

Éditorial

J'ai le plaisir de signer l'éditorial de cette première lettre d'information de l'année 2022. Vous y retrouverez notre programme, des comptes rendus de nos actions récentes, un point sur les conséquences de l'attaque russe contre l'Ukraine sur les activités spatiales et un article très complet sur Boca Chica, la base spatiale de SpaceX au sud du Texas.

Je profite de l'occasion pour vous donner quelques nouvelles sur la vie de l'association depuis notre assemblée générale. Le 14 mars, après une émouvante rétrospective des 25 premières années de la Cité de l'espace, nous vous présentions le bilan de l'exercice 2021, le plan stratégique préparé par le Conseil d'Administration et nos orientations pour 2022.

Je suis heureux de voir que la mise en œuvre de ces dernières se déroule conformément à nos prévisions, avec déjà trois grandes conférences, deux samedis-découvertes et une très belle coupe de robotique junior en partenariat avec Planète Sciences Occitanie. Tous ces événements nous ont permis de nous retrouver « en vrai » à la Cité de l'espace. L'année 2022 a donc démarré sur les chapeaux de roue et, même si la prudence reste de mise, tout semble indiquer que la crise sanitaire est désormais derrière nous. C'est une bonne nouvelle !

Une autre bonne nouvelle : fin avril, nous avons atteint un nombre d'adhésions équivalent au total des adhésions enregistrées en 2021. Je compte sur vous pour nous aider à relever le prochain défi : retrouver un niveau proche de l'année 2019, avant la pandémie.

Parlez-en à vos amis et autour de vous. Vous trouverez le bulletin d'adhésion [ici](#).

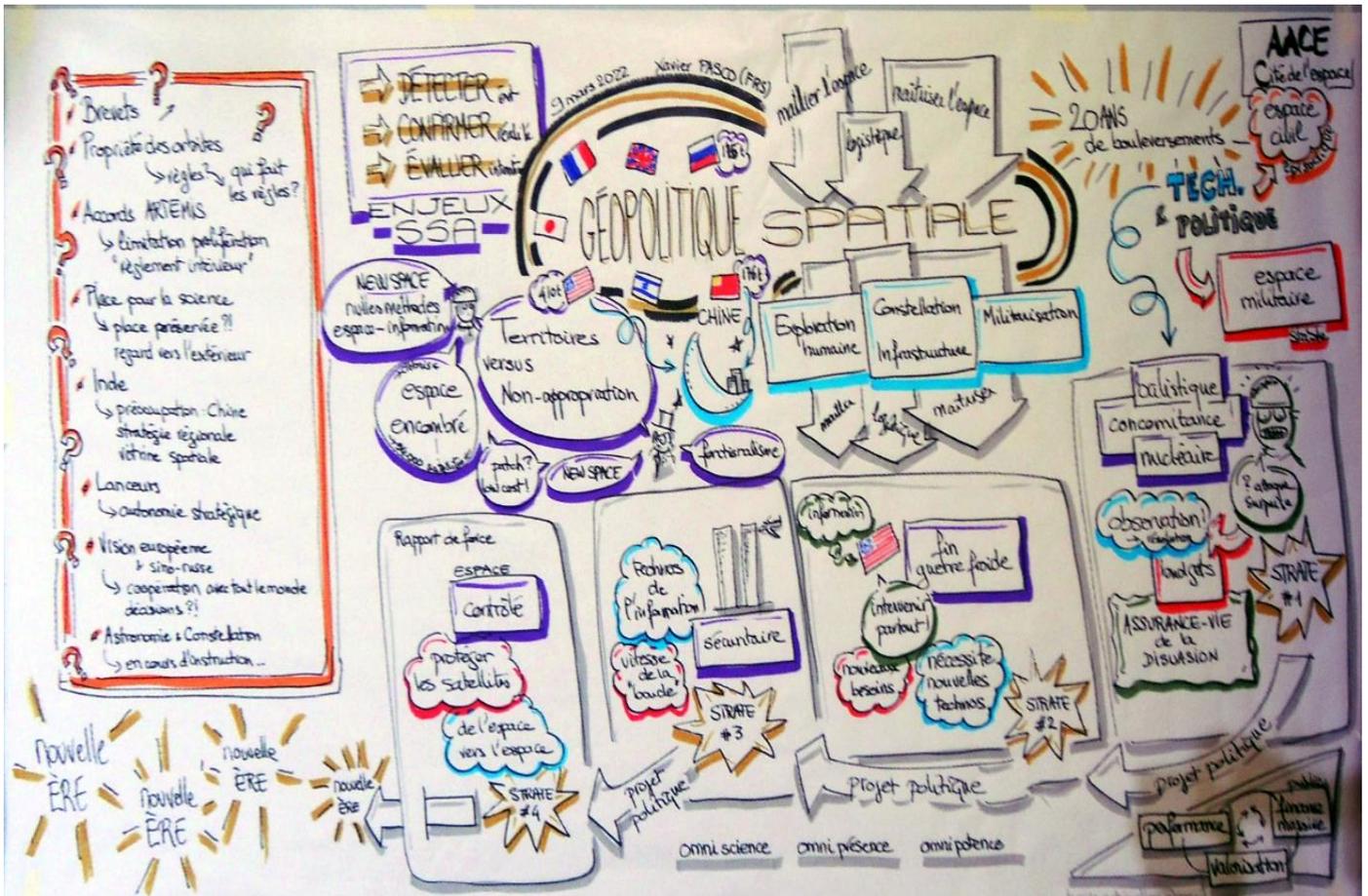
[Le programme d'activités](#) que nous proposons devrait vous aider à les convaincre de nous rejoindre. Vous le retrouverez dans les pages suivantes. Il est également accessible en ligne sur notre blog (<https://amis-cite-espace-leblog.com>). Nous allons l'utiliser de plus en plus pour toucher un large public et susciter de nouvelles adhésions. A travers Facebook, Twitter, Instagram ou LinkedIn, vous pouvez nous aider à accroître notre impact en relayant nos informations dans vos propres réseaux.

Un dernier point : au cours de la première réunion du nouveau conseil d'administration, nous avons confirmé la nomination des nouveaux administrateurs honoraires : Christianne Billon, Georges Cassar et Michel Le Heiget. Le nouveau bureau a également été élu : Geneviève Gargir (Vice-Présidente), Henri Barthe (Trésorier), Serge Girouy (Trésorier-adjoint), François Belot (Secrétaire Général), Michelle Bousquet (Secrétaire Général adjoint) et Edith Cassart (responsable communication).

J'aurai pour ma part l'honneur d'assurer à nouveau la présidence.

Bonne lecture. Portez-vous bien. A très bientôt.

Gil Denis, Président de l'AACE



Conférence de Xavier Pasco sur la géopolitique spatiale : le compte-rendu graphique d'Hervé Schindler (scribing)
Crédit : Gédéon

SOMMAIRE

1	Actualités.....	4
1.1	Calendrier des évènements de l'espace	4
1.2	Conférences : à propos de nos 2 derniers rendez-vous	6
1.3	Samedi Visite découverte animé par Patrick DUPOUEY, professeur de philosophie à l'Université du Temps libre à Tarbes : « Philosophie et astronomie : philosopher face au ciel étoilé ».....	9
1.4	Compte-rendu de notre AG	10
1.5	Actualités spatiales : La coopération spatiale mise à mal par l'invasion russe en Ukraine	11
1.6	Ressources recommandées par nos adhérents sur le WEB.....	16
2	Article thématique : Comment Boca Chica, petit village texan, va devenir un port spatial géant.....	18

1 Actualités

1.1 Calendrier des événements de l'espace

MAJ du 29-04-22

Date	Evénement	Intervenant / Organisateur
Mercredi 9 mars	Nouveaux pays, nouveaux acteurs, nouvelles ambitions : le point sur la géopolitique spatiale <i>Conférence / RDV Espace : Organisé par l'AACE</i>	Xavier Pasco Directeur de la Fondation pour la Recherche Stratégique
Lundi 14 mars	Assemblée Générale AACE	AACE
Samedi 26 mars	Samedi Découverte : L'humanité face au cosmos : quelle évolution ?	Sylvie Vauclair Astrophysicienne à IRAP et professeur émérite UPS Toulouse
Samedi 9 avril	Coupe de robotique junior Compétition de robots et animations Organisée par Planète Sciences Occitanie, en partenariat avec AACE	Planète Sciences Occitanie
Mercredi 13 avril	La Politique spatiale Européenne et ses enjeux <i>Conférence / RDV Espace : Organisé par l'AACE</i>	Christophe Venet, Directeur Europe et International au CNES
Samedi 16 avril	Samedi découverte : Philosophie et astronomie : philosopher face au ciel étoilé	Patrick DUPOUEY, Professeur de Philosophie Université du temps libre à Tarbes
Mercredi 18 mai	Kinéis – HEMERIA : un projet ambitieux de constellation européenne <i>Conférence / RDV Espace : Organisé par l'association 3AF et le CNES</i>	Rémi Ferrier (Kinéis) et Arnaud Varinois (HEMERIA)
Samedi 21 mai	Samedi découverte : Un an sur Mars...de Persévérance	Jérémy Lassue, Astrophysicien à IRAP- Spécialiste exploration de Mars et des petits corps
21 et 22 mai	Copernicus Days – « Mieux habiter la Terre » Deux jours consacrés à la découverte de Copernicus, le programme d'observation spatiale de l'Union Européenne, le plus ambitieux au niveau mondial. Événements permettant à différents publics (grand public, scolaires, PME) de découvrir Copernicus, comment il contribue à mieux comprendre les défis auxquels nous	CDE

	sommes confrontés, comment il fournit les outils permettant d'agir et de nous adapter.	
1^{er} juin AD	Space X, décryptage d'une success story <i>Conférence / RDV Espace : Organisé par l'association 3AF et le CNES, en partenariat avec l'AACE</i>	Christophe Bonnal, Expert senior au CNES
3 et 4 juin	Défis solaires Rencontres, animations et ateliers Organisé par Planète Sciences Occitanie, Délires d'encre, le lycée Déodat de Séverac, en partenariat avec AACE Des mini-véhicules solaires filoguidés et radiocommandés s'affrontent sur un circuit, grâce à des épreuves de vitesse, de pilotage, endurance et traction de poids.	Planète Sciences Occitanie, Délires d'encre, le lycée Déodat de Séverac
Samedi 18 juin	Samedi découverte : Les nano satellites pour la science	Martin Giard, Astrophysicien à IRAP Directeur adjoint Astronomie- Astrophysique du CNRS/INSU
Samedi 25 juin	25 ans de la Cité de l'Espace et 40 ans PVH (1^{er} vol habité français avec Jean-Loup Chrétien) Organisé par CDE en partenariat avec AACE et 3ACnes	CDE
Vendredi 5 aout	Nuit des Etoiles Une soirée sous les étoiles - pour découvrir le ciel nocturne Organisée en partenariat avec l'Association Française d'Astronomie, Planète Sciences Occitanie, de nombreux acteurs régionaux de l'Astronomie et l'AACE	CDE
Samedi 3 septembre	Soirée « Diner sous les étoiles » avec observations et animations Organisée par l'association « Les Pléiades » au lieu-dit « Le Balcon des étoiles » à Latrape (31). Réservée aux adhérents. Soirée d'observation et repas sur place.	Association « Les Pléiades »
17 au 22 septembre	Festival Phot'Aubrac : « Entre ciel et Terre » Organisé par Festival Aubrac en partenariat AACE	Festival Aubrac
Mardi 20 / mercredi 21 Septembre	Table ronde : Exploration spatiale de Mars : présent et futur (2^{ème} Partie) <i>Avec le LANCEMENT D'EXOMARS (Fenêtre de lancement du 20 sept. au 1^{er} oct.)</i> Organisée par l'AACE, en partenariat avec l'IRAP	AACE, IRAP
Vendredi 30 septembre	Nuit européenne des chercheurs Organisé par CDE, en partenariat AACE	CDE

Date AD septembre	New Space, quoi de neuf en France et en Europe ? - Economie spatiale et start-up françaises et européennes <i>Conférence / RDV Espace</i> : Organisé par l'AACE en partenariat avec l'association 3AF et CNES	AD
Mercredi 19 octobre	« De SPOT à Pléiades Neo : les plus belles images des satellites d'observation nés à Toulouse » , Plus qu'une conférence, un voyage en images autour du monde sur grand écran pour découvrir les satellites d'observation et leurs applications Organisée par AACE en partenariat avec AIRBUS	Fabienne Grazzini et Gil Denis (Airbus Defence and Space).
Mercredi 9 ou 16 novembre	Le James Web Space Telescope, bilan de mise à poste, recette en vol et premières observations <i>Conférence / RDV Espace</i> : Organisé par la 3AF et le CNES en partenariat avec l'AACE, CEA, IAS	AD
Mercredi 7 ou 14 décembre	Mega-constellation, un bras de fer entre régulateurs et GAF <i>Conférence / RDV Espace</i> : Organisé par la 3AF et le CNES, FCC, ONEWEB, UE	AD

1.2 Conférences : à propos de nos 2 derniers rendez-vous

Article rédigé par Geneviève Gargir

S'inscrivant dans notre cycle mensuel de conférences à la Cité de l'Espace, les deux dernières, plus orientées autour de la stratégie spatiale, ont été de grande qualité et ont remporté un très grand succès auprès de notre public toujours aussi large, allant des étudiants aux retraités, spécialistes ou non du domaine spatial.

- Le 9 mars Xavier Pasco, Directeur de la Fondation pour la Recherche Stratégique, a présenté sa conférence intitulée « Nouveaux pays, nouveaux acteurs, nouvelles ambitions... Le point sur la géopolitique spatiale ».



Conférence de Xavier Pasco sur la géopolitique spatiale. Crédit : Gédéon

La

Depuis quelques années, l'activité spatiale a connu de profondes transformations. Elles concernent bien sûr l'évolution des technologies employées dans le domaine des lancements (nombre, réutilisation notamment) ou dans celui des satellites, (avec par exemple la perspective des méga-constellations en orbite basse pour les télécommunications). Elle trouve également un nouvel élan avec le renouveau du programme lunaire qui s'inscrit désormais dans un horizon de long terme. Mais au-delà de ces simples constats, ces évolutions traduisent surtout de nouvelles façons d'aborder l'espace qui misent sur une vision plus industrielle centrée sur la notion d'infrastructures spatiales au sens large, sur une approche logistique de l'espace qui accompagne le rapprochement croissant de l'espace et du monde des technologies de l'information.

Cette évolution prend la forme de nouveaux acteurs, représentants du « New Space », mais elle induit aussi de nouvelles manières de se projeter dans l'espace, aussi bien pour les acteurs privés que pour les institutions publiques et les États. Bref, elle dessine les contours de nouveaux rapports de forces et de nouvelles concurrences qui façonnent déjà le paysage spatial de demain, comme nous l'a esquissé Xavier Pasco.

- Ensuite le 13 avril **Christophe Venet, directeur de l'Europe et de l'International au CNES**, nous a présenté « **La politique spatiale européenne et ses enjeux** ».



La conférence de Christophe Venet, crédit photo Gédéon



La conférence de Christophe Venet, crédit photo Gédéon

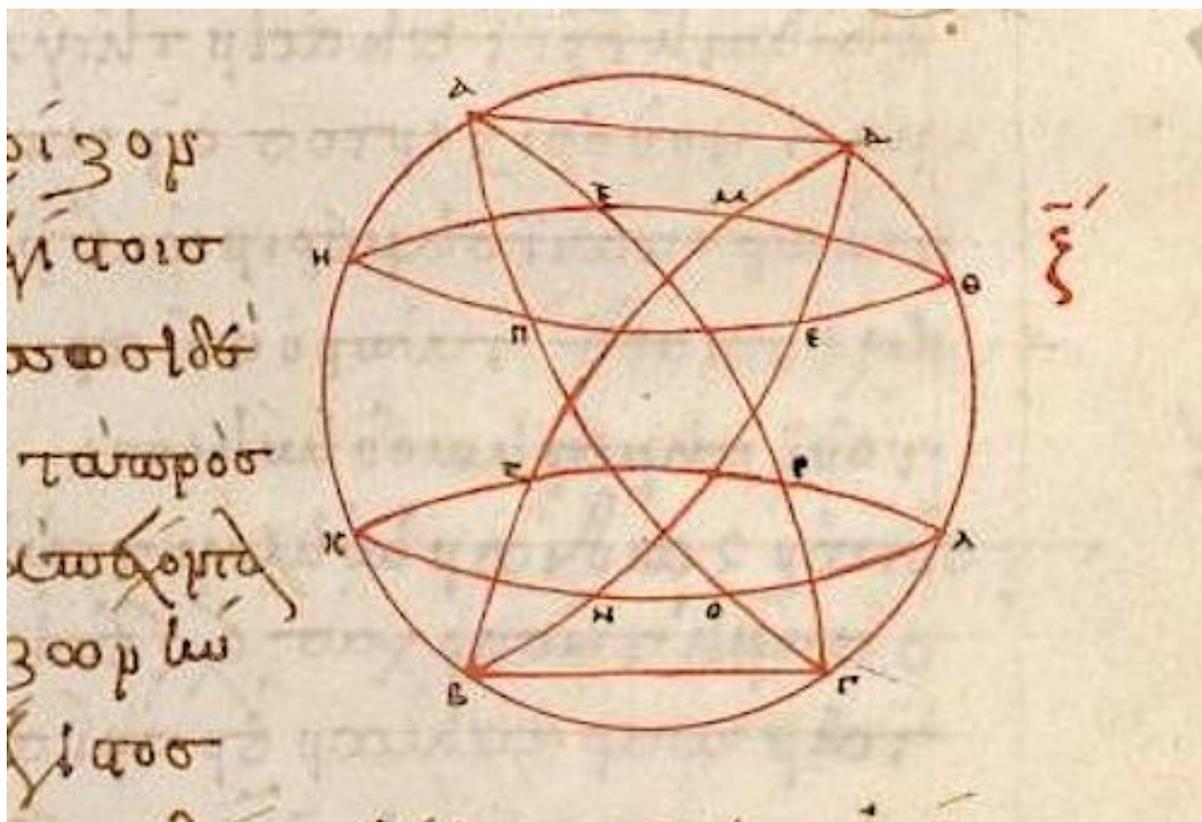
Cette conférence sur l'Europe spatiale visait à présenter les enjeux et les mécanismes de la gouvernance spatiale européenne en précisant les rôles respectifs de l'UE, de l'ESA et des Etats membres. Elle a permis de s'interroger sur la notion de puissance spatiale européenne, notamment à l'aune des derniers bouleversements géopolitiques et d'analyser le rôle de la France au sein de l'Europe spatiale.

1.3 Samedi Visite découverte animé par Patrick DUPOUEY, professeur de philosophie à l'Université du Temps libre à Tarbes : « Philosophie et astronomie : philosopher face au ciel étoilé »

Article rédigé par Michelle Bousquet

"Philosopher face au ciel étoilé" fut un exposé philosophique, le 16 avril, sur la science astronomique et un débat très intéressant que nous a fait partager Patrick Dupouey.

« C'est un fait : l'ignorance est massive, dans le public français, de la science astronomique. Ce fait a des causes, qu'on peut tenter d'identifier, et des conséquences, sur lesquelles il importe de méditer. Je me pencherai brièvement sur les causes, en examinant les responsabilités de l'École, mais aussi de la vulgarisation scientifique ainsi que de l'astronautique et de la « conquête de l'espace », qui paradoxalement travaille aujourd'hui contre la culture astronomique. Il faut également incriminer la disparition progressive du ciel nocturne de l'horizon sensible, donc culturel, de nos contemporains. Je réfléchirai ensuite sur les conséquences de cette inculture astronomique, qui ne nous prive pas seulement d'une connaissance cohérente du monde où nous vivons, mais aussi d'une compréhension de la signification même du savoir scientifique, au sein duquel l'astronomie occupe une place toute particulière ».



Crédit photo Patrick Dupouey

1.4 Compte-rendu de notre AG

Article rédigé par Michelle Bousquet et Geneviève Gargir

Notre Assemblée Générale pour l'AACE, s'est tenue le lundi 14 mars en présentiel salle Véga.

Après deux années d'incertitudes et de confinement, 80 adhérents ont répondu « présents ». La présence de Jean-Baptiste DESBOIS, Directeur de la Cité de l'Espace, accompagné de Philippe DRONEAU, sous-directeur et Christophe CHAFFARDON Directeur Education, Sciences et Culture a été très appréciée. Après une rétrospective des principales étapes durant ces 25 ans de la Cité, ils nous ont présenté les projets en cours de 2022 et leur programme d'activités.

Le rapport moral et le rapport financier pour 2021 ont été présentés et approuvés à l'unanimité.

Gil Denis, président de l'AACE, a mis l'accent sur les énormes efforts réalisés par l'Association, au cours de ces dernières années, pour faire vivre celle-ci à travers la communication, des événements divers : conférences, concours, samedis visites découvertes, en visioconférence et présentiel. Ceci, organisé malgré les difficultés toujours liées au Covid et au respect des règles sanitaires inhérentes.

L'AACE a réalisé la prouesse d'accueillir au cours de cette année 209 participants aux Samedis visites découvertes dont 123 adhérents ayant invité 37 personnes. Deux tiers de l'ensemble des adhérents ont donc participé au moins à une session en 2021. C'est un succès dont on peut se réjouir, en particulier l'adhésion de personnes invitées présentes.

Régisseurs, restaurateurs, organisateurs, partenaires, mais aussi adhérents, conférenciers ..., toutes ces personnes ont été également remerciées pour leur contribution concourant à ce succès.

En 2022, selon nos statuts, tous les membres du CA doivent être renouvelés. Au nombre de 22, ceux –ci ont été tous élus et 3 nouveaux administrateurs nous ont rejoints, élus eux aussi à l'unanimité.

Les prévisions 2022, riches aussi quant à leur programmation, feront l'objet de modifications en cours d'année. Le planning prévisionnel a déjà été diffusé (1^{er} semestre pour les SD).

Des projets exceptionnels et innovants comme, celui de l'Opéra d'OFFENBACH « Voyage dans la Lune » (encore à l'étude) produit par des professionnels extérieurs et relayé par l'Association, sera l'occasion de fédérer tous les adhérents et plus autour d'un magnifique spectacle donné à la Halle aux Grains.

Un dîner le 3 septembre 2022 sous le ciel étoilé de « Latrape » au « Balcon des étoiles », devra réunir quelque 25 personnes autour d'un repas convivial agrémenté d'animations, exposés et exploration du ciel.

Une exposition des meilleures photos du concours organisé par l'AACE fin 2020, sera présentée dans le cadre du festival photos « Phot'Aubrac », sur le thème "Entre Ciel et Terre", qui se tiendra dans les différents villages du plateau d'Aubrac du 17 au 25 septembre.

Le budget prévisionnel 2022 a été approuvé à l'unanimité.

Gil Denis a présenté le plan stratégique pour la période 2022-2024.

(Présentation AG disponible [ici](#)).

1.5 Actualités spatiales : La coopération spatiale mise à mal par l'invasion russe en Ukraine

Article rédigé par Philippe Marchal – 30 mars 2022



Impact de l'invasion de l'Ukraine par la Russie: annulation du lancement Oneweb et retour au hangar pour la fusée Soyouz.

Crédit image: Roscosmos

De la coopération à la confrontation

Traditionnellement, le secteur spatial a toujours été un modèle de coopération pacifique entre nations, au principal bénéfice de la science et de la technologie.

Le programme de la Station Spatiale Internationale (ISS) en est l'exemple le plus emblématique et le plus concret, fruit d'une coopération internationale exemplaire de près de 30 ans.

Malgré les menaces du patron de l'agence spatiale russe, il est peu crédible que la Russie mette en péril le bon fonctionnement de l'ISS. Pour mémoire, les Russes ont en charge son pilotage tandis que les Américains fournissent son énergie et son support vie.

Pour preuve, le 18 mars, 3 cosmonautes russes ont rejoint l'ISS après avoir décollé de la base de Baïkonour. Et le 20 mars, une capsule Soyouz MS-19 ramenait sur Terre dans le sud-est du Kazakhstan, 2 cosmonautes russes et un astronaute américain .



Crédit image: Russian Space Agency Roscosmos

En outre, on imagine mal la Russie prendre le risque de faire retomber l'ISS n'importe où sur le globe, y compris sur la Chine ! et chacun sait que le segment russe de l'ISS dépend techniquement autant du segment américain, et vice-versa. La NASA s'active par ailleurs à disposer de capacités autonomes de maintien en orbite de l'ISS avec les vaisseaux Cygnus de Northrop Grumman et Dragon de SpaceX, celui-ci assurant déjà les allers-retours d'équipages.

Il n'en reste pas moins vrai que la crise pourrait bien sonner le glas de la coopération spatiale occidentale avec la Russie, tant les mauvais coups s'accumulent.

L'accès à l'espace en question

Le domaine des lanceurs est le plus immédiatement et le plus durement impacté.

La réponse russe aux sanctions économiques européennes a été de suspendre les lancements de Soyuz opérés par Arianespace, depuis le CSG ou depuis Baïkonour. Avec une capacité d'emport intermédiaire entre Ariane 5 et Vega, les Soyuz étaient notamment utilisés pour le lancement de satellites de la constellation Galileo ("concurrent" européen du GPS américain).

Une dizaine de lancements étaient prévus cette année depuis Kourou, dont celui du satellite militaire français CSO-3, et des satellites Euclid (scientifique) et EarthCare (observation) de l'Agence Spatiale Européenne.

Cette décision est aussi un coup dur pour l'opérateur britannique OneWeb, dont Soyuz était le "lanceur exclusif" au sein de la gamme Arianespace.

D'autant que chez Arianespace, Vega a son carnet de commandes rempli, il ne reste plus que quelques Ariane 5 déjà toutes réservées, et la transition vers Vega C et Ariane 6 que facilitait Soyuz reste encore incertaine.

Concernant Vega la situation est particulièrement critique, car les moteurs du 4^{ème} étage (AVUM+) de Vega-C sont fabriqués en Ukraine dans un site qui a été bombardé par les Russes, et la version Vega-E 100% européenne n'est pas finalisée, son premier vol n'étant attendu qu'en 2026 !

Dans la foulée, la Russie a suspendu les livraisons de ses moteurs RD qui équipent notamment les fusées américaines Atlas V et Antares, ces dernières servant à l'envoi des vaisseaux de ravitaillement Cygnus vers l'ISS.

Oneweb, victime "repêchée" par son concurrent SpaceX !

Pour l'opérateur britannique Oneweb d'internet satellitaire, le coup d'arrêt des lancements Soyouz aurait pu mettre l'entreprise en péril.

OneWeb, qui dispose déjà de 428 satellites en orbite, espérait avoir lancé les 220 autres qu'il lui manque encore [pour être en mesure](#) d'ouvrir commercialement ses services d'ici à la fin de l'année.

Il restait 5 lancements qui devaient tous être effectués en 2022 avec Soyouz depuis Baïkonour afin de finaliser le déploiement orbital de la constellation. Et les vols seraient déjà payés...

Ne pas les réaliser mettait clairement OneWeb sur le chemin critique, notamment vis-à-vis de ses rivaux Starlink de SpaceX et Kuiper d'Amazon, qui vient de signer avec Arianespace un contrat pour 18 lancements avec Ariane 6 .

Mais l'horizon s'est soudain dégagé pour OneWeb qui annonçait dans un communiqué de presse daté du 21 mars, avoir conclu un accord avec SpaceX pour le lancement du reste de sa flotte par des fusées Falcon9.

Ce "deal" était d'autant plus inattendu que OneWeb est un concurrent direct de Starlink, la constellation de SpaceX, même si les 2 entreprises ne visent a priori pas les mêmes marchés, celui des particuliers pour Starlink et celui des entreprises et des services gouvernementaux pour OneWeb.

OneWeb devra toutefois produire un nouveau lot de 36 satellites pour remplacer ceux stockés en Russie et que l'agence spatiale russe ne restituera pas après l'abandon du vol de début mars.

D'autres problèmes se posent néanmoins pour Oneweb, car si l'intégration des satellites est faite aux Etats-Unis, leurs moteurs sont fournis par la société russe Fakel. Et Oneweb pourrait bien ne jamais obtenir les moteurs nécessaires aux satellites restant à produire.

Le New Space européen n'est pas épargné non plus, car de nombreuses startups ont noué des partenariats avec l'Ukraine pour développer les moteurs de leurs futures fusées et vont inéluctablement devoir adapter leur stratégie.



*Un triste symbole d'une coopération spatiale menacée :
l'effacement des drapeaux sur le lanceur Soyouz. Crédit image: Roscosmos*

Exomars devra se passer des Russes

La science aussi ne fait pas exception, car les programmes scientifiques sont essentiellement menés en coopération.

Après la décision de l'ESA du 17 mars de suspendre la mission Exomars qui prévoyait d'envoyer en septembre un rover européen sur Mars, à bord d'un lanceur russe Proton, celle-ci devra encore attendre après avoir déjà été repoussée par deux fois en 2018 et en 2020. La Russie n'étant plus partenaire, il faudra trouver des alternatives de remplacement pour le lanceur et pour le module d'atterrissage du rover...pour un nouveau report en 2024, 2026 ? puisque les créneaux de lancement les plus favorables ne s'ouvrent que tous les 2 ans.

D'autres collaborations scientifiques liées à des missions vers la Lune ou vers Venus, sont aussi compromises.

On peut notamment citer :

- la collaboration de Roscosmos avec la NASA pour le programme Venera-D, qui devait marquer le grand retour d'une sonde russe sur Venus, après une parenthèse de plus de 40 ans.
- la participation de l'ESA au programme robotique Luna de grand retour de la Russie sur la Lune, où l'ESA devait fournir des équipements scientifiques dérivés du programme Exomars.

Comme un avion sans aile...

L'Ukraine fournit les énormes avions cargo Antonov, qui acheminent une grande partie des satellites vers leurs sites de lancement. Ces avions basés aux environs de Kiev pourraient être indisponibles, endommagés, et leur trouver des solutions de remplacement ne sera pas chose facile.

En particulier, l'unique exemplaire de l'avion le plus grand du monde, l'AN-225 Mriya ("le rêve") qui pouvait convoyer jusqu'à 250 t de matériel, a été entièrement détruit dans l'incendie de son hangar, après un bombardement russe dans la nuit du 24 au 25 février.



©Antonov/Flyrosta

L'option d'un conflit étendu à l'espace

Depuis des années, la Russie a montré sa capacité de nuisance en orbite. Elle en a fait la démonstration en 2021 en détruisant l'un de ses vieux satellites par un tir de missile. Celui-ci avait provoqué un nuage concentré de débris en orbite basse, à fort potentiel de perturbation pour le fonctionnement de nombreux satellites stratégiques, comme ceux d'observation civils et militaires dont les images permettent de révéler en temps quasi-réel la réalité du conflit et l'état du terrain.

La Russie n'a pour l'instant pas décidé de s'attaquer aussi ouvertement à des satellites commerciaux des pays de l'OTAN...

Elle mise par contre sur des cyber-attaques contre des satellites servant à l'armée ukrainienne pour coordonner ses opérations militaires. L'un des premiers exemples a été la probable cyber-attaque du satellite civil américain de télécommunications Viasat, mettant hors service plusieurs dizaines de milliers de modem NordNet sur l'Europe et l'Ukraine.

Entre autres, plusieurs tentatives de brouillage de signaux de communications provenant de réseau satellites ont été détectées.

La Russie (comme la Chine) a toujours été dans le collimateur de l'Occident quand il s'agit de sécurité satellite, c'est ce qui a motivé la création de la Space Force aux Etats-Unis et du Commandement de l'Espace en France.

En conclusion

La guerre russe en Ukraine a mis fin à des partenariats commencés il y a plus de 30 ans destinés, entre autres, à combler le fossé technologique entre la Russie et l'Occident. Des décennies de belles réussites de coopération volent soudain en éclats, créant un terrible gâchis scientifique, technologique et humain ...

L'Ukraine possédait elle-même une importante industrie spatiale, qui a été bombardée, lourdement endommagée et est à l'arrêt pour un temps probablement long.

Il est probable que dans les années à venir, la politique spatiale russe s'aligne plus étroitement sur celle de la Chine, les 2 pays ayant déjà prévu de collaborer sur une série de projets, en particulier pour un retour sur la Lune, et que l'on revienne à un scénario de conquête de l'espace semblable à ce qui s'est passé durant la période de guerre froide.

1.6 Ressources recommandées par nos adhérents sur le WEB

Proposée par Marie-Ange Albouy

Observatoire du Pic du Midi : Un nouveau télescope



Le nouveau télescope de 50 cm du Pic du Midi crédit photo IRAP/OMP

2 Article thématique : Comment Boca Chica, petit village texan, va devenir un port spatial géant

Article rédigé par Eric Tronche- Février 2022

Malgré les succès de ses lanceurs Falcon 9 et Falcon Heavy, la célèbre entreprise spatiale SpaceX, dans sa démarche d'amélioration et d'innovation continues, prépare le futur. Un lanceur multi-missions dénommé au départ BFR pour Big Falcon Rocket, est envisagé. Communément appelé Starship, ce vaisseau doit remplacer les autres lanceurs de SpaceX. D'après Elon Musk, à terme, le coût du lancement du Starship sera inférieur à celui d'une Falcon 9, voire d'une Falcon 1, car cette fois-ci, les 2 étages sont récupérables.



La porte des étoiles : Entrée de la Starbase de Boca Chica – Image extraite de la vidéo Starbase Tour with Elon Musk

Dans sa configuration finale, le Starship a une hauteur de 50 mètres pour 9 mètres de diamètre. Son booster, le Super Heavy a une hauteur de 70 mètres. Le vaisseau spatial Starship et la fusée Super Heavy de SpaceX (collectivement appelés Starship) ont donc une hauteur de 120 mètres et pèsent près de 5 000 tonnes au décollage.



Starship au décollage (Image d'artiste) – Flickr SpaceX

Le Starship sera le lanceur le plus puissant au monde jamais développé, entièrement réutilisable, avec la capacité de transporter plus de 100 tonnes en orbite terrestre, mais aussi, selon ses variantes, de desservir la Lune via la station lunaire LOP-G (appelée Gateway), Mars et au-delà, mais aussi toutes les grandes villes de la planète.

Ce projet ambitieux, digne des meilleurs films de science-fiction, doit avoir une zone de développement et de test bien spécifiques. Et c'est Boca Chica village qui a été choisi.

I. Un peu de géographie ...

Boca Chica Village, anciennement Kennedy Rives puis Kopernik Rives, est une petite communauté du comté de Cameron, au Texas, près de la frontière mexicaine. Ce village se trouve à 20 km à l'Est de la ville de Brownsville, sur la Texas State Highway 4, à 3 Km au Nord-Ouest de l'embouchure du Rio Grande.



Carte Texas Mexique- Crédit photo FAA et US Army Corp of Engineers, SpaceX, Public domain, Via Wikimedia Commons (image retouchée)

Malgré le peu d'infrastructures en place, les terrains sont très bon marché et disponibles (globalement !). La zone est facilement évacuable pour pouvoir effectuer des tests des prototypes de vaisseaux interplanétaires en toute sécurité. Elle est aussi proche de l'équateur, et permet de bénéficier de l'effet fronde grâce à la rotation de la Terre, dont la vitesse est presque maximale à cet endroit. L'accès au port de Brownsville est enfin privilégié, facilitant l'utilisation des plateformes pétrolières Phobos et Deimos, en cours de transformation en pas de tir flottants.

II. Un peu d'histoire ...

Le village composé d'une trentaine de maisons de style ranch est fondé en 1967 par un promoteur immobilier de Chicago et destiné aux migrants polonais de la classe ouvrière.



Le site de Boca Chica vu par Pléiades HR le 23 septembre 2021 (image réduite). Crédit : Pléiades © Cnes 2021 - Distribution Airbus DS.

Au début des années 2000, 26 personnes habitent le village, ce nombre tombe à 6 en 2008. En 2013, après de longues discussions entre l'État américain et SpaceX, Elon Musk indique que le site du Texas est le candidat favori devant la Floride et la Géorgie. Cette localité est donc choisie par SpaceX comme emplacement pour la construction du site de lancement du Starship.

En 2014, Elon Musk négocie un accord avec l'État américain qui consent à fermer certaines plages, et le gouverneur annonce un plan d'aide au financement des infrastructures. En échange, le Texas attend une augmentation du tourisme et une création d'emplois. C'est donc un plan de 15.3 millions de dollars qui est créé par le gouverneur de l'état, dont 13 millions sont dédiés directement à SpaceX. En parallèle, SpaceX prévoit un investissement propre de l'ordre de 85 millions de dollars !

SpaceX commence alors à acquérir des terres, 16 hectares en 2014, avec une location de 23 autres, pour arriver à une propriété de 40 hectares de terres aujourd'hui.

La véritable construction du site commence en 2015, avec l'apport de 240 000 m³ de terre, car le site qui est très marécageux n'est qu'à quelques centaines de mètres de l'océan, et ce n'est que courant 2016 que la première phase de stabilisation du sol est terminée.

Jusqu'en 2018, les fusées Falcon sont tirées de Boca Chica, puis SpaceX loue à la NASA le mythique pas de tir LC39A du Kennedy Space Center, et le modifie pour les Falcon 9 et le lanceur lourd Falcon Heavy. Désormais, Boca Chica est exclusivement utilisé pour les tests des prototypes de Starship, et le site s'étend inexorablement.

Début 2018, une centrale solaire composée de 2,6 hectares de panneaux est créée, afin de rendre le site électriquement indépendant si besoin. Cette centrale doit être agrandie au fil du temps pour atteindre 1.75 MW. Dès lors, un pas de tir rudimentaire est construit, ainsi que des réservoirs de carburant et comburant, et le site de construction, situé à 1,6 Km commence lui aussi à s'étoffer.

En 2019, Boca Chica reçoit de nouveaux réservoirs, et une piste d'atterrissage est construite. Un premier prototype voit alors le jour, le Starhopper, qui effectue son premier vol en juillet 2019. Je dois avouer que ce bidon volant ne ressemble pas du tout à un vaisseau interplanétaire, mais il s'agit ici de tester la motorisation et les logiciels de vol qui vont gérer le décollage, le vol à proprement parler et le retour jusqu'à l'atterrissage.

Puis un nouveau prototype grandeur réelle du Starship est construit, le MK1. A noter qu'une grande partie de la construction des prototypes s'effectue en plein air, sans grande protection contre les

intempéries, et sous l'œil de caméras haute définition 24 heures sur 24 ! Un responsable de SpaceX indique que si un vaisseau doit supporter les contraintes de l'espace, il doit pouvoir supporter les contraintes terrestres !

À partir de 2020, une infrastructure de production de masse se met enfin en place, avec, pour le site de production, 2 immenses tentes de 150 mètres de long et de 12 mètres de haut. Un bâtiment d'assemblage voit le jour, la Midbay, d'une cinquantaine de mètres de haut, pouvant permettre l'assemblage de 2 vaisseaux simultanément. Un autre bâtiment, la Highbay, de près de 80 mètres de haut, est terminé fin 2020. La Highbay permet l'assemblage du booster, appelé à cette époque Super Heavy, et le soudage des différents éléments du Starship. Une autre zone de construction voit aussi le jour début 2022, la Widebay avec un bâtiment prévu de 35 mètres par 50 mètres par une centaine de mètres de hauteur !

Fin 2020, le site de lancement se dote d'un pas de tir permanent et d'une tour de lancement de 120 mètres de hauteur. Cette tour est dotée d'une grue permettant l'assemblage d'un vaisseau Starship au-dessus de son booster Super Heavy, elle fait aussi office de station-service pour le remplissage en ergols. Mais elle est aussi prévue pour rattraper en plein vol le booster lors de son retour sur terre, après avoir largué le vaisseau spatial !

En mars 2021, les autorités locales rendent publics les plans d'un ambitieux projet d'amélioration du port spatial de Boca Chica. En plus du pas de tir orbital déjà en construction, SpaceX souhaite ajouter une 2^{ème} tour de lancement accompagnée de sa ferme à ergols et d'une piste d'atterrissage supplémentaire. Parmi les extensions proposées figurent aussi des travaux de terrassement pour créer 2 réserves d'eau de pluie et un grand parking pour les employés. Enfin, un stand pourrait être construit à l'entrée du site pour y placer le Starhopper et le SN15, 2 prototypes iconiques du programme de développement du Starship ! Elon Musk annonce aussi sur son compte Twitter la création de la ville de Starbase, ajoutant une phrase au ton énigmatique laissant entendre que le projet prépare les futurs voyages vers Mars. En effet, pour coloniser la planète rouge, le dirigeant de SpaceX souhaite voir son vaisseau interplanétaire décoller jusqu'à 3 fois par jour. Pour atteindre une telle cadence de lancement, il est nécessaire de construire une usine capable d'assembler 8 Starship par mois, soit une centaine d'exemplaires par an. Pour fabriquer cette flotte de vaisseaux interplanétaires, l'actuel site d'assemblage des prototypes du Starship pourrait être remplacé par une véritable usine similaire aux Gigafactory de Tesla. Pour accueillir les centaines d'employés et les milliers d'habitants, SpaceX prévoit la construction d'une véritable ville avec maisons, écoles, commerces et restaurants. Malgré les quelques critiques locales, les autorités voient tout de même de manière positive l'énorme expansion économique de cette région. Le destin de Boca Chica est donc inévitablement lié à SpaceX, qui participe activement et financièrement, avec par exemple un don de 30 millions de dollars aux autorités locales pour soutenir l'économie de la région et financer les écoles.

III. Un peu de droit ...

Mais il subsiste quelques problèmes ... Le village de Boca Chica se trouve en plein milieu du site choisi par SpaceX, et les installations sont de plus traversées par une route, la State Highway 4, communément appelée Boca Chica Boulevard. Cette route relie Brownsville à Boca Chica beach. Malgré les autorisations de l'Etat américain, de l'état du Texas et de la FAA (Fédéral Aviation Administration) qui est responsable de la sécurité environnementale, SpaceX rencontre plusieurs difficultés.

Pour chaque essai de moteur, et pour tous les transports de matériels entre le site de construction et le site de lancement, il faut fermer cette route et évacuer les habitants, y compris la plage. En cas de lancement, l'évacuation peut être nécessaire pendant plusieurs jours pour ne faire prendre aucun risque à la population !

Les nuisances augmentent rapidement, car SpaceX prévoit une forte accélération de la cadence de tests et de tirs. Comme SpaceX n'est pas une entreprise qui perd du temps, il est proposé aux habitants de quitter la zone, moyennant le rachat de leur maison pour trois fois le prix du marché. Certains acceptent, mais plusieurs riverains s'y opposent, soit par attachement à leur quartier (0,1%), soit pour négocier plus d'argent (99,9%) ! Et il y a des plaintes, enfin, 2 plaintes pour obstruction de la voie publique. La première concerne des agents de SpaceX qui bloquent l'accès à 2 routes publiques autour de la base, les rues Rémédios et Joanna. Devant la plainte de personnes ayant été vigoureusement refoulées par le responsable de la sécurité de SpaceX, le procureur diligente une équipe afin de vérifier les faits. Et là aussi, le responsable de la sécurité de SpaceX refoule les agents officiels, malgré la déclinaison de leurs identités. Il est quand même à noter que les 2 rues en question sont en plein milieu du site de SpaceX qui possède bien les terrains autour, malgré que les 2 routes soient restées publiques. Mais revendiquer un passage sur ces routes relève plus de la volonté d'empêcher SpaceX de travailler plutôt que d'une réelle utilité !

Alors, qui sont ces personnes qui ont porté plainte ? Il s'agit d'agents de la société SAVE RGV from LNG, pour Save (sauvez) la Rio Grande Valley (RGV) des Liquefied Natural Gas (LNG). Cette société est composée de ... 5 à 7 personnes ! Leur cheval de bataille est la non-prolifération d'entreprises autour de Brownsville et comme son nom l'indique, l'empêchement d'exportation de gaz liquéfié ! Save RGV from LNG a même demandé à l'armée de retirer totalement la licence de tir accordée à SpaceX, pour le Starship, mais aussi pour la Falcon 9 !

La 2^{ème} plainte concerne la route qui relie les sites de construction et de lancement, et qui passe par la plage. Cette zone est publique, peu fréquentée car la baignade y est dangereuse, mais comme toute zone publique, elle doit rester libre d'accès. Un protocole établi entre le gouvernement du Texas et SpaceX autorise une fermeture de cette route avec une limite fixée à 300 heures par an. Mais le procureur remarque que la route a été fermée pendant 385 heures, ce qui est en dehors du protocole validé. De plus, la route étant publique, SpaceX doit réquisitionner des policiers locaux afin de sécuriser la zone. Il s'avère donc que les policiers ont travaillé en dehors du protocole préétabli, et ils s'exposent à une plainte pour intervention abusive au-delà du contexte légal ! Le procureur annonce alors que si SpaceX ne respecte pas le protocole, il n'y a plus d'autorisation légale d'obstruer la route ! D'ailleurs les vidéos tournées par la suite montrent clairement le transport de prototypes presque au milieu du public ! Pour se sortir de cette situation ubuesque, SpaceX embauche des avocats spécialisés, afin de créer une nouvelle entité administrative nommée Starbase. L'objectif est de construire une base spatiale interplanétaire, et vus les enjeux et retombées financières pour le Texas, nul doute qu'un accord sera trouvé !

Mais SpaceX participe aussi à la résolution de ce problème en proposant d'apporter des modifications à la route reliant le site de construction au site de lancement. 3 aires d'arrêts sont proposées, afin que le trafic puisse se ranger le temps du passage du convoi. Ceci permettrait de ne pas être obligé de fermer la route, donc l'accès à la plage publique.

IV. Un peu de technique : des équipements hors norme !

Depuis 2019, une quinzaine de prototypes ont été construits. Il s'agit de tester les différentes procédures de décollage, de vol et d'atterrissage, car il faut reconnaître que le profil de vol envisagé est loin d'être conventionnel. Dans les prévisions, le futur vaisseau décolle bien sûr à la verticale, au sommet de son booster, il effectue sa mission, puis traverse l'atmosphère sur le ventre, et revient en position verticale après un retournement impressionnant pour se poser sur son site d'atterrissage. De son côté, le booster revient lui aussi se poser à la verticale, se faisant agripper par la tour de lancement ! On est ici sur une récupération totale de tous les éléments !



Un prototype de Starship à Boca Chica - Crédit : SpaceX

Pour faire décoller et atterrir ces vaisseaux, il faut construire une tour de lancement, et donc utiliser du matériel de levage à la mesure, ou à la démesure de ces vaisseaux. Pour la construction de la tour, SpaceX utilise une grue géante, la Liebherr LR 11 350, qui a une capacité de levage de 1350 tonnes à 220 mètres, et la renomme Frankencrane ! Cette grue est utilisée en location, puis SpaceX fait l'acquisition d'une Liebherr 11 000, la customise à ses couleurs et la nomme Crane X. Cette dernière a néanmoins une capacité de levage de 1 000 tonnes à 220 mètres, et une portée de 184 mètres !

La tour de lancement

SpaceX aime bien donner un nom aux matériels, la tour s'appelle donc Mechazilla, elle est constituée de 9 sections soudées les unes sur les autres et mesure 120 mètres de hauteur. Elle doit alimenter le vaisseau et le booster en ergols après les avoir positionnés l'un sur l'autre, et assurer le maintien avant le décollage. Pas de fosse d'évacuation des gaz lors du lancement : Le vaisseau et son booster sont positionnés sur une table de lancement, elle-même surélevée sur des piliers, et pourvue de crochets pour sécuriser le système lors du remplissage de ses réservoirs. Mais surtout, la tour est chargée d'agripper le booster lors de son retour sur Terre. En effet, SpaceX a fait le choix de ne pas concevoir de train d'atterrissage pour ses boosters pour éviter d'avoir à les faire décoller, et ainsi gaspiller de la



puissance. La tour est donc équipée de gigantesques bras robotiques en forme de pinces de 36 mètres de long qui doivent encercler le booster de 200 tonnes lors de son approche (millimétrée !). Ils seront ouverts de 30 degrés pendant un vol stationnaire de 5 secondes, et se refermeront.

Pour absorber le choc, un astucieux système de poulies et de contre poids est imaginé, avec un treuil de plateforme de forage d'une capacité de 1245 tonnes ! Car SpaceX ne se contente pas de prendre du matériel à usage spatial, mais utilise celui éprouvé dans d'autres domaines. Comment ne pas se rappeler cette phrase de Gene Kranz : « Je me fiche de savoir pourquoi sont conçues les choses, c'est ce qu'elles peuvent faire qui compte ! ». Dans le cas d'Apollo 13, on a utilisé le moteur d'alunissage pour revenir vers la Terre, dans le cas de SpaceX, on utilise du matériel de forage pour récupérer un booster en plein vol !

A noter qu'un système similaire est à l'étude en Europe, via la plateforme d'Ingénierie ArianeWorks du CNES. Ce SmartCatcher a déjà réussi à récupérer un mini vaisseau de 25 Kg, on est loin des centaines de tonnes (à vide) du Starship de SpaceX, qui brûle les étapes et supprime les intermédiaires !

Une ferme à ergols

Cette zone spécifique est composée d'une usine de fabrication d'Oxygène liquide (LOx), d'une usine de traitement du gaz naturel, et d'un liquéfacteur pour créer du Méthane liquide. Pour alimenter cette ferme ainsi que d'autres installations, une centrale électrique au gaz naturel est créée, pour une puissance de 250 MW (un quart de la puissance d'un réacteur nucléaire classique), avec une récupération de la chaleur excédentaire pour l'alimentation d'une station de désalinisation.

La ferme à ergols commence à fonctionner en août 2021 en étant approvisionnée par de nombreux camions citernes. Chaque réservoir est alors placé au sein d'une coque cryogénique.

Une réserve d'eau

Nommée Watershell, elle doit être utilisée comme matelas acoustique, vibratoire et thermique lors des mises à feu. Actuellement, cette partie n'est pas encore définie précisément, car SpaceX ne semble pas s'orienter vers un carneau d'évacuation des gaz lors des décollages. En effet, la table orbitale est

simplement surélevée et les multiples protections posées sur la tour de lancement semblent indiquer que le déluge d'eau sera limité en quantité, avec une pulvérisation soit sur le sol, soit directement en sortie des moteurs. 2 puits sont néanmoins construits ainsi qu'une usine de désalinisation.

Les plateformes pétrolières

SpaceX fait aussi l'acquisition de plateformes pétrolières, afin de les transformer en plateformes de lancement mobiles, leurs noms ? Phobos et Deimos, le nom des satellites de Mars !

Et quand on demande à Elon Musk comment les équipes transporteront les vaisseaux depuis les bâtiments d'assemblage jusqu'aux plateformes, il répond simplement : « Ils volent les Starship, ils iront donc en volant ».

On a du mal à imaginer ces ballets de vaisseaux entre Boca Chica, les plateformes mobiles d'envol, Mars, et les retours sur les différents sites d'atterrissage.

Deimos en en cours de modification dans le port de Brownsville, Phobos se trouve dans un chantier naval à Pascagoula dans le Mississippi.



Vue Google Maps des plateformes pétrolières offshore acquises par SpaceX

Des chiens-robots

Quelques impressionnants drones en forme de chiens sont aperçus sur le site de Boca Chica. SpaceX a fait appel à la société Boston Dynamics, qui est spécialisée dans les robots mobiles de hautes performances équipés de multiples capteurs. Cette société a été créée en 1992 à partir du MIT, le Massachusetts Institute of Technology. Rachetée par Google en 2013, puis rattachée au conglomérat

Alphabet, Boston Dynamics est maintenant propriété de Hyundai Motor à 80 % et de Softbank (Japon) à 20%. Leurs robots sont de type humanoïde ou animal et sont utilisés sur des lieux sensibles ou dangereux (zones de pandémie, Tchernobyl).

Les robots déployés à Boca Chica se nomment Zeus et Apollo ! Ils sont utilisés pour les inspections post-vol, ou plutôt post-crash, afin de vérifier l'absence de danger résiduel.



SpaceX utilise un chien robotique pour enquêter sur l'explosion du prototype SN10 du Starship
Extrait d'une video YouTube SpaceX du 7 mars 2021

V. Les prévisions

Un accord nécessaire

Pour lancer la fusée la plus puissante du monde, SpaceX a besoin de l'accord de plusieurs organismes gouvernementaux. Le premier est la FAA (Federal Aviation Administration) qui est responsable de la sécurité des biens, des personnes et de l'environnement lors des activités spatiales, au travers d'une évaluation environnementale. Cette évaluation traite de tous les impacts liés au site de Boca Chica, en termes de pollution lumineuse, sonore, sur la faune et la flore. Par exemple, il est demandé à SpaceX d'étudier un système d'éclairage adapté à la non-perturbation des tortues lors de leur nidification. Bien sûr, concernant le personnel de SpaceX et la population, des zones d'exclusion sont mises en place, afin que seules les personnes habilitées soient présentes à certains endroits. Le document prévoit aussi la surveillance du site par des biologistes, et la limitation des vols à un certain quota, entre 7h et 19h, heure locale. Ce document de plus de 150 pages est mis en réseau, afin que la FAA puisse recueillir les avis du public.

Des configurations différentes

On note aussi la construction prévue d'un Starship cargo et d'un Starship multi passagers, mais surtout d'un Starship Tanker, nécessaire pour les ravitaillements en carburant dans l'Espace. On remarque que les vaisseaux devant revenir sur Terre disposent d'un bouclier thermique et d'ailerons de stabilisation, ce qui n'est pas nécessaire pour ceux devant rester dans l'espace.

N'oublions pas non plus le Starship du projet Dear Moon, largement sponsorisé et financé par le milliardaire japonais Yusaku Maezawa, qui prévoit un voyage autour de la Lune avec plusieurs artistes, pour une durée de 6 jours. Si certains ont des doutes sur la faisabilité, il faut se reporter au projet Inspiration 4 sur Falcon 9, où un vaisseau Dragon a été reconditionné avec un dôme en verre en lieu et place du système de docking à l'ISS. Le projet a été mené à bien en moins d'un an, pour un voyage au-dessus de l'ISS, pendant 3 jours, avec des non-astronautes ! Chez SpaceX, tout est possible !

Un Starship lunaire

Parmi les différents modèles de Starship, il y a bien sûr le HLS pour Human Landing System, approuvé par la NASA. Il servira de lien entre la station lunaire Gateway (ou LOP-G pour Lunar Orbital Platform-Gateway) et la surface lunaire dans le cadre du programme Artemis. Les astronautes arrivés sur la Gateway autour de la Lune par le SLS de la NASA prendront place dans le Starship lunaire (HLS) pour gagner la surface de notre satellite. A noter qu'il est aussi envisagé que les astronautes passent directement du module Orion au HLS, si la Gateway n'est pas terminée. Mais plusieurs questions se posent : La NASA a-t-elle eu raison de ne sélectionner que cet immense vaisseau pour la desserte de la Lune ? Le Starship sera-t-il prêt à temps ? SpaceX sera-t-elle en mesure de mettre en place le ballet des réserves



Le Starship lunaire - Image Flickr Steve Jurvetson Domaine public

en carburant nécessaires ? La station lunaire sera-t-elle prête à temps ? SpaceX serait-elle en mesure d'assurer la totalité de la mission de la Terre à la Lune ? Beaucoup s'interrogent aussi sur l'aérodynamisme du vaisseau, non nécessaire dans l'Espace. En fait, SpaceX développe au départ un concept de base et l'adapte, pour éviter d'avoir à étudier un nouveau système pour une nouvelle configuration. Lorsque les entreprises concurrentes avaient porté plainte pour concurrence déloyale, on aurait pu penser que le Starship lunaire était en stand-by. Eh bien non, car SpaceX continuait ses investigations par exemple sur les Raptor fonctionnant dans le vide, pour le Starship « classique », ce qui faisait avancer indirectement le Starship lunaire.

D'autres bases spatiales

Un deuxième pas de tir est prévu à Boca Chica, sa construction a d'ailleurs commencé début 2022. 2 autres sont prévus en Floride près du mythique LC39A à Cap Canaveral dans le cadre du programme Artémis. Avec les 2 plateformes pétrolières reconditionnées, on obtient une impressionnante infrastructure de lancement spatial !

Le vol inaugural de 2022

Ce sera un moment unique, retransmis bien sûr en direct. Mais même si le pas de tir est opérationnel, il n'est pas prévu de récupérer le booster et le vaisseau, qui termineront leur course dans l'océan. Le profil de vol est le suivant : L'ensemble booster B4 et vaisseau S20 sont positionnés sur la table de lancement, après avoir été assemblés par la tour.

A T0, Les moteurs Raptor du booster sont mis à feu.

A T + 169 secondes, c'est le MECO (Main Engine Cut Off pour coupure des moteurs principaux).

A T + 171 secondes, Le booster et le vaisseau se séparent et continuent leurs courses séparément.

A T + 176 secondes, les moteurs du S20 sont mis à feu. Le booster fait alors demi-tour et revient se poser dans le golfe du Mexique, à environ 32 km des côtes à T + 495 secondes.

A T + 521 secondes, le vaisseau coupe ses moteurs, il vole alors au-dessus du détroit de Floride. Après sa manœuvre de retournement, il revient lui-aussi se poser dans l'océan, au large des îles d'Hawaï, à une centaine de km des côtes, après environ 90 minutes de vol.

Les équipes de SpaceX travaillent 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, sous l'œil des caméras qui retransmettent en direct sur Internet. Nous avons donc la chance de pouvoir assister à toutes les étapes de cette formidable épopée spatiale. Elon Musk disait qu'il voulait voir de ses yeux un humain fouler le sol de Mars, force est de constater que l'ensemble des équipes partage le même souhait !

Une nouvelle histoire de l'aéronautique est en route, et nous avons la chance de pouvoir en profiter. A suivre, donc ...



Lettre d'information des Amis de la Cité de l'espace

Directeur de la Publication : Gil Denis
Responsable d'édition : Édith Cassart
Responsable Comité de lecture : Michel Bouffard
Responsable Communication : Édith Cassart

Contact : communication@amis-cite-espace.org
www.amis-cite-espace.org

Ont participé à ce numéro :

Marie-Ange Albouy, Michelle Bousquet, Gil Denis, Geneviève Gargir, Philippe Marchal, Eric Tronche

Crédits photos :

Roscosmos, Antonov/Flyrosta, image extraite de la vidéo Starbase Tour with Elon Musk, FAA et US Army Corp of Engineers, SpaceX, Public domain, Via Wikimedia Commons, SpaceX, Pléiades © Cnes 2021 - Distribution Airbus DS, Twitter, image Twitter@elonmusk, Image Flickr Steve Jurvetson Domaine public, patrick Dupouy, IRAP/OMP, Gédéon



Les Amis de la Cité de l'espace est une association à but non lucratif créée en 1997.

Reconnue d'intérêt général, elle a pour vocation de promouvoir auprès de tous les publics, et notamment les plus jeunes, les sciences, techniques et applications spatiales.



Elle utilise les installations de la Cité de l'espace à Toulouse pour son action de diffusion de la culture scientifique, technique et industrielle.

Pour adhérer, c'est [ici](#).

Pour vous désinscrire, c'est [ici](#)