses configurations pour agrandir l'espace, généralement au prix d'une certaine réduction de la radioprotection, comme on peut le voir dans les plus grands parcs de Surya.

Les dimensions de ces enceintes suivent l'évolution historique des villes de la Fondation, vers plus de capacité industrielle et de confort : le centre d'Arkadia est constitué de cylindres Mk1 de 9 m de diamètre, entourés de cylindres Mk2 de 18 m de diamètre. Les constructions les plus récentes de Surya atteignent entre 36 et 40 mètres de diamètre, tutoyant les limites pratiques de telles édifices. L'orientation des tubes est alors une question de choix, avec des différences architecturales clairement marquées entre Arkadia, privilégiant les cylindres verticaux et Surya qui privilégie les horizontaux.

La radioprotection est assurée en fonction des matériaux et des technologies disponibles, tout en veillant à garder les lignes de vue aussi ouvertes que possible. Elle est généralement constituée de régolithe fritté, compressé et lié

avec divers ciments. L'enveloppe est légère mais les bâtiments qu'elle renferme sont beaucoup plus lourds, leurs murs et toits étant épais, ils ajoutent leur masse aux effets de la radioprotection.

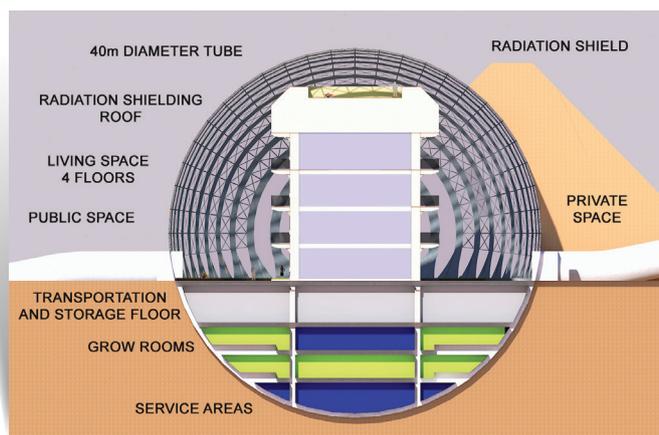
Architecture publique

Les urbanistes de la Fondation cherchent à créer des espaces ouverts, tout en brisant la monotonie qu'un environnement entièrement artificiel pourrait, en principe, créer. Ils prescrivent des courbes lorsque cela est possible en variant les environnements internes. La diversité architecturale est encouragée par de multiples concours artistiques, mais plus de la moitié de la superficie moyenne est occupée par la végétation, les allées, les places et les parcs, entretenus par les associations de quartier, rappel, si l'en est, de l'amour que les Martiens vouent au jardinage.

Les villes sont réparties sur plusieurs niveaux : les espaces urbains de surface les plus agréables réunissent habitations et commerces dans un environnement sans véhicule, tandis que les espaces souterrains accueillent les salles de culture, les industries légères, les espaces techniques, de stockage et les systèmes de transport en pod. Cette disposition compacte favorise la marche en assurant une proximité étroite avec des espaces ouverts et agréables mais permet également de réduire passivement la dose de rayonnement pendant une grande partie de la journée de travail. De nombreux espaces souterrains servent d'abris en cas d'accident compromettant l'intégrité d'une enceinte de surface pressurisée. Les règlements exigent que les zones souterraines scellables répondent aux besoins de base de la population pendant une durée d'un mois. Même difficiles, les conditions de vie deviennent supportables, tandis que les infrastructures détruites en cas de catastrophe majeure peuvent être reconstruites et les secours organisés par d'autres districts ou cités-états.

Architecture intérieure

L'intérieur des bâtiments est généralement modulable, de sorte que la taille des appartements peut être rapidement adaptée à la taille de chaque foyer. Le mode de vie des Martiens est généralement plus communautaire que celui des Terriens : il n'est pas rare que les sanitaires et les cuisines soient partagés entre plusieurs logements, bien que cela soit plus courant dans les quartiers plus anciens d'Arkadia. ■



Visite du palais botanique

"Certains microorganismes vivent sous l'océan à une pression 400 fois supérieure à celle que nous supportons sur la terre ferme, une baleine entend notre cœur battre lorsque nous l'approchons sous l'eau et une libellule peut voler à 100 km/h en encaissant jusqu'à 30 G." Je bois les paroles de Mathilda Kampf comme une enfant écouterait un conte de fée.

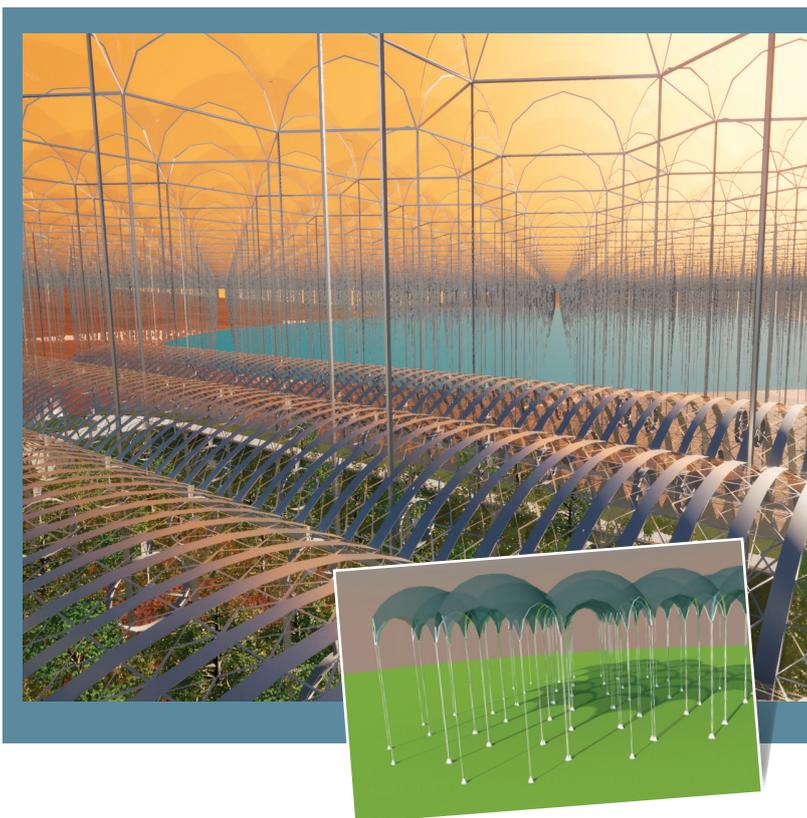
A peine assise sur un des fauteuils faisant face à son bureau, Mathilda, conservatrice quinquagénaire et chercheuse en écosystèmes aquatiques, m'emmène déjà dans une série de couloirs jalonnés de plantes odorantes et rythme notre marche par un débit ininterrompu d'anecdotes animalières.

Je suis littéralement avalée par cette douce tornade et me prends à m'arrêter soudainement devant des... aquariums. Sur Terre, je m'en fichais totalement mais pas ici. Ça fait 8 mois que je n'ai pas vu d'eau de près en si grande quantité. C'est un miracle. Des aquariums sans poissons d'accord mais quand même. Mathilda me rejoint dans mon enchantement et m'explique : "Le Biodôme commence par questionner le visiteur sur cette chose qu'est la vie. Ces aquariums vides contiennent pourtant les deux choses qui ont enfanté l'humain : l'eau à l'état liquide et l'organisme producteur de carbone, le phytoplancton... ça vous fait quelque chose ici, n'est-ce pas ?" Je reconnais l'acuité de cette question et laisse Mathilda poursuivre sur un crescendo de sagesses que je ne suis pas prête d'oublier. "Le concept de ce dôme va plus loin que celui d'un musée et ça n'a pas été simple au niveau éthique car nos velléités initiales touchent du doigt le principe d'écopoïèse, c'est à dire, à terme, réussir à reproduire un écosystème dans son intégralité."

Concentrées sur les ponctuations pédagogiques de mon nouveau professeur, je pénètre stupéfaite, dans une zone boisée. Qu'est-ce que ça sent bon. J'ai presque envie de jurer tellement c'est jouissif. Plus loin, ce sont des clairières puis une petite savane que nous traversons grâce à un couloir de verre, semble-t-il. Croyant évoluer dans des dômes classiques, mon hôte pointant son doigt en hauteur, me fait découvrir une structure en suspension au-dessus de nos têtes. Nous sommes dans de gigantesques tentes en réalité. C'est fascinant d'ingéniosité.



Revenant vers d'immenses réserves d'eau salées dont la surface est percée de temps à autre par le saut d'un poisson à la quête de proies, je questionne à nouveau Mathilda : "Pourquoi, vouloir absolument reproduire l'écosystème terrien au complet ? Vous savez que c'est... impossible, non ?". "Malheureusement, nous avons estimé que nous n'avions pas le choix", me rétorque Mathilda en baissant la tête pour éviter un petit insecte au sol. Elle se baisse pour le ramasser et, le posant en hauteur, elle poursuit "ne serait-ce que pour la simple et bonne raison que la Terre a besoin de Mars au même titre qu'un ordinateur a besoin d'une sauvegarde. Ça peut paraître présomptueux de votre point de vue mais réfléchissez à ce que peut nous apprendre une telle démarche quand la terre se départit, quoi que nous fassions, de sa biomasse. L'eau liquide et le phytoplancton ont mis l'homme sur Terre, l'homme devra alors mettre l'eau et le phytoplancton sur Mars. Au mieux, ça piquera l'orgueil des Terriens et au pire, ça fera une copie qui prendra peut-être plusieurs milliers d'années à faire mais ça vaut la peine". Force est de constater que je n'avais pas vu les choses comme ça. Mathilda me laisse finir la visite après m'avoir saluée et repart aussitôt avec un jeune homme en blouse blanche sorti de nul part en direction des salles de conférence. Étourdie par une telle bouffée d'informations, je réalise que c'est sur Mars que j'apprends à vraiment comprendre ma propre planète." ■



LE CONCEPT DE LA TENTE

La tente est un nouveau concept sur Mars, utilisant des dômes et des structures en tension pour la création d'espaces arbitrairement grands. La conception est basée sur une membrane flexible fabriquée à partir du nouveau verre flexible 300M, maintenue dans un treillis de câbles en acier. Ces câbles sont fixés à des fondations qui sont soit enfoncées profondément dans le sol martien ou lestées pour maintenir la tente en place.

La hauteur maximale théorique de la tente est de quelques kilomètres, le poids des câbles compenserait alors exactement la pression atmosphérique interne, sans nécessiter d'ancrage. En pratique, la hauteur des tentes est dimensionnée par le coût des câbles et la pression à l'intérieur de la tente. Une première tentative utilisant une pression atmosphérique très basse a été réalisée avec succès pour la centrale hydroélectrique de Nicholson et pourrait aboutir, à terme, à faire pousser des plantes directement à la surface de la planète. ■

LE SPORT À 0,38 G DE GRAVITÉ, LA VRAIE DIFFÉRENCE

Sur Mars, le sport est important, à la fois parce qu'il est nécessaire pour maintenir un bon tonus musculaire et sa propre santé mais surtout parce que sur Mars, il n'est plus le même. Une gravité de 0,38 g modifie à la fois l'endurance et la force, mais aussi la physiologie de beaucoup de jeux. Le football, à la fois américain et européen, a perdu une partie de son attrait sur la planète rouge, où n'importe qui peut frapper le ballon d'un bout à l'autre du terrain. Il a donc fallu réinventer.

Les sports automobiles, eux, ont trouvé un nouvel essor, dont le terrain de jeu devient presque infini. Les Martiens ont, par exemple, le trek motorisé, inspiré du Paris-Dakar et du 4L Trophy : chaque année des équipes partent en véhicule tout-terrain fabriqués maison (approuvée et correctement testée, bien sûr) dans un périple de plusieurs milliers

de kilomètres. Cet événement, diffusé chaque année sur Terre, est apprécié pour ses nombreuses embuches que les immenses espaces inexplorés présentent, pour la difficulté de l'épreuve qui demande aux véhicules en course une parfaite adaptation au terrain, une endurance hors du commun, ainsi qu'une robustesse fournissant la protection nécessaire à l'équipage dans un environnement aussi hostile que celui de Mars.

D'autres sports, comme l'escalade, ont également connu un regain de popularité. La faible gravité sur Mars a permis à l'homme de dépasser les limites de la discipline. Les ascensions des parois des Valles Marineris dont l'épreuve reine du sprint fait partie, restent une des émissions les plus suivies du système solaire.

L'activité sportive régulière sur Mars dépasse même le dévouement bien connu des Australiens à la forme physique. Mars, malgré toute ses infrastructures, n'est pas la Terre, et le corps humain n'y est pas parfaitement adapté. Que ce soit dans une salle de sport, à travers des sports d'équipe ou des sports individuels comme simplement la marche, les Martiens s'exercent en continu.

Il y a quelques années, une édition spéciale des Jeux Olympiques a eu lieu à Arkadia. Cela fut un succès interplanétaire, avec un ensemble de possibilités permettant l'établissement de nouveaux records dans pratiquement tous les domaines. Un fort contraste avec les Jeux Olympiques réguliers où les progrès sont désormais pratiquement inexistantes et mesurés en millisecondes.

Les disciplines de la danse, en particulier la danse aérienne, ont connu un essor important et les possibilités offertes par la faible gravité ont permis la création de ballets d'une intensité incroyable, qui ont propulsé certains chorégraphes martiens au statut de stars interplanétaires. ■



@ T. Weber / Clarisse Laure

Carnet de notes de Lucie

Les arts de la Fondation

"Ranjan se lève la main tendue, il souhaite qu'on ouvre le concours aux autres districts, Freina, modératrice d'un soir, lui demande de se rasseoir tout en prenant l'assemblée à témoin et propose que nous ouvrons le prochain concours pour que chacun aie le temps d'y réfléchir. Les 63 personnes présentes votent à main levée, on garde le concours fermé à « l'extérieur » pour cette année.

Ce jeudi, c'est réunion de district et il ne s'y échange pas que des choses agréables. Le formalisme des débats conduit cependant souvent à des décisions constructives comme ce moratoire décidé à la suite de l'annonce de la construction de la tour Arkadia qui semble remise en question au moment où j'écris ces lignes, ou la création d'un lien direct entre la botanique et les jardins décoratifs suite aux problèmes de surface cultivables du district Vankuist. Chaque semaine, un thème préoccupe ainsi une assemblée et cette semaine, là où je suis, c'est le concours de bas-reliefs à destination de 6 façades du district.

Une réunion pour débattre d'un concours artistique... Tout ce monde pour ça ? N'y-a-t-il pas plus urgent ? C'est à la suite de cette réunion que j'ai commencé à m'intéresser au sujet. L'art sur mars. Quelle place a-t-il dans un univers hyper utilitariste en apparence ? Je réalise alors, a posteriori, le nombre d'oeuvres exposées que j'ai pu croiser et de concerts improvisés que j'ai pu voir à même l'espace public d'Arkadia et Surya. A la différence de la Terre, ici, l'expression artistique détermine la vie sociale et professionnelle, et c'est assez déroutant. Les filières scolaires, quelles qu'elles soient, accordent aux arts une place prépondérante comme sur les CV d'ailleurs. J'ai l'impression néanmoins que cet aspect des choses m'échappe, comme un mot manquant dans une phrase.

Adhémar, présent lors de la fameuse réunion et captant l'interrogation sur mes yeux brièvement écarquillés, m'explique que pour Mars, l'inventivité est une question de survie, ni plus ni moins. Fondation octroie à l'individu la possibilité de trouver son propre mode d'expression dès le plus jeune âge. Et à tous les stades de sa vie, un Homme sur Mars pourra valoriser son existence en voyageant dans son « moi » profond grâce à ce médium, notamment. Une façon de cultiver sa vraie identité au service de l'ensemble, "l'un" d'abord pour la "multitude" ensuite.

Au-delà de ce que j'entends, c'est l'impact profond et l'onde de choc que ce discours fait résonner en moi. Pour Adhémar tout cela semble évident, mais pour moi, c'est une remise en question. En travaillant sur soi, en malaxant bien cette matière meuble et mystérieuse, on créerait par capillarité un vivre-ensemble acceptable. Je me prends à douter de la réussite de cette tournure d'esprit à l'échelle d'une cité tout en ayant la preuve pourtant sous les yeux que les gens sur Mars savent bien plus que moi qui ils sont." ■



Une façade unique, tirée du carnet de croquis de Lucie

5.

MARS, UNE MACHINE BIEN VIVANTE :

UN ÉCOSYSTÈME INDUSTRIEL

Deux facteurs conditionnent la répartition entre les produits industriels fabriqués sur Mars et ceux importés de la Terre : le prix du transport interplanétaire et la doctrine d'autonomie de la Fondation. Pour résumer, la plupart des produits dont le prix de production est nettement supérieur à 500 \$ / kg sont importés, à l'exception de ceux qui figurent sur la liste des produits critiques. Cette dernière est établie par vote démocratique sur la base de compromis entre le niveau de prix, le besoin du produit et les ressources humaines disponibles pour démarrer une nouvelle industrie. En conséquence, la grande majorité de l'industrie sur Mars fournit des produits relativement peu technologiques par rapport à la Terre : production de ressources primaires, secteur de la construction et fabrication d'équipements lourds et stratégiques. Toutefois, le niveau technologique s'élève progressivement, parfois pour des raisons purement d'image. Dans ce registre, le succès du X33M "Albatross" de la Fondation est un bon exemple.

Remarque : cette section ne traitera pas du cas des produits agricoles et de la production d'énergie, secteurs qui font l'objet d'articles spécifiques dans notre dossier, et auxquels nous renvoyons le lecteur.

La principale matière première produite sur Mars est l'eau. Pour l'essentiel, elle est extraite de grandes mines à ciel ouvert de glace de surface. Cette glace d'eau est abondante à Arkadia et également présente près de Surya, dans Medusae Fossae avec l'inconvénient notoire d'un niveau de contamination beaucoup plus élevé.

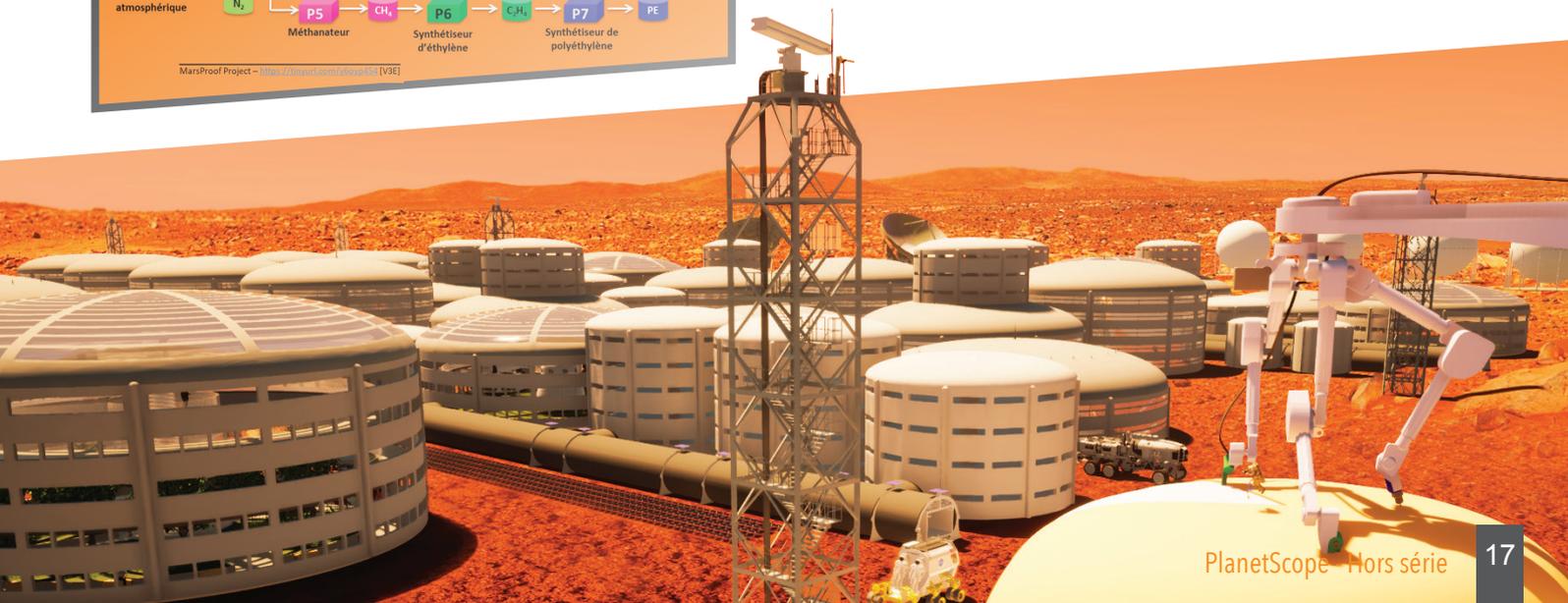
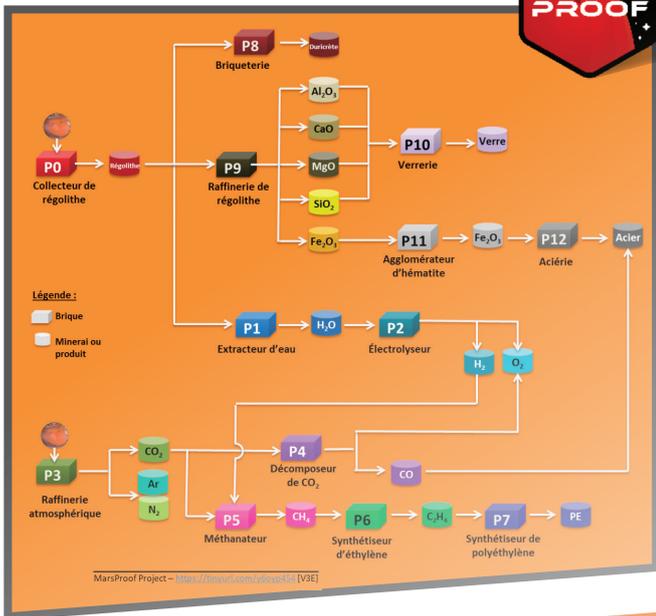
Le traitement du régolithe broyé issu du procédé d'extraction de l'eau permet de produire d'autres matières premières : briques de régolithe fritté, béton, acier de construction et câbles, verre AresShield, et autres produits utilisés dans l'industrie. Le béton externe utilise le soufre comme liant chimique, mais la disponibilité de certains dépôts de silicate de calcium favorise les minéraux alternatifs. Comme un Martien vous le dira, rien ne sent aussi mauvais que le béton de soufre mouillé.

Les grandes usines de traitement atmosphérique séparent les principaux gaz de l'atmosphère. Le dioxyde de carbone est d'abord séparé, par compression et refroidissement, pour être utilisé pour la production de méthane en utilisant la réaction de Sabatier. Alternativement, la production de monoxyde de carbone est destinée à la réduction de l'oxyde de fer en fer et en acier. L'azote et l'argon, à parts approximativement égales, sont utilisés pour l'atmosphère des habitats. Ils sont pour la plupart séparés par un processus d'adsorption économe en énergie et local, indépendamment du processus d'extraction du CO². En effet, la production d'ergols ne fournit plus suffisamment de gaz inertes pour les besoins de constitution de l'atmosphère des habitats, en croissance rapide. Une partie importante de l'azote est utilisée dans la production de nitrates destinés à la fertilisation des cultures (via, par exemple, la réaction Haber-Bosch et les nouveaux procédés à base de plasma). La vapeur d'eau est également récupérée, mais la production d'eau de cette manière est minime par rapport aux besoins de la colonie.

Une grande variété de plastiques est produite à partir de méthane. Le plastique tend à être évité autant que possible de par sa faible résistance à la lumière ultraviolette, son coût énergétique important et sa faible rentabilité d'utilisation par rapport au méthane.

La production de matières premières à partir de ressources locales en utilisant les principes d'utilisation des ressources in situ (ISRU) a été depuis le début des implantations sur

L'industrie des matériaux primaires



► Mars un riche vecteur de recherche, qui a produit à la fois des succès locaux et des processus applicables sur Terre. Certains de ces initiatives ont pu rapporter des dividendes importants, d'autres ont été open-source, comme le projet MarsProof ("Assez fort pour Mars!") de l'association Federation Open Space Makers et qui est à l'origine de la Guilde des mineurs bien connue d'aujourd'hui. Le label "Earth ISRU" s'est développé, grâce aux avantages, démontrés sur Mars, de petites séries de produits fabriqués localement de haute technologie utilisant des fabs et des imprimantes 3D.

Volumes de production

	Tonne/an*	PJ/an
Alimentation	1 100 000	360
Biomasse	1 200 000	360
Propulseur CH ⁴	72 000	6
Eau	75 000 000	40
Acier de construction	1 000 000	40
Béton de construction	8 000 000	20
Services d'habitats	-	120
Panneaux solaires	150 000	150
Autres	-	500

Un secteur de la construction très actif

La nature des logements martiens, constitués d'une part d'enceintes pressurisées légères mais soumises à des contraintes de tension élevée, et d'autre part d'éléments de construction, crée un besoin important de matériaux de construction et d'opérations. Combiné à la forte croissance de la population martienne, cela conduit à faire du secteur de la construction l'un des principaux secteurs industriels de Mars. De même que la production de panneaux solaires a été rationalisée au maximum, la production des habitats a fait l'objet d'une grande optimisation : centrales à béton automatiques, briqueteries, transporteurs, fileuses métalliques et unités de fabrication. Cette optimisation a toujours été soumise au respect des principes architecturaux visant à la plus grande polyvalence

des éléments modulables, pour permettre à la créativité de s'exprimer au niveau local, et pour éviter tout risque de monotonie dans un environnement artificiel.

Le recyclage, au cœur de l'activité humaine sur Mars

Le recyclage des matériaux est intensif, car les Martiens sont parfaitement conscients de la valeur des matières premières et des avantages énergétiques du recyclage prévu dès la conception. Ne boivent-ils pas de l'eau recyclée et respirent-ils de l'air également recyclé ?

Une anecdote intéressante concerne le choix de l'acier inoxydable comme nuance standard pour la fabrication d'habitats. Ce choix a été fait en lien avec le choix du matériau de la coque du SpaceX Starship, dans le but de recycler les véhicules en fin de vie. Aucune source de matériaux n'a été négligée pour réduire les coûts et les efforts de construction de ce nouveau monde.

L'industrie de l'équipement

L'industrie est largement dominée par les besoins du secteur agricole : équipements de culture et de culture hydroponique, sources lumineuses et plus généralement les besoins liés à la production, la distribution et le stockage d'énergie. Les ateliers de district comprennent de petites unités de production polyvalentes: impression 3D plastique, métal ou céramique, prototypage rapide et autres équipements d'usinage automatisés, rendant la production en petites séries économiquement possible. En outre, une activité de fond est liée à la construction et à la maintenance des robots. L'utilisation de modèles open source est encouragée chaque fois que cela est pertinent pour réduire les coûts d'ingénierie. Une certaine émulation existe entre les concepteurs sur Terre pour produire du matériel utilisable sur Mars, car c'est une consécration de voir son modèle sélectionné par de nombreux quartiers de la Planète Rouge, même gratuitement.

Un virage vers les hautes technologies

Les industries sur Mars diversifient progressivement leur activité et réduisent progressivement la dépendance de leur planète face à la haute technologie de la Terre. La Fondation a récemment réussi à fiabiliser et à déployer une production locale de circuits intégrés, utilisant des unités de type Minimal Fab. La production de véhicules de transport interplanétaire de type SSTO comme la série "Albatross" est également une grande fierté, comme cela est expliqué dans l'article suivant. ■

X33M, UNE INDUSTRIE SPATIALE MADE IN MARS

Àu début de la colonisation, le transport interplanétaire était assuré par des sociétés terrestres telles que SpaceX, avec leurs propres véhicules. Cependant, il a finalement été prouvé que les lunes de Mars abritaient des carbonates et de la glace souterraine, comme prédit par Fanale et al, dans les années 1990. Cela a conduit à un changement de paradigme pour le transport Terre-Mars. Alors que la production industrielle commençait sérieusement sur Mars, les investisseurs locaux ont créé un lanceur orbital monoétage (SSTO), construit sur Mars pour concurrencer les fournisseurs de la Terre. La conception de la fusée a été inspirée par le prototype futuriste mais malheureux X33 Lockheed Martin SSTO. ►





Le premier SSTO entièrement martien "l'Albatross"

Longueur	21 mètres
Largeur	25 mètres
Masse sèche	30 tonnes (avec protection anti-descente)
Système de propulsion principal	LCH4 et LO2, impulsion spécifique 319 s.
Propulseur total	240 tonnes
Charge utile	20 tonnes
DV	5500 m/s

Un port spatial a été construit sur Phobos pour produire des ergols servant à ravitailler les SSTO martiens. Cela a étendu leur portée à de nombreuses destinations du système solaire, y compris les orbites terrestres, la station orbitale lunaire et la ceinture d'astéroïdes, où ils ont fourni les coûts de transport les plus bas pour les sociétés minières d'astéroïdes en croissance. Mars bénéficie d'exigences en ΔV beaucoup plus faibles que la Terre et peut fournir des consommables à la ceinture d'astéroïdes à un prix compétitif.

Optimisation du transport Terre-Mars

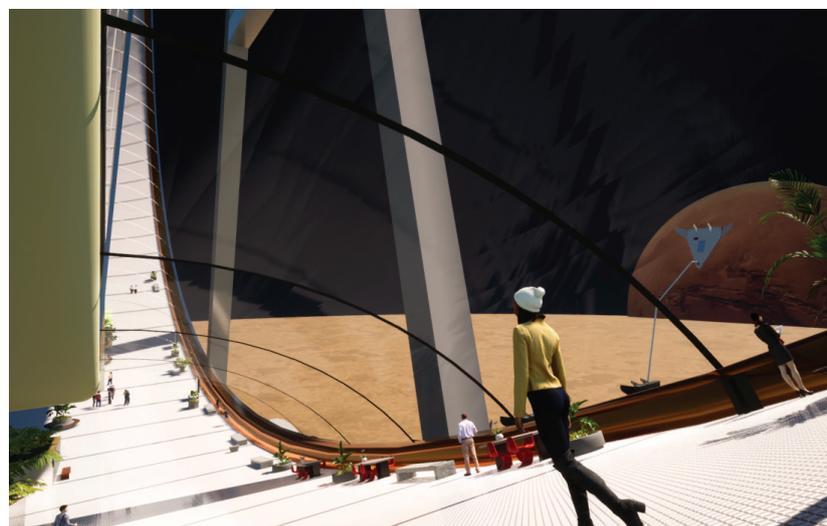
Pour le trajet Terre-Mars, de nombreux spaceliners (véhicules géants de plus de 100 passagers, comme le vaisseau spatial SpaceX) font les allers-retours. L'arrêt à Phobos permet une réduction importante des coûts ainsi qu'une amélioration de la sécurité. La plupart des spaceliners habités n'atteignent plus le sol de la Fondation, les passagers sont maintenant transférés à la station Phobos vers l'Albatross SSTO ailé qui effectue la descente, permettant des procédures d'atterrissage plus simples, plus sûres et plus confortables. Ensuite, les spaceliners font le plein de méthane et d'oxygène et retournent sur Terre. Lorsqu'ils arrivent en orbite terrestre avec des réservoirs à moitié remplis, seules 2 missions de ravitaillement sont nécessaires au lieu de 5 pour le prochain transit interplanétaire, ce qui réduit le coût d'un facteur 2. De plus, grâce à l'élimination de la descente et de l'atterrissage sur Mars, la capacité de charge utile a été augmentée et le taux de réutilisation a été triplé.

Rentabilité des véhicules SSTO "Albatross" :

Les SSTO martiens comme l'Albatros ont fait de la Fondation le leader de la livraison de satellites sur des orbites géostationnaires.

L'Albatross SSTO présente des avantages importants par rapport aux spaceliners terrestres :

- Pour la descente vers la surface martienne, la forme du véhicule permet un aérofreinage efficace dans l'atmosphère. L'atterrissage peut être vertical ou horizontal. L'atterrissage horizontal est utilisé comme stratégie de sauvegarde. La vitesse de toucher des roues pour l'atterrissage horizontal est d'environ 600 km / h, ce qui est assez élevé mais possible sur une piste d'atterrissage très longue.
- C'est un lanceur robuste et entièrement réutilisable. Avec un entretien approprié, il peut être réutilisé jusqu'à 500 fois sans rénovation complète.
- C'est un seul bloc. Il n'est pas nécessaire d'assembler différentes pièces pour le lancement.
- Grâce à la faible gravité de Mars, le vaisseau spatial est assez petit et léger. La masse sèche n'est que de 30 tonnes. En comparaison avec les fusées terrestres, l'Albatros peut être assemblé, déplacé et configuré pour le lancement en utilisant un équipement beaucoup plus simple. ■



Vue de la station Phobos



6.

MARS UNE IDENTITÉ PROPRE

QUAND VOTRE VIE DÉPEND DES AUTRES

Le vœux formulé très tôt par les Martiens d'obtenir rapidement leur autonomie donne une idée assez précise des orientations globales. L'objectif principal étant d'être capable de résister, voire de prospérer même dans le cas d'une catastrophe mondiale sur Terre qui mettrait en péril les approvisionnements. Un autre concept persiste : celui de créer une sauvegarde de la Terre, concept à la base de nombreuses décisions et de débats sans fin, et de choix industriels basés sur l'analyse et l'atténuation des risques plutôt que sur la rentabilité. On peut donc observer qu'une forte identité martienne s'est forgée dans un temps relativement court, renforcée par une fierté locale féroce dont la vie civile de nombreux districts et cités-États se nourrit ostensiblement. Mettons également aux crédits des Martiens l'interdépendance qu'ils ont brillamment réussi à instaurer prodigant une sorte de prédisposition naturelle à ce que leur fierté ne devienne pas un nationalisme. Chaque seconde de votre vie dépend du travail des autres, ne

serait-ce que l'entretien soigneux et attentif des équipements. Les systèmes et écosystèmes doivent fonctionner parfaitement pour que vous et les vôtres surviviez. Les femmes et les hommes de Mars savent ce qu'"ensemble" signifie.

Mais progressivement, c'est un nouveau courant de pensée que l'on commence à voir émerger, attribuant à Mars un rôle encore plus ambitieux que l'idée même d'un plan de sauvegarde pour l'humanité : celui d'une base avancée pour l'exploration spatiale et peut-être même vers d'autres étoiles. Mars est peuplée de pionniers et d'enfants de pionniers, des personnes qui sentent intimement qu'ils construisent quelque chose de nouveau et de plus grand qu'eux. La quête de Mars pour se verdier elle-même est considérée par beaucoup comme une quête de sens, de transcendance pour l'humanité, le passage d'un monde mourant à un monde bel et bien vivant. Un vrai premier pas vers la diffusion de la vie dans tout l'univers. ■

Carnet de notes de Lucie

Un nouveau départ

"C'est mon dernier jour sur Mars. Il a fallu quelques minutes à mes doigts avant qu'ils ne puissent taper ces quelques mots sur le clavier. 2 ans et 9 jours à sillonner la surface d'une bille rouge flottant dans l'espace. Dans quelques heures, je devrai tout quitter. Quitter Adhémar, c'est dur. Je devrai aussi quitter ma bande : Jeremy, Pelemon, Juan, Melibée et Mayra. Je n'ai pas le droit d'emporter plus de 40 kg avec moi. Mais ce que j'emporte de plus important défile devant mes yeux. Je vois se profiler les prochaines heures : décollage pour la station Skyreach de Phobos à bord d'un Albatross, ensuite, approche du tore rotatif et arrivée au coeur de la base. Notre petit transport se fera attraper minutieusement par un bras de capture qui nous fera accoster à côté d'un gigantesque cargo attendant patiemment son retour sur Terre. Nous resterons en transit pendant l'approvisionnement de carburant, de nourriture et le roulement des équipages. Je passerai ce temps à songer encore à Mars et aux gens que j'ai rencontré. Je regarderai fiévreusement la planète

rouge à travers le hublot, à la recherche de traces de vie et des petites zones vertes encore visibles. Je poserai mes doigts sur la vitre pensant caresser les contours du visage d'Adhémar alors que les vibrations déclenchées par la mise à feu soudaine des moteurs signaleront la fin imminente d'une aventure hors du commun.

Mais je ne suis pas encore partie et j'attends un taxi dans le tube 28. Pour l'instant, je respire cette odeur d'air conditionnée mélangée aux senteurs de verdure à laquelle je m'étais habituée. Cet air manufacturé si fragile.

Je sens au fond de moi que l'avenir se joue ici. Je me retrouve témoin d'une œuvre commune, de la renaissance d'une planète dont l'humanité

peut ressortir grandie. Mars sera un jour recouverte d'eau liquide, un jour...

Journaliste sur Mars, ça serait peut-être un métier d'avenir aussi, après tout.

Le prochain vol pour Phobos est dans 3 heures et je me dis à moi-même :

il est encore temps de rester." ■



Références

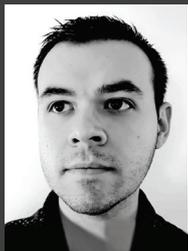
L'ÉQUIPE



Laurent Gauthier*
Ingénieur



Michel Lamontagne
Ingénieur
en mécanique



Rémy Navarro*
BIM Project Manager



Jean-Marc Salotti*
Professeur à l'ENSC



Florent Bednarek
Étudiant en école
d'ingénieur



Carl Vambert
Spécialiste
immobilier



Olivier Gourdon
Graphiste/Illustrateur

* Membres de l'Association Planète Mars / Mars Society

Un grand merci à toutes les personnes qui ont contribué à notre reportage : Clarisse, Pierre-Maël, projet MarsProof, NASA Spaceflight.com et l'association Federation Open Space Makers. Certaines organisations sont citées pour la commodité de l'histoire dans le texte actuel (Mars Society, SpaceX, Guide Michelin, Lockheed Martin), mais les opinions exprimées dans cet ouvrage sont celles des auteurs et ne peuvent être attribuées à ces organisations.