

Figure 1 : Le radar d'observation spatiale Sorasys.

➤ **Lookup à la recherche de la sécurisation de l'espace**

Tout ceux qui ont vu au cinéma le film d'Alfonso Cuarón Gravity qui relate ce qu'on peut appeler un accident spatial consécutif à la désintégration volontaire ou non d'un satellite en orbite autour de la Terre ont probablement été frappés par la violence d'un tel évènement.

Une opération de destruction d'un satellite peut générer un nuage de près de 1500 débris repérables et traçables mais également des centaines de milliers d'autres plus petits très dangereux pour les satellites. Ces fragments évoluent sur des orbites très fréquentées situées entre 440 et 520 km et s'ajoutent à des déchets accumulés depuis les débuts de l'ère spatiale. Or, depuis quelques années, l'industrie de l'espace se caractérise par une accélération très importante du trafic spatial. Entre 2019 et 2024, le nombre de satellites actifs est passé de 1800 à 11000 soit six fois plus. Cette augmentation a plusieurs causes dont les activités chinoises et Starlink sont les acteurs majeurs. L'entrée des acteurs privés pas toujours étatiques dans ce domaine a eu pour conséquence une diminution des coûts ce qui est également l'une des causes de la multiplication des constellations. La catastrophe du type de celle décrite dans Gravity a été décrites théoriquement en 1978 par un article et est appelée depuis syndrome de Kessler qui montre que les risques de collisions entre un satellite et des débris orbitaux augmentent de manière proportionnelle aux nombres d'objet orbitaux. La maîtrise et la connaissance de ce qui gravite autour de la terre devient donc urgente.

C'est cette nécessité qui a poussé le général Frieling, ancien commandant de l'espace, à créer la startup Lookup à la fin 2022 avec Juan Carlos Perez, ancien chef de la surveillance spatiale au CNES. L'idée de base est de détecter quelles que soient les conditions météorologiques les plus petits débris spatiaux. L'information et des recommandations sont ensuite transmises aux opérateurs publics pour éviter des collisions et limiter les dégâts potentiels. Pour parvenir à cet objectif la startup prévoit le déploiement d'un réseau mondial de radars qui effectuent une cartographie de l'espace en temps réel. Pour compléter ce dispositif la startup a développé une plateforme en ligne destinée à analyser les données et donner des indications de caractère stratégique comme le poids, la taille, la mission, la trajectoire et l'origine d'un débris. Lookup vient de finaliser un tour de table financier de près de 50 millions d'euros qui devrait lui permettre de déployer son réseau de radars de surveillance de l'espace appelé Sorasys (figure 1).

Ces financements proviennent d'entités européennes et devrait permettre de développer des services de gestion du trafic spatial et le développement international. Le premier capteur est actuellement en cours de déploiement dans le sud de la France à Mont de Randon en Lozère et sera opérationnel en 2025 et deux autres sont prévus en Polynésie. Des radars supplémentaires seront installés chaque année, avec pour objectif d'atteindre une capacité de détection quasi permanente. L'ambition est de détecter des objets en orbite terrestre basse jusqu'à quelques centimètres. Ainsi cette startup se met en lice pour conquérir le marché de la surveillance spatiale. ■

Marc Leconte, membre émérite SEE

➤ Photovoltaïque en Chine : plus de 1000 GW installés

Installations photovoltaïques : les records succèdent aux records

D'après les statistiques officielles, la Chine a franchi une nouvelle étape spectaculaire en 2024 en atteignant une puissance photovoltaïque (PV) cumulée de 886,66 GW à la fin de l'année, contre 609,49 GW à fin 2023. Cette augmentation représente un bond annuel de +45,5 % et matérialise un nouveau record historique d'installations avec 277,17 GW de PV ajoutés en un an. Ce bond majeur fait suite à une croissance déjà remarquable en 2023 (216,88 GW ajoutés, soit +148 % par rapport à 2022). À l'échelle mondiale, la Chine a contribué à près de 61 % des nouvelles installations photovoltaïques en 2024 – soit environ 276,8 GW.

Où la Chine s'arrêtera-t-elle ? L'Empire du Milieu poursuit sa folle course photovoltaïque, et vient de franchir le cap historique du térawatt (1000 gigawatts) de puissance installée en seulement 15 ans. Pour parvenir à une telle puissance totale, le pays a pu compter sur un mois de mai record, durant lequel il a mis en service près de 92 GW d'installations solaires. Depuis son premier GW de panneaux

solaires, installés en 2010, la Chine n'a fait qu'accélérer le déploiement de cette technologie renouvelable.

Le pays a atteint les 10 GW installés en 2013, puis a dépassé les 100 GW à peine quatre ans plus tard. Et il lui aura donc fallu seulement 8 ans pour passer de 100 GW à 1000 GW installés.

A titre de comparaison, la figure 1 montre l'évolution, sur dix ans, des parcs photovoltaïques en fonctionnement en Chine, en Europe (tous pays confondus, hors Russie) et en Amérique du Nord (Canada, Etats-Unis, Mexique). Sur ces dix années, la croissance annuelle moyenne a été de près de 46 % en Chine, contre, respectivement, 23 et 26 % en Europe et en Amérique.

Pressions sur la croissance en 2025 : un ralentissement possible

Pour 2025, des prévisions indiquent une possible diminution des nouvelles capacités avec des installations annuelles anticipées comprises entre 215 GW et 255 GW, en raison notamment de réformes de tarification et d'incertitudes réglementaires. Néanmoins, des projections plus optimistes, fondées sur des données de l'Institut de recherche de la société State Grid, suggèrent que les ajouts de capacité (solaire + éolien) pourraient atteindre 500 GW en 2025, dont 380 GW pour le photovoltaïque.

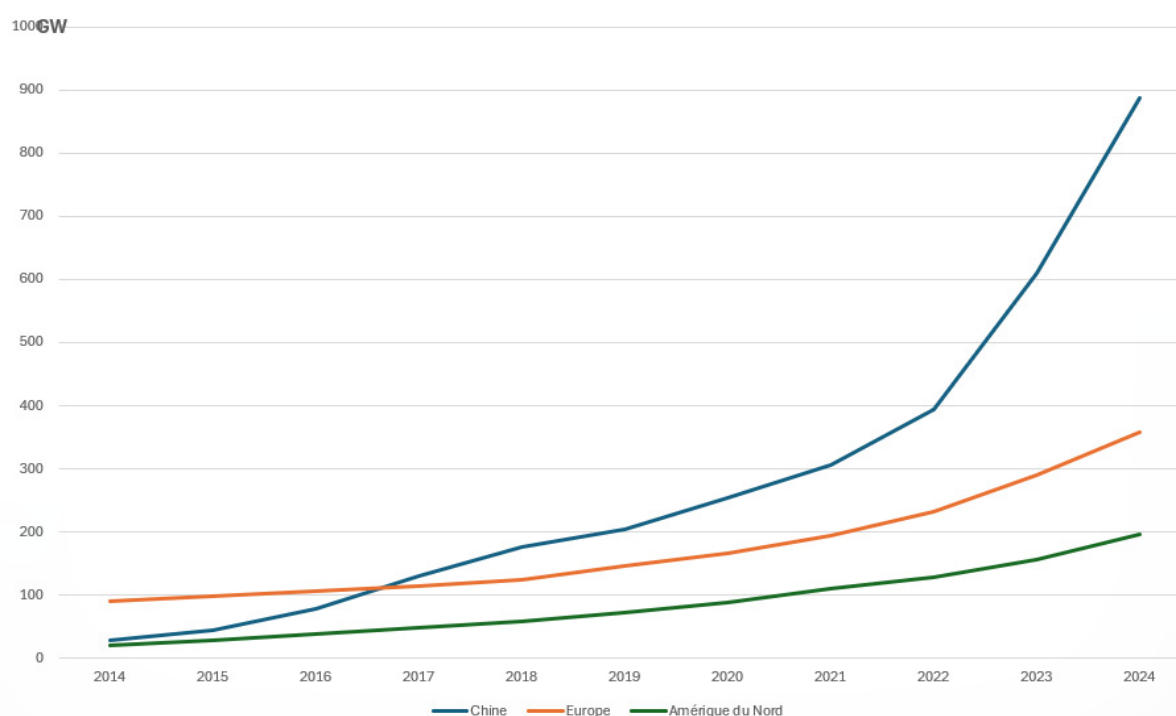


Figure 1 : Puissance des parcs photovoltaïques en fonctionnement (en GW – source : Energy Institute - Statistical Review of World Energy)



Figure 2 : Une centrale solaire flottante de 1000 MW, mise en service en 2024 dans le Shandong.

●● Une part majeure du mix énergétique

À la fin 2024, le secteur électrique chinois totalisait une capacité installée d'environ 3 348,6 GW, incluant 886,66 GW de solaire, 520,68 GW d'éolien, 435,95 GW d'hydroélectricité, et 60,83 GW de nucléaire. Le solaire représente donc environ 26 % du total, tandis que le mix non fossile (solaire + éolien + hydro + nucléaire) dépasse 56 %.

Innovation, infrastructures et enjeux de réseau

La Chine ne se contente pas de produire massivement: des projets innovants, comme les centrales flottantes ou la «Grande Muraille solaire» du désert de Kubuqi (400 km, jusqu'à 100 GW de capacité), illustrent la dimension technologique et territoriale de cette expansion.

Cependant, cette montée en puissance fait peser des contraintes sur les réseaux électriques. Les décalages territoriaux entre zones de production solaire (Ouest) et zones de forte consommation (Est) imposent des investissements massifs en interconnexions et stockage.

A ce jour, ces défis n'ont pas freiné la progression des installations solaires... ■

Jacques Horvilleur, membre émérite SEE

➤ En rachetant les supercalculateurs d'Atos, l'État sécurise une activité clé pour notre souveraineté numérique

Le 2 juin 2025, exactement à la date prévue et comme il s'y était engagé en novembre 2024, l'État a donc nationalisé les activités *Advanced Computing* d'Atos.

Quelles sont les activités en question ?

Au sein de la division BDS (Big Data & Security) d'Atos/Eviden, division qui regroupait *Advanced Computing* (supercalculateurs, HPC & Quantum, intelligence artificielle...), *Mission Critical Systems*, et *Cybersecurity Products*, les activités nationalisées (celles d'*Advanced Computing*) concernent le développement et la commercialisation des supercalculateurs (sous-division Calcul Haute Performance & Quantique), ainsi que des services liés à leurs usages (sous-division Business Computing & Intelligence Artificielle). Initialement, les activités d'*Advanced Computing* incluaient une filiale Vision AI, basée au Royaume-Uni (issue d'Ipsotek acheté

le 1^{er} juin 2025) et spécialisée dans les solutions d'analyse vidéo. L'État n'a manifestement pas considéré qu'il s'agissait d'une activité sensible à sauver.

À la suite de cette vente, la division BDS d'Atos/Eviden réduira donc son périmètre d'activités et les réorganisera : « *Eviden réorganisera ses capacités Vision AI (basées au Royaume-Uni) autour d'une nouvelle division afin de continuer à se concentrer sur l'IA, les données et la sécurité, explique Atos. Experte en solutions d'analyse vidéo enrichies par l'IA pour les opérations, la sûreté et la sécurité (par exemple, la détection de bagage abandonné, la gestion des foules ou l'inspection qualité dans l'industrie), cette structure soutiendra l'organisation du groupe Atos afin de proposer des offres renforcées et à plus forte valeur ajoutée à ses clients.* » Atos se félicite de continuer à exploiter sous sa marque Eviden des solutions « *de détection de bagages abandonnés, de gestion des foules* ». Effectivement, en conservant Vision AI, Atos / Eviden réalise un joli coup, gardant ainsi la main sur le 'business' de l'analyse vidéo dopée par l'IA.

Pour mémoire, l'ambition de l'État était aussi de sauver cette entité commerciale, sous contrat avec les centres de recherche publics et l'armée française, des déboires financiers d'Atos. Cet ex-fleuron français de l'informatique

se noyait en effet sous les dettes depuis 2023, après avoir raté le virage du cloud et n'avoit pas su gérer en 2020 l'écroulement de l'infogérance, son marché historique.

Selon les analystes, les supercalculateurs d'Atos, lointains descendants de Bull racheté en 2014, sont les troisièmes plus vendus dans le monde, derrière ceux de HPE et de Lenovo. En France, ce sont eux qui calculent les simulations nucléaires du CEA. Au sein d'Atos, cette activité était et est principalement incarnée par le site d'Angers où Bull fabriquait déjà ses ordinateurs. 2500 salariés travaillent dans cette sous-division.

Sous la menace d'un démantèlement depuis 2023, Atos a traversé des mois agités. Entre, d'un côté des offres de rachat par appartements à prix cassés – notamment de la part des hommes d'affaires Daniel Kretinsky ¹ et David Layani ² – et, de l'autre, des créanciers vent debout contre la perspective de ne jamais être remboursés. Ce sont finalement ces derniers qui, en transformant leurs créances en actions, ont pris le contrôle du groupe. ●●●

¹ Czech Media Invest détient 53,7 % du Groupe Casino et 29,9 % de FNAC-Darty

² Fondateur et président de OnePoint, membre de conseils d'administration comme celui du Groupe Barrière



Figure 1 : Le supercalculateur exascale d'Atos/Evidian : le BullSequana XH3000. Source : Atos.

●●● Beaucoup d'autres entités restent candidates au rachat

Outre l'infogérance, qui représente encore la moitié de ses revenus mais qui fond à vue d'œil, Atos commercialise des solutions informatiques, sous la marque Eviden. Eviden avait deux activités, l'une appelée Digital, qui consiste à développer des applications à façon, et l'autre appelée BDS, dont on a parlé plus haut et qui garde donc ses activités relatives aux systèmes critiques (*Mission Critical Systems*) et à la cybersécurité (*Cybersecurity Products*).

Ce partitionnement d'Atos en sous-marques avait été conçu par l'ancienne direction du groupe, qui imaginait créer des spin-offs, peu avant qu'elle affiche sa stratégie de revente à la découpe.

Initialement, au début de l'année 2024, l'État avait imaginé racheter pour un montant compris entre 700 millions et 1 milliard d'euros les branches cybersécurité, systèmes critiques et *Advanced Computing*. Les deux premières ont disparu de la négociation.

Zoom sur les activités relatives au quantique

En mai 2023, Eviden avait lancé Qaptiva™, plateforme complète de développement quantique, permettant de programmer, émuler (jusqu'à 100 qubits), compiler et exécuter des algorithmes quantiques sur des unités de calcul quantique (Quantum Processing Units ou QPU) ou en mode émulation. Plateforme accessible sur place ou via le cloud... Depuis, Qaptiva™ a été enrichie par de nombreux partenaires logiciels (QuantFI, QbitSoft...) et matériels (IQM, Quandela, Pasqal) pour offrir un environnement complet d'informatique quantique

En octobre 2024, un ordinateur quantique IQM Spark™ a été installé dans le centre d'Eviden à Angers, destiné à la formation et au prototypage d'applications, accessible en local ou à distance, renforçant ainsi l'offre Qaptiva™.

Qaptiva™ dispose aussi d'émulateurs haute performance, jusqu'à plus de 100 qubits, intégrant des modèles d'ordinateurs bruités de taille intermédiaire (*Noisy Intermediate-Scale Quantum* ou NISQ) et la simulation hybride HPC quantique (avec un outil appelé Q Pragma). Cette émulation robuste permet aux équipes de recherche et aux clients d'élaborer des '*Proofs of Concepts*' quantiques avant l'accès à une unité quantique (QPU) réelle.

Enfin, Atos/Eviden mène des recherches collaboratives sur la performance énergétique des systèmes quantiques, en partenariat avec des institutions comme A*STAR (Singapour) et des laboratoires CNRS/SU/UCA.

L'Etat intervient pour sécuriser des activités stratégiques

Similaire à l'intervention autour d'EDF en 2023, il s'agit d'une « renationalisation temporaire » destinée à préserver des savoir-faire stratégiques. Les activités relatives aux supercalculateurs pour la simulation nucléaire et IA, aux technologies militaires (C4I, communications sécurisées Rafale), et à la cybersécurité sont effectivement considérées stratégiques pour la souveraineté nationale. La crainte évitée grâce au rachat par l'Etat était évidemment qu'elles soient cédées à des intérêts étrangers dans le cadre de la restructuration d'Atos.

Néanmoins, une mission sénatoriale juge l'État "tardif et insuffisant" dans sa réaction. Quant aux syndicats, certains craignent que l'État ne dispose pas des compétences nécessaires pour gérer efficacement une entité high tech de cette ampleur, avec un risque de perte de compétitivité. En particulier dans des domaines comme le quantique ou le calcul Exascale.

Selon les *Cahiers de l'Eco*, l'État pourrait à terme adosser ces activités à un grand industriel français (Thales, CEA Tech, EDF, Airbus Défense & Space...), tout en maintenant un rôle fort de la puissance publique. Si tel n'était pas le cas, l'intégration dans une structure publique ou semi-publique (type Agence de l'Innovation de Défense ou autre régie) ferait craindre une fuite de talents, une perte de dynamique technologique, des lourdeurs bureaucratiques.

Conclusion

Le rachat par l'État français des activités *Advanced Computing* d'Atos/Eviden ne se limite pas à une opération de sauvetage industriel : similaire à l'intervention autour d'EDF en 2023, il confirme l'inflexion stratégique majeure dans la politique de souveraineté nationale (et européenne). En reprenant le contrôle d'actifs critiques – supercalculateurs, IA de défense, technologies quantiques – l'État affirme son rôle de garant des intérêts nationaux face aux risques de démantèlement ou de prédation étrangère.

L'État l'a compris : cette souveraineté ne se joue pas seulement sur le capital, elle se construit aussi sur les compétences. L'appel aux cerveaux français expatriés ou étrangers (notamment ceux mal considérés aux États-Unis) envoie un autre signal fort : la France ne se contente plus de protéger ses savoir-faire, elle entend les reconquérir.

Gageons que la plateforme de développement et de simulation Qaptiva™ puisse ainsi rester un des beaux fleurons du Vieux Continent ! ■

Fabrice Dupuy, membre senior SEE

Partenariat entre Latitude et Madari Space pour lancer la première constellation de centres de données en orbite basse

Latitude, start-up aérospatiale pionnière dans la conception de lanceurs, et Madari Space, société émiratie innovante, ont signé en mai 2025 un protocole d'accord pour le lancement d'une constellation de microsattellites dédiée au stockage et au traitement des données directement en orbite. À travers la signature d'un MoU (*Memorandum of Understanding*), les deux sociétés apporteront une solution complète qui associe le lancement de satellites et le traitement de données directement en orbite.

Le partenariat stratégique représente une avancée majeure dans le renforcement des collaborations entre les entreprises spatiales des Émirats arabes unis et françaises, créant les bases d'une offre de services conjointe adaptée aux besoins des opérateurs de constellations.

Une offre inédite pour les opérateurs de constellations

Madari Space développe une constellation de microsattellites (50 à 100 kg), conçus comme de véritables centres de données orbitaux. Leur mission : stocker et traiter les données générées sur Terre ou par d'autres satellites (ex : observation de la Terre), en garantissant rapidité, sécurité et sobriété énergétique. La sécurité des données est également au cœur du projet : Madari Space développe des technologies de pointe pour assurer la protection des flux entre les satellites et les stations sol dans les deux sens (de l'espace vers la Terre et inversement), afin de répondre aux exigences des clients, qu'ils soient commerciaux ou gouvernementaux.

Fondée en 2019, Latitude est une entreprise aérospatiale française du New Space spécialisée dans la conception et le développement de lanceurs spatiaux. Son lanceur spatial haut de dix-neuf mètres, Zephyr, est dédié au lancement de petits satellites dans l'espace grâce à sa capacité d'emport de 200 kg. L'entreprise aérospatiale compte parmi ses clients l'État et l'agence spatiale française (CNES).



Figure 1 : Madari SDC Concept (source Madari).

- En associant leurs expertises, Latitude avec son lanceur dédié conçu pour offrir un accès orbital flexible et réactif, et Madari Space avec ses capacités avancées de traitement de données, les deux entreprises ambitionnent de proposer une solution complète – du lancement au traitement des données – afin de soutenir le développement des constellations commerciales et institutionnelles.

Madari Space prévoit une première démonstration technologique en orbite en 2026, avec un test sur un petit satellite 1U pour valider les capacités de calcul et de transfert de données. Le déploiement de la constellation est quant à lui prévu pour la fin de la décennie, avec des micro-satellites de 50 kg.

Latitude prévoit son premier lancement commercial dès 2026 avec l'ambition d'atteindre une cadence de 50 lancements par an à partir de 2030. En tant que lanceur dédié, Zephyr offrira au marché un accès idéal à des orbites à inclinaisons variées, correspondant aux besoins spécifiques de chacun de ses clients.

En associant leurs expertises, les deux entreprises ambitionnent de proposer une solution complète - du lancement au traitement des données - afin de soutenir le développement des constellations commerciales et institutionnelles.

Le concept de *Space Data Center*

Les centres de données dans l'espace peuvent sembler être une idée iconoclaste, futuriste, mais l'expérimentation en cours de technologies informatiques dans l'espace pourrait faire de cette idée une réalité en à peine quelques années. Les centres de données en orbite basse terrestre (LEO) pourraient permettre d'économiser les terrains sur Terre, de réduire les coûts de l'électricité grâce à la technologie de l'énergie solaire et même de réduire la latence des données.

Sur Terre, les centres de données engloutissent environ 1,5 % de l'électricité mondiale pour se refroidir et traiter les données, une proportion qui pourrait plus que doubler d'ici 2030, tirée par le développement de l'intelligence artificielle. Cette croissance s'accompagne d'une hausse des émissions de CO₂. Selon l'Agence internationale de l'énergie, celles-ci pourraient atteindre jusqu'à 300 millions de tonnes par an d'ici 2035. En plus de l'énergie qu'elles consomment, ces installations occupent d'immenses surfaces au sol, jusqu'à 160 hectares pour les plus grands sites.

Le concept de « *Space Data Center* » (SDC) propose de placer des centres de données en orbite autour de la Terre, alimentés par des panneaux photovoltaïques, à l'instar des satellites. En transférant ces infrastructures dans l'espace, Latitude et Madari espèrent réduire leur coût énergétique et leur empreinte carbone. Les serveurs seraient alimentés par une énergie solaire continue et gratuite, avec des panneaux exposés à un ensoleillement qua-

si permanent. Un satellite en orbite basse effectue une rotation complète autour de la Terre toutes les 90 minutes, il bénéficie donc de 45 minutes d'ensoleillement par cycle. Les batteries prennent le relais pendant les phases d'ombre.

Une innovation de rupture : le « *computing in space* » au service des autres constellations de satellites

Cette technologie pourrait également transformer la manière dont les données spatiales sont traitées et exploitées. Les satellites en charge de missions comme la prévision météorologique, la surveillance de l'environnement ou les télécommunications doivent transmettre leurs données vers des centres terrestres pour analyse. Ce processus mobilise une bande passante importante, génère des délais de transmission et expose les informations à des risques de piratage.

Installer des centres de données à bord des satellites permettrait de traiter les données directement dans l'espace ce qui améliore la réactivité et renforce la sécurité, en limitant les échanges via des canaux vulnérables aux cyberattaques. Autre avantage : l'économie d'espace sur Terre. Ces infrastructures spatiales n'occupent aucun terrain au sol, ce qui allège la pression sur les ressources foncières.

Les problèmes à résoudre pour mettre des datacenters en orbite

Plusieurs facteurs différents peuvent avoir un effet négatif sur les ordinateurs dans l'espace, comme les températures extrêmes et l'environnement imprévisible. Tout d'abord, il y a le lancement : les fusées subissent des vibrations extrêmes et des accélérations élevées à ce moment-là. Ces forces risqueraient de détruire les disques durs. En orbite, les radiations peuvent corrompre la mémoire. Les particules hautement énergétiques peuvent détruire les transistors, ou raccourcir singulièrement leur durée de vie. L'électronique doit nécessairement embarquer des protections qui n'existent pas sur Terre contre tous ces dangers.

Se pose aussi la question du refroidissement. Dans l'espace, il peut y avoir plusieurs centaines de degrés de différence entre la lumière du soleil et l'ombre de la Terre. Les systèmes de refroidissement conventionnels ne sont pas aussi efficaces dans l'espace, car la convection ne fonctionne pas en microgravité. Les ordinateurs spatiaux, comme ceux de la Station spatiale internationale ISS, utilisent des radiateurs remplis d'ammoniac pour le refroidissement.

À ce jour, la bonne pratique concernant le fonctionnement des serveurs dans l'espace reste à écrire. Pour autant, les spécialistes estiment qu'envoyer un centre de données en orbite n'est plus qu'une question de quelques années. ■

Suzanne Debaille, membre émérite SEE