

Secteur **SPATIAL**



Synthèse



Préfaces

Le tout dernier rapport du collectif "Pour un Réveil Écologique" offre un regard approfondi sur les défis pressants de l'impact environnemental des missions spatiales dans notre ère moderne. Avec une méthodologie rigoureuse, il met en lumière de manière pointue les questions auxquelles la France et l'Europe sont confrontées dans ce paysage en rapide évolution, marqué par la privatisation croissante du secteur spatial.

Ce rapport met en évidence les dilemmes auxquels nous sommes confrontés : l'équilibre entre exploration scientifique et expansion commerciale, les défis éthiques posés par le tourisme spatial et les implications sociétales de l'utilisation exponentielle des orbites terrestres basses.

Il est crucial de noter que notre communauté spatiale est constituée de personnes passionnées et hautement qualifiées. Certaines sont engagées dans des initiatives novatrices au sein des laboratoires de recherche, des organismes régionaux, nationaux et internationaux, cherchant à mieux comprendre l'impact environnemental des missions spatiales. Ces initiatives visent à émettre des recommandations et à proposer des solutions pour une utilisation soutenable de cet espace exceptionnel. L'Europe a une opportunité unique de montrer son engagement en proposant un modèle responsable, illustrant ainsi sa détermination envers la préservation de notre environnement et le bien-être de tous.

Ce rapport nous rappelle également que l'exploration spatiale continue d'inspirer les jeunes et d'incarner des valeurs profondes telles que le courage, le dépassement de soi et la curiosité. En dépit des défis, l'espace reste un domaine d'innovation et d'exploration, nous invitant à réfléchir profondément à notre responsabilité envers notre planète et les générations futures.

Encourageons un dialogue ouvert et constructif sur notre avenir spatial. Ensemble, favorisons l'innovation, la coopération et le sens des responsabilités afin de créer un avenir où l'exploration spatiale coexiste harmonieusement avec la préservation de notre environnement.

Stéphanie Lizy-Destrez

Enseignant-Chercheur à l'ISAE - SUPAERO



Que ce soit pour se défendre, pour communiquer, pour se localiser, observer la Terre ou comprendre l'univers, l'activité spatiale est indispensable. Comme tous les grands systèmes techniques, elle a aussi des conséquences écologiques. Dans ses effets directs, on trouve pêle-mêle les émissions de gaz à effet de serre ou polluantes des lanceurs, l'empreinte environnementale de l'industrie liée mais aussi celle des bases de tir, souvent éloignées et situées dans des zones naturelles, l'augmentation des débris spatiaux et la pollution visuelle des méga-flottes de satellites. L'activité spatiale a aussi des effets indirects car son usage accélère les flux de production au sol, dont certains sont très carbonés. N'oublions pas enfin l'empreinte environnementale de ceux qui suivent les spectaculaires lancements : l'activité spatiale est la seule industrie reconnue comme polluante et suivie avec autant de passion. Doit-on pour autant lui concéder une « exemption culturelle » au sujet de ses conséquences environnementales ?

Née de projets militaires de la Deuxième guerre mondiale, l'industrie spatiale a poursuivi son ascension avec succès depuis plus de soixante-dix ans. Le voisinage terrestre est devenu une zone à usage militaire où la concurrence économique s'exprime largement : un accès autonome à l'espace est désormais une question de puissance. Consommateurs de ressources épuisables, nuisant à l'environnement et exportant dans l'espace les conflits terrestres, il convient de s'interroger sur la légitimité de ces développements. Peut-être faudrait-il n'en conserver que les parties réellement utiles ? La question de la mise à l'écart des technologies « zombies », pour reprendre l'expression du physicien José Halloy, ne concerne pas que le spatial : il faut se séparer des activités qui risquent de déclencher les conditions de leur disparition, et de la nôtre. Il reste essentiel de continuer à rêver, et l'espace est un bon moyen de le faire. Mais il est tout aussi important de rester les pieds sur Terre, notre unique support de vie, dont la détérioration s'accélère. L'avenir du spatial passe par un avenir « for all mankind ».

Roland Lehoucq

Astrophysicien au CEA et vulgarisateur scientifique

La mission d'*AÉRO DÉCARBO* est d'éclairer les réflexions concernant les trajectoires de transition du secteur aérospatial vers un monde respectueux des limites planétaires, factuellement et, autant que possible, quantitativement. Ceci dans le but de mettre en lumière les risques, les marges de manœuvre et de qualifier les potentiels leviers de décarbonation permettant de définir des trajectoires de développement compatibles avec les enjeux climatiques et énergétiques. Ainsi, lorsque *Pour un Réveil Ecologique* nous a sollicité sur ce projet de rapport sur le secteur spatial, *AÉRO DÉCARBO* a volontiers accepté d'en être partenaire et de contribuer à instruire la partie 2 de ce rapport "Les impacts environnementaux du secteur spatial".

AÉRO DÉCARBO, en tant qu'association, ne se prononce pas sur les opinions ou les critiques exprimées à l'endroit des acteurs ou des projets pris en exemple tout au long du rapport, et en particulier dans le cadre de l'analyse des différents acteurs effectuée par *Pour un Réveil Écologique* (partie 4). Ce choix de positionnement associatif ne présume en rien des opinions personnelles des membres d'*AÉRO DÉCARBO*, dont certains sont également membres de *Pour un Réveil Ecologique*.

Indépendamment des opinions exprimées dans ce rapport, nous tenons à saluer cette démarche didactique entreprise par *Pour un Réveil Ecologique*. Au travers des premiers chapitres, ce rapport est en mesure de répondre à l'attente des lecteurs, même néophytes, intéressés par le sujet, tant en termes de démonstration des réalités effectives actuelles de chaque mission spatiale et de leurs applications dans notre quotidien, que d'organisations, enjeux et marges de manœuvre du secteur en faveur d'un monde décarboné.

La lutte contre le changement climatique ainsi que la maîtrise de l'ensemble des enjeux environnementaux et écologiques restent pour nous un préalable à toute activité humaine. Le secteur spatial ne peut malheureusement pas en être exempté, car bien qu'il rende des services extraordinaires aux terriens et qu'il nous fasse rêver au-delà des galaxies très lointaines, nous pensons qu'il ne peut se développer au détriment d'une réalité physique et écologique sur notre seule planète habitable. Si ce rapport peut contribuer à faire prendre conscience à tous les niveaux qu'il faut agir, des entreprises aux citoyens en passant par les pouvoirs publics, alors il aura atteint son objectif principal, ce que nous lui souhaitons de tout cœur.

Aéro Décarbo

Association spécialisée dans la
décarbonation des secteurs aéronautique et spatial

9 POINTS CLÉS

de notre analyse sur le secteur spatial

1 La France, une nation spatiale

La France a été la **3ème nation** à envoyer un satellite dans l'espace en 1965.

Aujourd'hui, c'est le **2ème pays à investir le plus dans le secteur spatial** (en € / habitant).



2 Un observatoire du climat

La **moitié des 54 variables climatiques essentielles** définies par le GIEC sont mesurées depuis l'espace.



3 Un secteur à la croissance exponentielle

Jusqu'en 2019, 9000 objets ont été lancés tous pays confondus. SpaceX en prévoit **plus de 40 000 satellites en orbite basse**. En tout, 1 000 000 de satellites sont annoncés.

Le nombre de lancements est battu chaque année (114 en 2020, 145 en 2021, 186 en 2022 et 223 en 2023). Avec l'arrivée de nouveaux lanceurs (Ariane 6, Starship, etc), cette tendance n'est pas prête à changer dans les années à venir.



4 Des émissions mal mesurées

Lors de son lancement, une fusée émet des gaz à effet de serre mais aussi **des particules en haute atmosphère**.

Leur impact est largement supérieur à celui du CO2 et très mal mesuré.



5 Bannir le tourisme spatial

Les vols touristiques suborbitaux de *New Shepard* (Amazon) et orbitaux de *Crew Dragon* (Space-X) émettent respectivement **24 et 660 tCO2eq par passager et par vol** alors qu'un européen émet **8 tCO2eq en un an**.

6 Un impact environnemental incertain ...

Selon les modèles, le spatial représente **entre 0,01% et 0,6% de l'impact mondial sur le climat**. De plus, les lanceurs sont une source non négligeable de destruction de la couche d'ozone.

7 ... qui risque de décoller

La multiplication des lancements, des satellites et des acteurs interroge. A cette cadence, quel sera l'impact du spatial sur le climat et l'ozone dans le futur ?



8 L'importance des ACV (Analyses en Cycle de Vie)

Pour chaque programme spatial, il faut utiliser des ACV car **toutes** les étapes de fabrication et **toutes** les émissions doivent être considérées.

9 Questionner les usages

Nous vivons dans un monde avec des limites sur les ressources et les émissions. Pour le spatial aussi, il faut questionner l'utilité sociétale et les impacts environnementaux en amont de chaque projet.

Résumé exécutif

Les **activités du secteur spatial sont bénéfiques à de nombreux égards** : observation de la Terre pour mieux comprendre le changement climatique, recherche sur les origines de l'univers, systèmes de positionnement (GPS, Galileo, etc). Cependant, selon nous, certains usages présentent un intérêt très limité pour la société, c'est notamment le cas du **tourisme spatial et des méga-constellations**. Plus largement, il est nécessaire de questionner l'utilité sociétale de chaque projet en **considérant l'utilité de l'usage final au regard de ses impacts**. Malheureusement, malgré la multiplication des acteurs et la libéralisation du secteur, **les impacts du spatial sont particulièrement méconnus et potentiellement très largement sous-estimés**.

Pour évaluer correctement l'impact d'un projet, il faut considérer **l'ensemble des étapes de son cycle de vie**, et pas uniquement la phase d'utilisation. Or à l'heure actuelle, les processus industriels du spatial étant très spécifiques, on **peine à quantifier les émissions associées à la fabrication d'un sous-produit**. De plus, la composition exacte des produits spatiaux est gardée secrète. Connaissant mal la composition et les émissions associées à chacun de ses constituants, il est très difficile de connaître le coût environnemental d'un produit, que ce soit un satellite ou un lanceur.

Mais la plus grande incertitude reste les **émissions en haute atmosphère** (suies, alumine et vapeur d'eau) générées lors de la phase en lancement ou de rentrées atmosphériques. La mesure précise de ses émissions pourrait **faire exploser la contribution du secteur spatial au réchauffement climatique, d'un secteur très peu émetteur (0.01% des émissions mondiales) à un secteur non négligeable (0.6% des impacts mondiaux sur le climat)**. Ces phénomènes sont complexes à évaluer mais malgré leur impact potentiellement énorme, les moyens dédiés à la **recherche sur le sujet sont dérisoires**. Il est donc urgent de se donner les moyens de mesurer plus finement ces émissions.

Face à ces zones d'ombres, Pour un Réveil Écologique propose **12 leviers d'actions concrets** pour permettre aux organisations du secteur de mieux prendre en compte la dimension environnementale. Ces leviers sont répartis en trois axes majeurs :

- **Améliorer notre connaissance** de l'impact environnemental du secteur,
- Renforcer la prise en compte de ces sujets dans la **gouvernance des entreprises**,
- **Orienter les financements et renforcer la réglementation** pour choisir les projets spatiaux **au regard de leur intérêt sociétal**.

En début d'année 2022, nous avons envoyé un questionnaire et une demande de rencontre aux PDG des grandes organisations françaises du secteur spatial : **Airbus Defense & Space, ArianeGroup, le CNES, l'ESA et Thales Alenia Space**. Les réponses ainsi collectées et les leviers décrits précédemment nous ont permis de dresser un **tableau de l'état d'avancement de la transition écologique de ces acteurs**. **Le secteur spatial semble être le grand oublié de la décarbonation**. Si on note une prise de conscience croissante des questions environnementales, **les actions concrètes mises en place à l'heure actuelle sont largement insuffisantes**. Ce constat n'a rien de définitif, une volonté politique forte et coordonnée entre acteurs publics et privés **pourrait contribuer à mettre sur les rails un secteur spatial décarboné au service de la société**.

Le présent rapport s'adresse en priorité aux étudiants et jeunes diplômés qui, soucieux de la préservation des conditions d'habitabilité de la planète, désirent en apprendre davantage sur l'état d'avancement du secteur spatial et de ses acteurs afin d'**accorder leurs choix de carrière et leurs valeurs**.

Avis sur les entreprises

	AG ArianeGroup	ESA Agence spatiale européenne	CNES Centre Nationale d'Études Spatiales	ADS Airbus Defense & Space	TAS Thales Alenia Space
Partie 1 - Contribution des organisations à la compréhension des impacts du secteur					
+++	Canopée (cargo à voile pour le transport d'Ariane 6)	Soutien à la décarbonation de la chaîne de valeur (Canopée, CSG, etc) Soutien à l'industrie sur la métho-dologie et les données pour les ACV	Soutien à la décarbonation de la chaîne de valeur (Hyguane, Bifrost, etc)		
++	Bilan GES sur les 3 scopes Dossier environnemental Ariane 6 mais pas d'éco-conception	ACV réalisée sur les grands programme (Ariane 6, Galileo, segment sol)	OASIS (outil d'ACV)	Envoi de questionnaires à ses fournisseurs	Outil d'éco- conception Envoi de questionnaires à ses fournisseurs
+	Démarche éco- conception avec Maiaspace mais pas directement AGS	Organisation des Clean Space Industrial Days		Trajectoire SBTI 1.5°C	Trajectoire SBTI 1.5°C
-					
--	Lanceur Ariane 6 à propulsion solide fortement émettrice	ACV pas systématisée sur l'ensemble des projets			
---	Très peu de recherche sur les émissions haute atmosphère	Très peu de recherche sur les émissions haute atmosphère	Très peu de recherche sur les émissions haute atmosphère	Très peu de recherche sur les émissions haute atmosphère	Très peu de recherche sur les émissions haute atmosphère

AG ArianeGroup	ESA Agence spatiale européenne	CNES Centre Nationale d'Études Spatiales	ADS Airbus Defense & Space	TAS Thales Alenia Space
-------------------	--------------------------------------	--	----------------------------------	-------------------------------

Partie 2 - Place des enjeux environnementaux au sein des organisation

+++		ESA green agenda			
++		Equipe RSE fournie	Responsable RSE siégeant au COMEX		
+	Expert.es en environnement spatial mais nombre insuffisant Volonté de sensibilisation des salarié.es	Expert.es en environnement spatial mais nombre insuffisant Volonté de sensibilisation des salarié.es	Volonté de sensibilisation des salarié.es	Volonté de sensibilisation des salarié.es	Volonté de sensibilisation des salarié.es
-	Équipe RSE réduite Pas de responsable RSE siégeant au COMEX	Pas de responsable RSE siégeant au COMEX	Équipe RSE réduite Pas d'expert.es en environnement spatial	Équipe RSE réduite Pas de responsable RSE siégeant au COMEX ADS	Équipe RSE réduite Pas de responsable RSE siégeant au COMEX TAS
--		Formation environnementale des astronautes insuffisante			
---				Reporting carbone géré au niveau du groupe Airbus et pas ADS	Reporting carbone géré au niveau du groupe Thales et pas TAS

	AG ArianeGroup	ESA Agence spatiale européenne	CNES Centre Nationale d'Etudes Spatiales	ADS Airbus Defense & Space	TAS Thales Alenia Space
Partie 3 - Contribution des organisations à l'émergence d'un spatial durable					
+++		ESA green agenda	Implication dans le SCO et la charte catastrophes majeures	Pas d'implication dans des projets de tourisme spatial	Volonté de transparence dans l'étude d'impact du projet ASCEND
++	Proactivité et transparence dans l'évolution du secteur	Volonté de pousser la décarbonation mais manque d'appui politique	Volonté de pousser la décarbonation mais manque d'appui politique		
+					
-		Statement insuffisamment ambitieux dans sa forme actuelle			
--			Pas d'inclusion de l'impact environnemental du spatial dans la loi	Faible proactivité dans l'évolution du secteur Peu de remise en question du modèle économique	Faible proactivité dans l'évolution du secteur
---	Modèle économique ne questionnant pas les usages (<i>Kuiper</i>)	Manque de fléchage environnemental des financements	Manque de fléchage environnemental des financements		Modèle économique ne questionnant pas les usages (tourisme spatial)

Recommandations

Levier 1. Quantifier les émissions en haute atmosphère

Levier 2. Renforcer les bases de données environnementales

Levier 3. Décarboner sa chaîne de valeur

Levier 4. Systématiser l'Éco-conception

Levier 5. Former l'ensemble des employés et des membres du conseil d'administration aux questions climatiques globales et aux impacts écologiques du secteur

Levier 6. Recruter des experts formés aux enjeux environnementaux

Levier 7. Intégrer la RSE au cœur de la stratégie et de la gouvernance des entreprises

Levier 8. Analyser les risques pour s'adapter

Levier 9. Questionner les usages

Levier 10. Orienter les investissements

Levier 11. Renforcer la réglementation internationale

Levier 12. Définir une trajectoire de décarbonation nationale et européenne



Un projet de rapports sectoriels

Pour un réveil écologique est un collectif d'étudiant.es et jeunes diplômé.es, créé suite à la parution d'un manifeste éponyme en 2018.

Signé par plus de 30 000 élèves venant de 400 établissements différents, le texte appelait à une remise en question des chemins que l'on nous trace au sein d'une économie destructrice de l'environnement.

Le manifeste se concentrait sur les **entreprises, dont il est urgent que les business models évoluent**, ainsi que l'enseignement supérieur, qui ne prépare encore que trop peu aux enjeux de demain.

Le collectif (entièrement bénévole et indépendant) a depuis poursuivi dans cette voie, allant à la rencontre de centaines de directions, participant à des évènements, réalisant des décryptages sur les réseaux sociaux, puis en publiant des **analyses plus poussées** (telles que celle-ci portant sur le spatial).

Lancé fin-2021, ce projet a consisté à **construire un questionnaire spécifique, contacter les plus grandes entreprises françaises, les rencontrer, compléter les analyses avec l'aide d'experts et relecteurs indépendants, et désormais de publier ces rapports.**

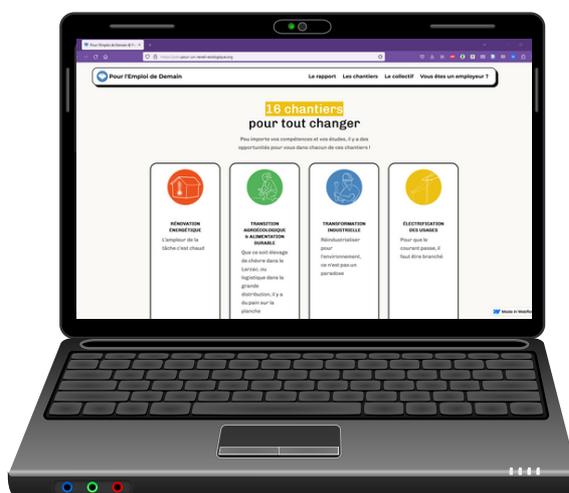
Portant chacun sur un secteur dédié, **16 rapports** sortent de janvier à juillet 2024, avec à chaque fois une **infographie dédiée, une synthèse en une dizaine de pages** (le présent document pour le spatial) et un **rapport complet.**

L'ensemble est disponible sur le site suivant, créé en collaboration avec OpenClimat. Il contient également les réponses des entreprises à notre questionnaire, avec les pages dédiées à ArianeGroup, Airbus Defense and Space, le CNES, l'ESA et Thales Alenia Space.

Les chantiers de la transition

En réponse aux problématiques de fond qui ressortent de l'analyse des différents secteurs, il apparaît que **la transition va requérir de véritables chantiers, vers lesquels il est essentiel d'orienter les jeunes.**

À cette fin, un projet a été créé : **Pour l'Emploi de Demain (PED)**, avec des jobs durables à retrouver sur <https://jobs.pour-un-reveil-ecologique.org>





**POUR UN REVEIL
ÉCOLOGIQUE**

Collectif Pour un réveil écologique

Janvier 2024

 pour-un-reveil-ecologique.org

 contact@pour-un-reveil-ecologique.org

