

SOPHIA^{MAG}

SpaceTech & NewSpace Valley

*Moonwalk • Ce nanomatériau qui nous veut du bien • The Rocky Cosmic Show
Artemis, l'apesanteur et la grâce • FLIP & FLEX • Dolly pas Parton • OneSpace
Matisse, Lisa et le Deep Space • ACRISTELLAR • La fabrique des MLI • Satellady*

FR | EN



LES NUITS de l'équinoxe

Prolongez l'expérience chez vous avec notre veillée aux étoiles. Rendez-vous sur www.afastronomie.fr/veillees/

Soutenu par

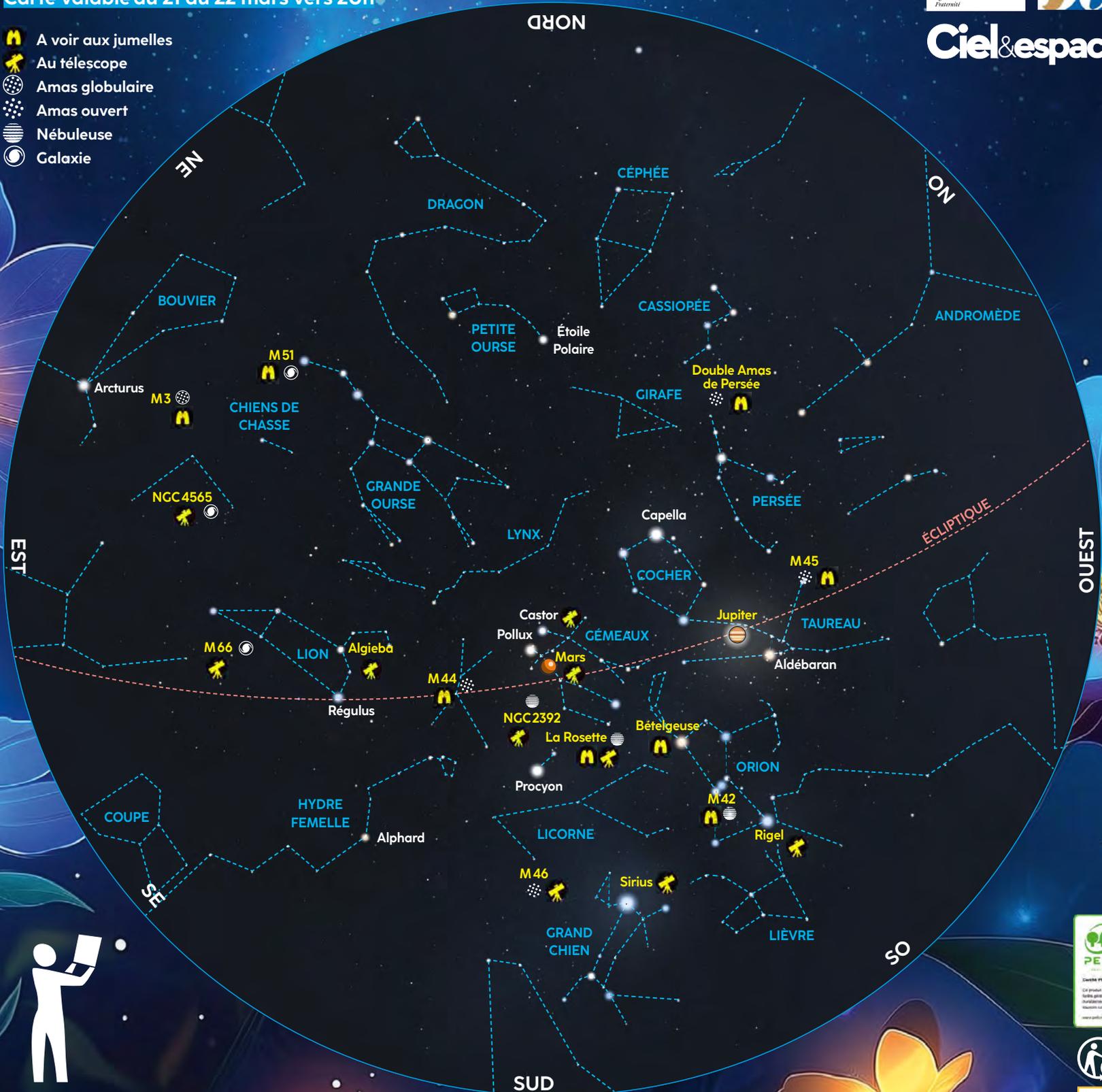
MINISTÈRE DE LA CULTURE
 Liberté
 Égalité
 Fraternité



Ciel&espace

Carte valable du 21 au 22 mars vers 20h

-  A voir aux jumelles
-  Au télescope
-  Amas globulaire
-  Amas ouvert
-  Nébuleuse
-  Galaxie



COMMENT UTILISER CETTE CARTE

Éloignez-vous de toute source lumineuse. Laissez vos yeux s'habituer à l'obscurité pendant au moins 15 minutes. Pour lire

la carte sans être ébloui, utilisez une lampe rouge. Si vous êtes face au sud, tenez la carte de façon à ce que le mot "sud" soit en bas.

De même pour les autres points cardinaux. Le centre de la carte correspond au point du ciel juste au-dessus de votre tête.

Animations coordonnées par l'Association française d'astronomie, la revue *Ciel & espace*, avec le soutien du ministère de la Culture, la Direction de la jeunesse, de la vie associative et de l'éducation populaire. Toutes les activités, manifestations sont sur www.afastronomie.fr





par **Odile Fanton d'Andon**

Présidente de la société ACRI-ST
Marraine de cette édition

Nous sommes entrés dans une ère où l'aventure spatiale, autrefois purement institutionnelle, est désormais accessible aux initiatives privées, ouvrant la porte à de nouveaux acteurs, de nouveaux modes de création et des rêves !

Du fait de la miniaturisation par l'évolution des technologies, du fait que le numérique prend une place de plus en plus importante dans tout ce qui est associé à nos vies quotidiennes, du fait que le spatial est au cœur de ces nouveaux usages notamment avec l'amplification d'applications utilisant la géolocalisation, une nouvelle économie se met en place.

Notre région est incroyablement riche en talents, dans les entreprises et dans les laboratoires de recherche publique et universitaire. Et notre planète bleue, vue de l'Espace, ne sera jamais aussi bleue ailleurs que dans notre belle région. C'est dans doute la raison pour laquelle tant de talents locaux se consacrent à sa préservation.

Bonne lecture et je vous souhaite d'être entraînés comme je l'ai été moi-même par l'enthousiasme des intervenants.

We have entered an era in which the space adventure, once purely institutional, is now open to private initiatives, opening the door to new players, new modes of creation and new dreams! Thanks to the miniaturization of technology, to the fact that digital technology is playing an increasingly important role in everything associated with our daily lives, a new economy is taking shape. Space is at the heart of these new uses, particularly with the growth in applications using geolocation.

Our region is incredibly rich in talent, both in companies and in public and university research labs. And our blue planet, as seen from space, will never be as blue as it is in our beautiful region. That's probably why so much local talent is dedicated to preserving it.

Enjoy your reading, and I hope you'll be carried away, as I was, by the enthusiasm of the contributors.



par **Magali Chelphi-den Hamer**

Directrice de publication

La thématique est de circonstance, Ariane 6 vient d'effectuer son premier vol commercial et de lancer son premier satellite. CSO-3 a été placé en orbite basse, à 800 km d'altitude, après 1 heure et 6 minutes de vol. L'Europe retrouve une fenêtre d'indépendance d'accès à l'espace après des années d'errance, dans un contexte concurrentiel où la balance n'est plus en faveur du Vieux Continent depuis longtemps.

Nous entrons dans l'ère des missions habitées sur la Lune où des femmes et des hommes vont concrètement habiter bientôt. Pour mener des recherches scientifiques. Pour prospecter et exploiter des ressources. La conquête de l'espace est notre Far West contemporain et, qu'on le revendique ou qu'on le déplore, arriver le premier pour poser son drapeau et ses conditions est plutôt l'approche actuelle.

Nous vous emmenons dans cette édition à la conquête de l'espace, en donnant à voir avec fierté qu'une bonne partie des innovations et de la recherche en ce domaine est azuréenne. Instruments d'optique de pointe, équipements logistiques adaptés aux conditions extrêmes, fashion moon, ingénierie de précision, jumeaux numériques, de l'Observation de la Terre à une compréhension de plus en plus fine de l'Univers, la Science avec un grand S a plus que jamais son mot à dire. L'enjeu est double. Se faire entendre dans la cacophonie continue de nouvelles, et tenir résolument tête aux néo-obscurantistes.

Our theme is timely. Ariane 6 has just made its first commercial flight and launched its first satellite. CSO-3 was placed in low orbit, at an altitude of 800 km, after a flight of 1 hour and 6 minutes. Europe has regained a window of independence of access to space after years in the wilderness, in a competitive context where the balance of power has not been in favour of the Old Continent for a long time.

We are entering the era of manned missions to the moon, where men and women will soon actually be living. To conduct scientific research. To explore and exploit resources. The conquest of space is our contemporary Wild West and whether we champion it or deplore it, arriving first to lay down one's flag and one's conditions is the current approach.

In this edition, we take you on a journey to conquer space, proudly showing that much of the innovation and research in this field comes from the Côte d'Azur. From cutting-edge optical instruments and logistical equipment adapted to extreme conditions, lunar style, precision engineering and digital twins, from Earth Observation to a finer and finer understanding of the Universe, Science with a capital S has more to say than ever. The stakes are twofold. Making your voice heard in the ongoing cacophony of news and resolutely standing up to the obscurantist agenda.

Si vous appréciez ce que vous lisez, si vous relayez parfois dans des médias des visuels de publicité pour votre activité, si vous souhaitez être visible dans nos pages, contactez-nous.

C'est grâce à VOUS que nous pourrons éditer les prochains numéros en continuant à proposer une ligne éditoriale de qualité. Dans un contexte où l'information est de plus en plus manipulée, il devient utile d'identifier qui la produit. Soutenez votre média de proximité.



MONACO WOMEN
FORUM

THE NEW SPACE RACE

This year, the Monaco Women Forum takes you on an inspiring journey into the heart of The New Space Race, where innovation meets exploration. Our discussions will delve into groundbreaking satellite technologies, their role in addressing climate and environmental challenges, and the transformative power of AI in space missions. We'll explore the future of human presence beyond Earth, tackle pressing issues in cybersecurity, and examine the legal and ethical frameworks necessary for the sustainable governance of space.

Discover the brilliant minds behind these discussions below and join us as we explore the challenges and opportunities shaping the future of space exploration and its impact on our world.

Join us on **March 21, 2025**, at **Le Méridien Beach Plaza** in Monaco for this extraordinary event.

SANDRINE MATHIEU
- ACRI ST

ROSANNA HOFFMANN -
UNOOSA

NIA ASMADY - PASIFIK
SATELIT NUSANTARA

SABRINA ANDIAPPANE
- CLEARSPACE

FEDERICA VAGNONE -
THALES ALENIA SPACE

DOMITILLA BENIGNI -
ELT GROUP

MARCO ROCCHETTO -
SPACEFLUX

MISHAAL ASHEMIMRY -
MISHAAL AEROSPACE

BIANCA LINS -
LIECHTENSTEIN OF.COM

FRANCESCA CIPOLLINI -
EUROPEAN SPACE AGENCY

JOHANNA SEPULVEDA -
AIRBUS DEFENSE & SPACE



SOPHIA MAG 48

120 chemin du Château de Currault
06250 Mougins
contact@sophiamag.eu
www.sophiamag.eu

Directrice de publication
Magali Chelpi-den Hamer
magali@antema.eu

Conception graphique
Christophe Saffioti
www.grafnco.com

Journalistes
Frank Davit
Antoine Guy
Jean-Pierre Largillet
Viviane Le Ray
Emmanuel Maumon
Cedric Stanghellini

Correctrice
Nicole Benazeth

Traductrice
Ariane Wilkinson

Imprimeur : Riccobono

1^{ère} édition : 2012

Crédits photos

© Sentinel-2 Global Mosaic
/ Copernicus Land Monitoring Service
(p. 6, 58, 72)
© ESA/Webb, NASA, CSA
(p. 20, 38, 48)
+ M. Barlow, N. Cox, R. Wesson
(page de couverture / Ring Nebula)
+ M. Zamani (ESA/Webb), the
PDRs4All ERS Team (p.20 / Orion Bar)
+ STScI, Webb ERO Production Team
(p. 38 / WR 124)
+ J. Lee and the PHANGS-JWST Team
/ J. Schmidt (p. 48 / Phantom Galaxy)

Les photos des pages 6, 58, 72
ont été générées par le service
Sentinel-2 Global Mosaic (S2GM),
développé et opéré par ACRI-ST,
adwaisEO et LuxCarta, dans le
cadre du programme européen
d'observation de la Terre Copernicus.
Des composites de séries temporelles
sont disponibles à la demande :
<https://s2gm.land.copernicus.eu>

Diffusion gratuite, vente interdite
Mars 2025
ISSN 2556-6695
Dépôt légal à parution.
Toute reproduction, même partielle,
des textes et illustrations est interdite,
conformément à la jurisprudence
(Toulouse 14/01/87).

Une publication de



PLANÈTE BLEUE

- 8 Ce langage secret des océans, la couleur
- 11 Une journée à l'opéra cosmique
- 13 Lancement réussi du satellite CSO-3
- 14 NewSpace, bientôt un Moonwalk...
- 17 Objectif Lune ! Pari réussi pour Gildo Pastor

DE TECH À TECH

- 22 Isolants thermiques et chemins de câbles...
- 25 Filière spatiale et Ingénierie haute précision
- 28 Du spatial classique au NewSpace, une belle histoire entrepreneuriale...
- 31 Cartographier le monde pour mieux l'anticiper
- 34 Et si on mesurait les émissions de CO₂ depuis l'espace?
- 37 Brèves spatiales

DU CÔTÉ DES LABOS...

- 40 Observer pour comprendre l'Univers, le laboratoire Joseph-Louis Lagrange
- 43 Détection des ondes gravitationnelles, Artemis, l'apesanteur et la grâce
- 46 Le Ginstium, nouveau nanomatériau du spatial
- 47 Géoazur, les missions scientifiques de l'Observatoire Astronomie

SPACE VIEWS

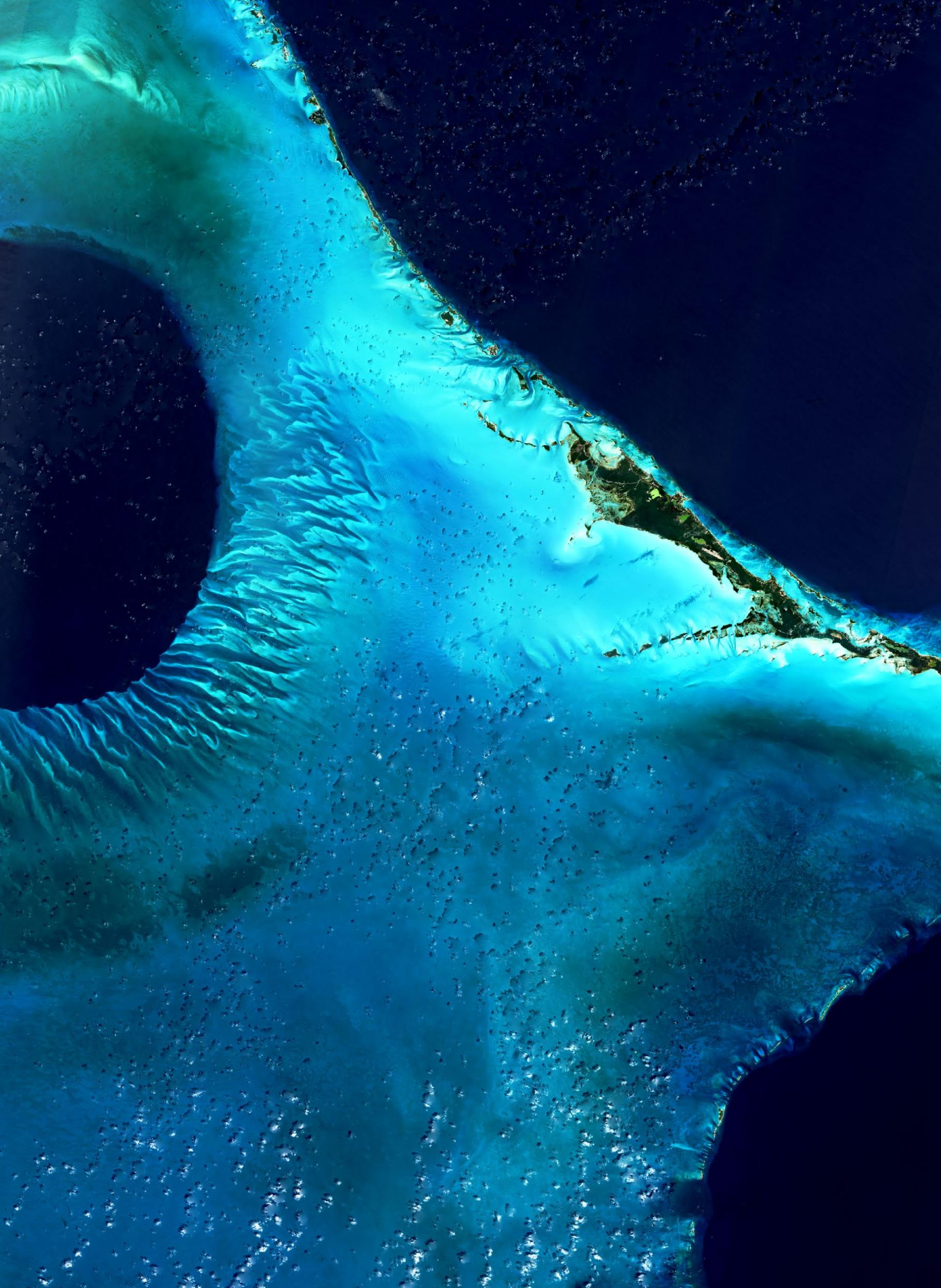
- 50 One Space, Fast Space, entretien avec Satellady
- 54 Vis ma vie d'acheteur de satellites...
- 56 Restructurer la filière, un impératif européen

QUOI D'9

- 60 Quand recherche et association se croisent pour expliquer les étoiles
- 62 Astrophoto
- 64 EURECOM à la pointe de la connectivité NTN
- 66 40 ans de microélectronique vus par Etienne Delhayé
- 69 Brèves

ARTS EN SCÈNE

- 74 Quand les marionnettes vampent la Scène 55 (et pire encore)
- 76 Antibes classe Art Fair
- 78 Sur la scène de l'Opéra de Nice
- 80 Nés sous le signe des plateaux, les damoiseaux du texte fort



Planète Bleue

*L*a mer a son langage et pour traduire ce qu'elle nous dit, il faut prendre de la hauteur. Quand les techniques multispectrales se mettent au service du suivi des dynamiques environnementales globales, les champs d'application n'ont de limite que le capacitaire terrien qui est en l'espèce bien divers en fonction de là où l'on se trouve. À 384 412 km de là, la Lune offre un vaste champ d'expérimentation pour tester une tripotée d'équipements en milieu extrême. Les industriels l'ont bien compris avec Michelin, Decathlon, Air Liquide, CMA-CGM, Venturi et quelques autres qui ont déjà chaussé leur Moon Boot.

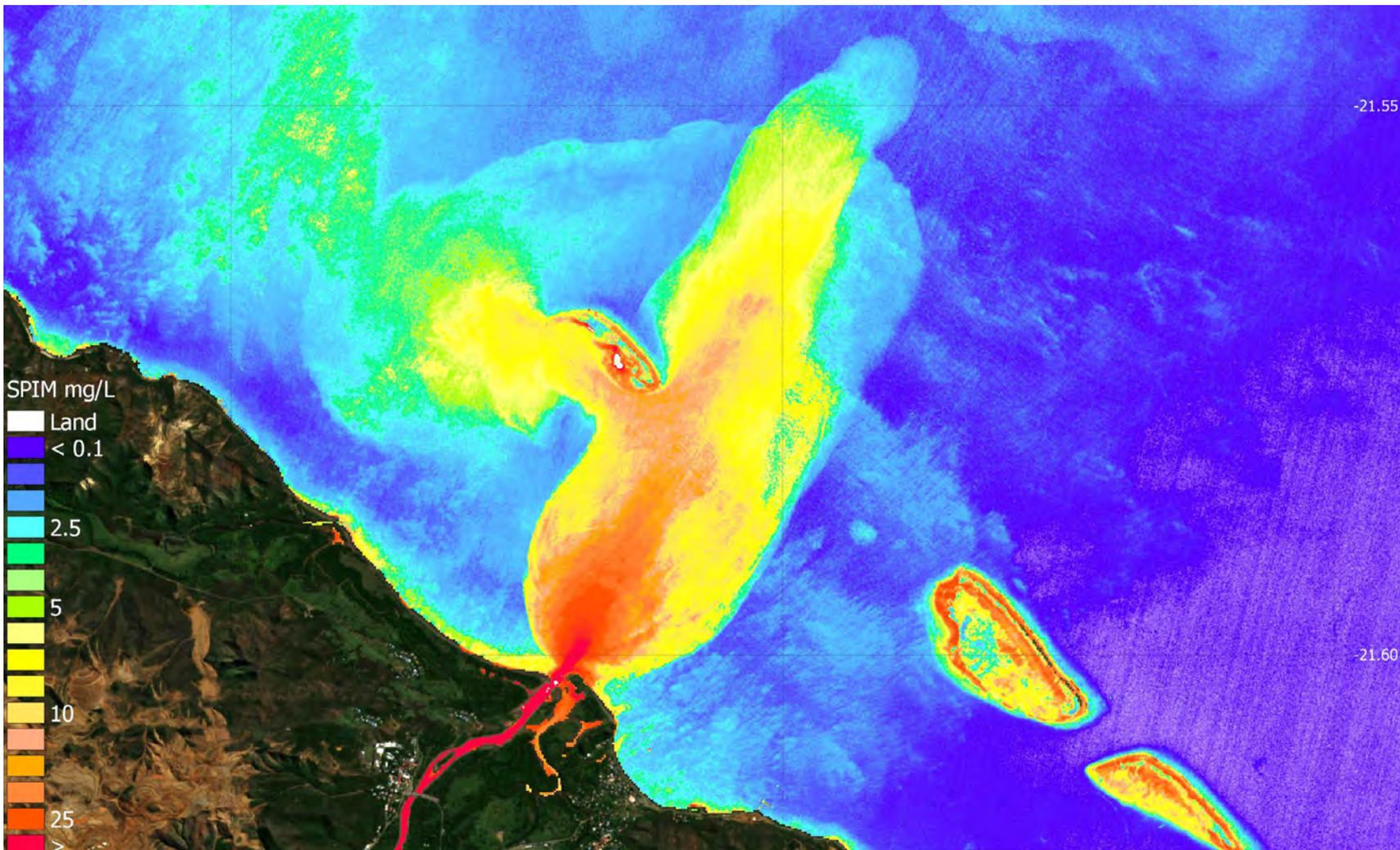
*T*he sea has its own language, and to translate what it has to say to us, we need to look upwards. When multispectral techniques are used to monitor global environmental dynamics, the fields of application are limited only by the earth's capacity, which in this case is quite diverse depending on where you are. At 384,412 km away, the moon offers a vast experimental field for testing a host of equipment in extreme environments. Manufacturers have understood this and Michelin, Decathlon, Air Liquide, CMA-CGM, Venturi and a few others have already put on their Moon Boots.

Ce langage secret des océans

la couleur

La mer n'est pas forcément bleue. Et Antoine Mangin le sait bien, lui qui décrypte ses variations colorimétriques de manière régulière avec ses équipes. Il intervient volontiers dans des événements ouverts pour expliquer de manière compréhensible les champs actuels des possibles dans le domaine de l'observation de la Terre. Rencontre avec cet océanographe pas comme les autres, directeur scientifique de la société azurienne ACRI-ST, qui a choisi de prendre 800 kilomètres de hauteur pour observer les océans et les mers...

par Magali Chelpi-den Hamer



Estuaire de la Thio en Nouvelle-Calédonie, matières en suspension non algales © ACRI-ST

Et si nous commençons par poser quelques bases. La lumière qui émane du soleil et que nous voyons est une composition de plusieurs types d'ondes électromagnétiques du spectre visible. Chaque type d'onde est caractérisé par une couleur et une longueur d'onde différentes et par un comportement spécifique lorsque l'onde rencontre une surface. C'est le différentiel d'absorption des ondes par la surface qui donne la signature spectrale d'un objet.

Quand une onde lumineuse entre en contact avec une surface aquatique, il faut savoir que l'eau a une réflectance assez faible dans toutes les longueurs d'onde. À faible profondeur, elle absorbe les ondes longues, caractéristiques des couleurs chaudes (la couleur rouge disparaît avant 5 mètres de fond), et pour les ondes courtes associées aux couleurs froides, les profondeurs d'absorption sont plus importantes. Plus l'onde « coule » en effet, plus l'amplitude de l'onde s'amenuise et c'est cela qui joue sur la perception des couleurs.

Quand l'eau est transparente, la réflectance¹ est très faible et le bleu est la dernière longueur d'onde absorbée, c'est ce qui donne l'impression que la mer est bleue. Quand l'eau est turbide, c'est le signe de la présence de sédiments. Eux-mêmes étant dépositaires d'une signature spectrale unique, la réflectance augmente donc en conséquence en fonction de la nature de ces sédiments et la signature spectrale du milieu change. La signature spectrale de l'eau va donc incorporer les

When you observe the sea via the proxy of a high-precision instrument at an altitude of several hundred kilometres, it is quite counterintuitive to realise that it is possible to discern living organisms measuring 2 μm . Antoine Mangin is still amazed: "You have to realise that the satellite is 800 km above the Earth, that the signal is 90% polluted when it passes through the atmosphere and yet we are able to distinguish between micro, nano and pico-phytoplankton solely on the basis of the variations in surface colour that the sensor picks up". It's certainly a technological feat, but out of all proportion to our usual human scales. This almost naturally begs the question of why we are going to the trouble of committing so many resources to observing our Blue Planet from space instead of simply taking samples on site. For Antoine Mangin, the question is irrelevant: "The satellite offers an unrivalled synoptic view. If we wanted to do it with on-site measurements, we'd need tens of thousands every day, but today, the global archive of HPLC samples at sea comprises around ten thousand points, which is already fantastic." We let ourselves be guided through the twists and turns of the multispectral.

1. La réflectance est le rapport entre la lumière solaire entrant dans l'océan et la lumière qui en est rétro-diffusée.

caractéristiques propres de l'onde lumineuse et les caractéristiques des éléments dissous et en suspension dans la colonne d'eau.

Quand un satellite vient zoomer sur une aire marine, l'image va inclure implicitement les microorganismes vivants qui évoluent en surface, et dans ces microorganismes, on trouve du phytoplancton. Lorsque les eaux de surface contiennent des sédiments et une forte concentration de phytoplancton, la réflectance augmente de manière significative dans certaines longueurs d'onde et notre perception de la couleur de l'eau change. La couleur de l'eau va tirer vers le vert ou vers le rouge ou vers le jaune, en fonction des espèces spécifiques de phytoplancton dans ce milieu donné², et c'est cette variabilité de couleur que le capteur du satellite enregistre et qui est par la suite analysée par les scientifiques.

Quand on observe la mer via le proxy d'un instrument de haute précision à plusieurs centaines de kilomètres d'altitude, c'est assez contrintuitif de réaliser qu'il est possible de discerner des organismes vivants mesurant 2 µm. Antoine Mangin s'en étonne encore : « Il faut réaliser que le satellite est à 800 km d'altitude au-dessus de la Terre, que le signal est pollué à 90 % quand il traverse l'atmosphère, et que l'on est capable de distinguer entre du micro, du nano et du pico-phytoplancton uniquement grâce aux variations de couleurs de surface que le capteur récupère. » Prouesse technologique certainement, disproportionnée comparativement à nos échelles humaines habituelles. Cela amène presque naturellement à se demander pourquoi on se donne la peine d'engager tant de moyens pour observer notre Planète bleue à partir de l'espace au lieu de tout simplement réaliser des prélèvements sur site. Pour Antoine Mangin, la question ne se pose pas : « Le satellite offre une vision synoptique inégalable. Si on voulait le faire avec des mesures sur site, il en faudrait des dizaines de milliers tous les jours, or aujourd'hui, l'archive mondiale des prélèvements HPLC en mer comporte une dizaine de milliers de points, ce qui est déjà fantastique.³ »

Nous nous sommes laissés guider dans les méandres du multispectral. Sans fards.

Interpréter la signature spectrale du milieu pour anticiper le risque environnemental

Il est documenté depuis longtemps que l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère influence à la hausse la quantité de phytoplancton dans les mers. Plus de cyanobactéries donc (une composante du phytoplancton) et par effet domino, plus de risque d'efflorescence algale toxique. Les épisodes médiatisés de marées toxiques rouges et vertes visibles depuis l'espace en témoignent, c'est un réel enjeu pour la pêche et l'aquaculture. Il est intéressant de noter que certaines espèces d'algues toxiques sont

colorées et que d'autres sont incolores. Quand un phénomène d'efflorescence est en cours, pour caractériser le ou les types d'algues en cause, les scientifiques vont généralement chercher sa signature spectrale. Chaque type de végétal en possède une, avec des variantes en fonction de son degré de croissance et des conditions environnementales du milieu dans lequel il se trouve. Le phytoplancton ne fait pas exception et les images satellite sont analysées à partir de bibliothèques spectrales existantes.

Il y a quelques années, Antoine Mangin a travaillé sur la problématique des efflorescences algales. Il nous explique la démarche : « Il y a eu un épisode d'efflorescence algale important sur l'île de Chiloé au Chili, un site de grosse production aquacole, comparable à la Norvège en termes de volume. Des maladies ont été signalées dans les fermes et la présence d'efflorescence algale toxique a été confirmée. L'espèce d'algue nuisible pour les fermes aquacoles avait la particularité de ne pas avoir de signature spectrale dans le spectre visible. Pour suivre son évolution dans le milieu à partir de données satellite, on a mis en place un indice de probabilité d'apparition, vu qu'on ne pouvait pas observer de trace visible. L'indice a été construit à partir d'autres données satellite, combinant des cartes de chlorophylle qui attestaient de la présence de phytoplancton et des cartes de température qui permettaient d'estimer les conditions de création d'eutrophisation. Ce que l'on cherchait à documenter pour mieux anticiper ensuite, c'étaient les conditions qui avaient conduit au déséquilibre du milieu et qui avaient favorisé l'apparition des algues toxiques. Ceci pour tracer la dynamique de propagation de l'efflorescence. Quand l'indice est compris entre 0,4 et 1, on est à peu près sûr qu'une efflorescence va survenir. On peut donc mieux s'y préparer. »

Un autre exemple d'anticipation du risque environnemental est donné par Antoine. « En Nouvelle Calédonie, on observe la dynamique en mer du panache d'une rivière qui est dans le bassin versant de mines de nickel. C'est une source de pollution possible importante et on suit ce panache dans le temps long. Cela fait partie d'un rôle de surveillance des aires marines protégées. Nous observons pour anticiper de possibles impacts irréversibles sur les zones coralliennes. »

Mieux gérer l'économie bleue

ACRI-ST a récemment été approchée par l'Union européenne pour travailler sur un projet prospectif de souveraineté alimentaire. De manière très concrète, la société a été commissionnée pour produire une cartographie d'endroits où il serait intéressant d'implanter des fermes aquacoles pour des cultures d'algues et de mollusques. L'objectif annoncé est ambitieux en termes de volume et l'on parle d'un marché de 10 millions de tonnes annuel. C'est l'équipe de Philippe Bryère à ACRI-ST qui a piloté cette l'étude,

Interpreting the spectral signature of the environment to anticipate environmental risk

It has long been documented that the increase in greenhouse gases in the atmosphere is having an upward impact on the quantity of phytoplankton in the seas. This means more cyanobacteria (a component of phytoplankton) and, by domino effect, a greater risk of toxic algal blooms. The episodes of toxic red and green tides visible from space in the media bear witness to this, and it's a real issue for fishing and aquaculture. It is interesting to note that some species of toxic algae are coloured, while others are colourless. When a bloom phenomenon is underway, to characterise the type(s) of algae involved, scientists generally look for its spectral signature. Each type of plant has its own spectral signature, with variations depending on its degree of growth and the environmental conditions in which it is found. Phytoplankton is no exception, and satellite images are analysed using existing spectral libraries.

A few years ago, Antoine Mangin worked on the problem of algal blooms. He explains the process: "There was a major algal bloom episode on the island of Chiloé in Chile, a site of large-scale aquaculture production, comparable to Norway in terms of volume. Diseases were reported in the farms and the presence of toxic algal blooms was confirmed. The species of algae that was harmful to the farms was unique in that it had no spectral signature in the visible spectrum. To monitor its evolution in the environment using satellite data, an index of the probability of its appearance was established, given that no visible trace could be observed. The index was constructed using other satellite data, combining chlorophyll maps that showed the presence of phytoplankton and temperature maps that allowed us to estimate the conditions under which eutrophication was occurring. The aim was to document the conditions that had led to the imbalance in the environment and that had favoured the appearance of toxic algae, so as to be able to anticipate them more effectively. The aim was to trace the dynamics of the spread of the bloom. When the index is between 0.4 and 1, we can be fairly sure that a bloom will occur. So we can be better prepared."

Antoine gives another example of anticipating environmental risk. "In New Caledonia, we are observing the dynamics at sea of the plume of a river in the catchment area of nickel mines. This is a potentially major source of pollution and we are monitoring this plume over the long term. This is part of the monitoring role of marine protected areas. We are observing to anticipate any possible irreversible impact on coral reefs".

Better management of the blue economy

ACRI-ST was recently approached by the European Union to work on a forward-looking food sovereignty project. In very specific terms, the company has been commissioned to produce a map of areas where it would be worth setting up aquaculture farms to

Le phytoplancton, kezaoko ?

Le phytoplancton constitue l'ensemble des cyanobactéries et des microalgues, ces végétaux microscopiques présents dans les eaux de surface, qui dérivent au gré des courants. Méconnu car invisible à l'œil nu, le phytoplancton est un poumon de notre planète. Composé de chlorophylle grâce à laquelle il peut capter l'énergie solaire et la transformer par le processus de photosynthèse, il est estimé qu'il produit environ 50 % de l'oxygène terrestre et qu'il capte autant de CO₂. Il se nourrit de lumière, de dioxyde de carbone, d'azote minéral et de sels minéraux dissous dans l'eau. Il est à la base de la chaîne alimentaire océanique trophique.

2. Plus de 160 000 espèces différentes de phytoplancton ont déjà été caractérisées. Le satellite nous permet de distinguer une petite dizaine de classes (groupement), soit sous forme de taille (les pico, nano, micro, évoqués plus bas), soit sous forme de groupe fonctionnel en fonction de leur rôle dans la chaîne trophique.

3. Le HPLC - acronyme pour chromatographie en phase liquide à haute performance - désigne une technique de chimie analytique utilisée pour séparer les composés d'un mélange chimique. Très concrètement, cela permet d'identifier et de quantifier des substances dans une solution.

avec l'appui de Marine Bretagnon, Aurélien Prat et Quentin Jutard. Antoine Mangin nous résume l'approche : « À partir de données satellite et d'une modélisation algorithmique, nous avons réalisé une carte qui positionnait la position de fermes aquacoles sur les littoraux européens. L'idée était de pointer les zones où les conditions pour faire de ce type d'aquaculture seraient idéales. »

« Il est impératif d'arriver à établir un degré précis d'incertitude. C'est cela qui détermine la qualité du modèle »

Si ACRI l'a fait pour les algues et les mollusques qui étaient la commande de l'Union européenne, ils l'ont aussi fait pour d'autres cultures. En Algérie par exemple, pour le loup/bar. Dans ce cas, des paramètres mécaniques sont également entrés en compte dans les paramètres de modélisation. La hauteur de houle par exemple. Au-delà d'1m50 de creux en effet, les cages sont souvent détruites. La vitesse de courant également. Le loup s'ennuie en mer d'huile... Et comme indiqué plus haut, tout le champ des possibles de l'imagerie multispectrale a été utilisé pour croiser ces paramètres mécaniques avec les gammes de couleur de chlorophylle et de température du milieu. Comme l'explique Antoine : « Petit à petit, on affine les zones interdites en rajoutant des couches d'informations. Jusqu'à obtenir des points possibles d'implantation. On peut aussi aller au-delà et ajouter un modèle de croissance. C'est ce qui a été fait en Espagne et au Portugal en collaboration avec des mytiliculteurs⁴ locaux. Nous avons travaillé sur base de cartes pluriannuelles de chlorophylle et de température puisque nous savons que la culture des moules n'est possible que dans une certaine gamme de température, puis nous avons mélangé ces données avec la hauteur des vagues sur les sites côtiers d'implantation possible et avec d'autres paramètres. De fil en aiguille, nous avons tiré nos conclusions et je peux clairement vous dire aujourd'hui quelles zones sont les plus propices à la culture de la moule au sud de l'Espagne et du Portugal. » Reste à trouver les aquaculteurs intéressés.

Dans le domaine de la pêche, ACRI-ST a travaillé directement avec l'Institut national de ressources halieutiques du Maroc pour chercher à comprendre un phénomène conjoncturel de remontées d'eaux froides qui a fortement impacté les ressources halieutiques à une certaine période. En analysant tout simplement les variations de couleur issues des cartes de chlorophylle de surface et des cartes de température pendant plusieurs années et saisonnalités, ACRI a pu détecter certaines anomalies dans des zones précises de l'écosystème côtier marocain. Ces données ont été remontées au ministère de

tutelle de la Pêche au Maroc et des décisions très concrètes ont été prises, notamment en termes de quotas et de zones de pêche sur les sardines pour que se reconstitue le stock de ressources halieutiques. Ce cas d'usage très concret est typique de l'utilisation possible de la géoinformation issue des techniques de télédétection par satellite. Au commencement reste toujours un simple spectre de couleurs.

Plus on sait, moins on affirme

La force des modèles développés par ACRI-ST est de combiner la technologie de pointe de l'imagerie multispectrale et l'analyse de paramètres physiques et mécaniques à partir de séries temporelles longues. Reste à estimer le degré de certitude de ces modèles, ou d'incertitude, en fonction des perspectives... Et c'est certainement cela la plus grande inconnue. Nous nous reconvertirions tous en pêcheurs de moules espagnols s'il était si facile de réussir en mytiliculture. Antoine Mangin rappelle le biais inhérent aux longues séries temporelles : « Les instruments évoluent au fil du temps. Le thermomètre qui mesurait la température à Paris en 1850 n'est pas le même que celui qui mesure la température au même endroit aujourd'hui. Le degré de précision s'est amélioré mais en même temps, cela rend la comparaison plus ardue vu que les instruments changent au fil du temps et modifient les bases de comparaison. » En matière satellite, les instruments optiques de mesure évoluent de la même façon et cela impacte forcément la façon d'analyser les séries temporelles longues. Comme le résume Antoine : « Il est impératif d'arriver à établir un degré précis d'incertitude. C'est cela qui détermine la qualité du modèle. Il faut arriver à pouvoir annoncer que tel paramètre est à 15 % d'imprécision. Ou que tel paramètre est à 2 %. Ce n'est que comme ça que, petit à petit, on peut commencer à étudier proprement le climat. » Encore une illustration qu'on ne sait finalement pas grand-chose... Maintenant au moins, on ose le dire et l'assumer. ●

grow algae and molluscs. The stated objective is ambitious in terms of volume, with a market of 10 million tonnes a year. The study was led by Philippe Bryère's team at ACRI-ST, with support from Marine Bretagnon, Aurélien Prat and Quentin Jutard. Antoine Mangin sums up the approach: "Using satellite data and algorithmic modelling, we produced a map showing the position of fish farms on European coasts. The idea was to pinpoint the areas where the conditions for this type of aquaculture would be ideal."

While ACRI did this for algae and molluscs, ordered by the European Union, they also did it for other crops. In Algeria, for example, for bass. In this case, mechanical parameters are also taken into account in the modelling parameters. Swell height, for example. If the swell is more than 1m50, the cages are often destroyed. Current speed too. The wolf gets bored in a sea of oil... And as indicated above, the full range of possibilities offered by multispectral imaging was used to cross-reference these mechanical parameters with the colour ranges of the chlorophyll and the temperature of the environment. As Antoine explains: "Little by little, we refined the forbidden zones by adding layers of information. Until we have all the possible locations. We can also go further and add a growth model. This is what was done in Spain and Portugal in collaboration with local mussel farmers. We worked on the basis of multi-year chlorophyll and temperature maps, since we know that mussels can only be cultivated within a certain

temperature range, and then we mixed this data with the wave heights at possible coastal implantation sites and with other parameters. One thing leading to another, we came to our conclusions and today I can clearly tell you which areas are the most suitable for mussel cultivation in the south of Spain and Portugal". All that remains now is to find interested fish farmers.

In the fisheries sector, ACRI-ST has worked directly with Morocco's National Institute of Fishery Resources to try to understand a cyclical phenomenon of cold water upwelling that had a major impact on fishery resources at a certain period. By simply analysing colour variations from surface chlorophyll maps and temperature maps over several years and seasons, ACRI was able to detect certain anomalies in specific areas of the Moroccan coastal ecosystem. This data was passed on to the Moroccan Ministry responsible for fisheries, and very specific decisions were taken, particularly in terms of quotas and fishing zones for sardines, to help replenish fish stocks. This very specific use case is typical of the possible use of geoinformation derived from satellite remote sensing techniques. It all starts with a simple spectrum of colours.

The more we know, the less we say

The strength of the models developed by ACRI-ST is that they combine the cutting-edge technology of multispectral imaging with the analysis of physical and mechanical parameters based on long time series. What remains to be done is to estimate the degree of certainty of these models, or of uncertainty, depending on the outlook... And that is certainly the biggest unknown. We would all become Spanish mussel fishermen if it were so easy to succeed in mussel farming.

Antoine Mangin points out the bias inherent in long time series: "Instruments evolve over time. The thermometer that measured the temperature in Paris in 1850 is not the same as the one that measures the temperature in the same place today. The degree of accuracy has improved, but at the same time, this makes comparison more difficult, since the instruments change over time and alter the basis for comparison". In the satellite sector, optical measurement instruments are evolving in the same way, and this inevitably has an impact on the way in which long time series are analysed. As Antoine sums up: "It's vital to be able to establish a precise degree of uncertainty. That's what determines the quality of the model. You have to be able to say that a given parameter is 15% inaccurate. Or that such and such a parameter is within 2%. It is only in this way that, little by little, we can begin to study the climate properly." Yet another illustration of how little we actually know... At least now we have the courage to say so and admit it. ●

**Les Off de l'UNOC...
Quand le Spatial rencontre l'Océan**

Antoine Mangin est intervenu en amont de l'UNOC, lors d'un cycle de conférences copiloté par le Centre national d'études spatiales, le Centre de découverte mer et montagne et la Métropole Nice Côte d'Azur. La conférence est disponible ici en replay :

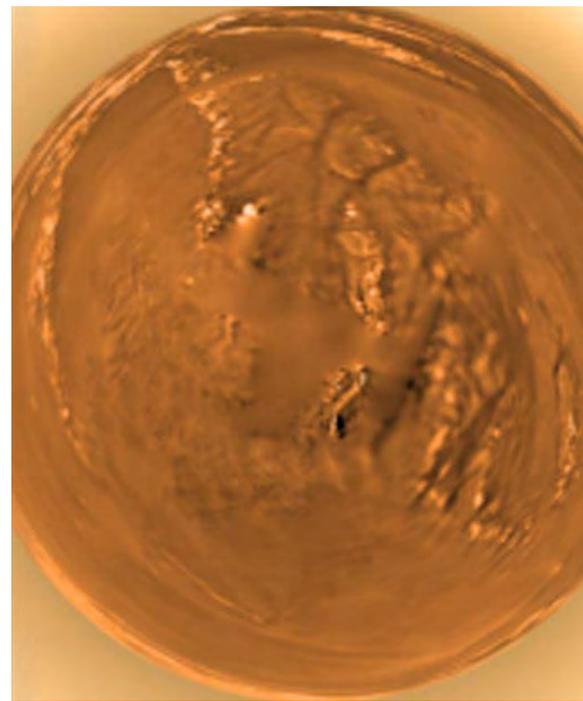
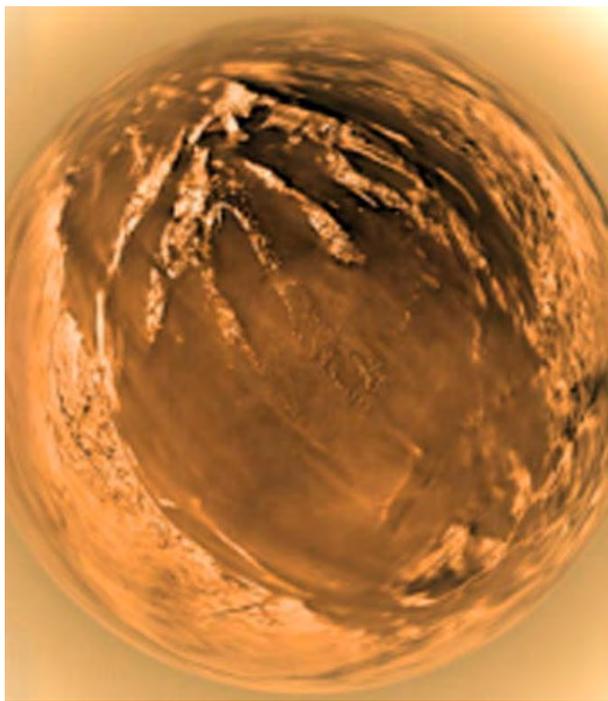
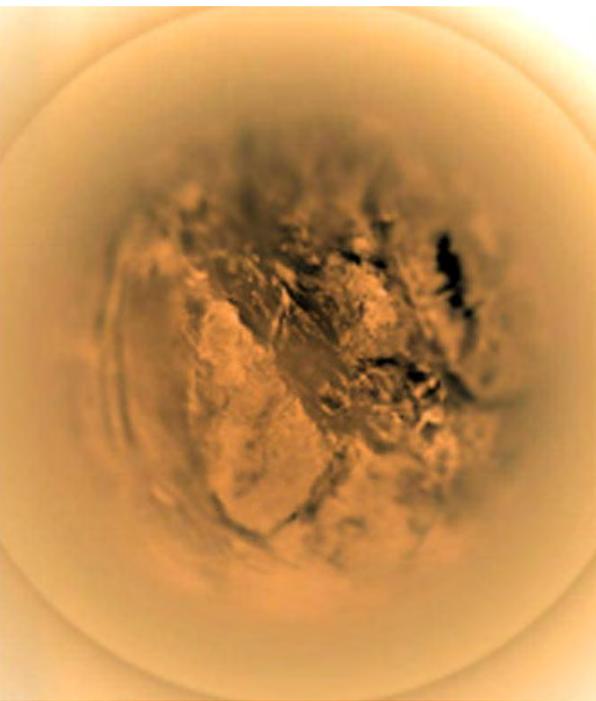


4. La mytiliculture est la culture de la moule.

Une journée à l'opéra cosmique

14 janvier 2025. Le site cannois de Thales Alenia Space s'est mis sur son 31. Nous sommes invités à effectuer un voyage dans l'espace et dans le temps, pour célébrer l'anniversaire des vingt ans de la descente de la sonde Huygens sur la mystérieuse Titan, la plus grosse lune de la non moins mystérieuse Saturne, astre gazeux géant paré comme un seigneur, de ses anneaux.

par Antoine Guy



Vues aériennes de Titan © ESA/NASA/JPL/University of Arizona

Cassini-Huygens, un succès au-delà des espérances

Titan, découverte par l'astronome néerlandais Christian Huygens en 1655, méritait bien pour la première ambassade terrienne une sonde éponyme. Le record de la mission Cassini-Huygens tient toujours aujourd'hui. « Il s'agit de l'atterrissage le plus lointain réalisé dans notre système solaire d'un objet terrestre et la survie pendant plus de trois heures au sol d'une sonde prévue pour une descente uniquement », souligne Patrice Couzin, responsable avionique puis Système de Huygens à Thales Alenia Space, l'un des pères de la sonde... Fierté européenne, en grande majorité cannoise, à qui l'on doit les premiers clichés de la surface de Titan.

Cette mission a allumé dans les yeux des vétérans cannois qui l'ont menée de 1997 à 2017 des étoiles de satisfaction et semé quelques touchantes larmes de nostalgie. À la fois célèbre et emblématique, Huygens, en signant une grande première, témoigne de l'audace et de la qualité des ingénieurs, de la variété des projets qui, depuis les premiers tours d'hélice des biplans Romano en 1929, ont fait passer le site cannois à la postérité. Un siècle après, le bois et la toile ont été remis au musée des lointains souvenirs et les moteurs, qui ne sont plus en étoile depuis longtemps, autorisent désormais d'en explorer certaines banlieues.

Invitation au voyage

Le lancement de l'odyssée du jour a lieu à Cannes. Les visiteurs sélectionnés sont accueillis dans la salle d'enfilage des combinaisons. Ici, on ne plaisante pas : blouses, charlottes, surchaussures. Une fois renippés, nous pénétrons dans une salle propre érigée à la gloire de la technologie spatiale, où le vertige des hauteurs de plafond rivalise avec l'exotisme des futures structures spatiales en cours d'assemblage. Apprentis spationautes d'un jour, nous découvrons les modules du grand vaisseau où s'affairent les techniciens, ces salles propres aseptisées, à la fois rêve de ménagère et cauchemar d'un représentant Dyson. La moindre particule de poussière indésirable, pareille à un photon gloutonné par un trou noir, disparaît dans les bouches d'aspiration des faux-plafonds de ce laboratoire pour géants.

« La sonde Huygens... fierté européenne et cannoise, à qui l'on doit les premiers clichés de la surface de Titan »

La mission débute sur le pas de tir avec Bertrand Denis, vice-président des activités Observation, Science et Exploration. Nous nous tenons au pied d'un moyen de test de 550 m³, capable de recréer le vide spatial et de simuler, selon des cycles programmés, les écarts de température rencontrés dans l'espace : des valeurs proches du zéro Kelvin (refroidissement par une impressionnante machinerie à l'azote liquide) et des chaleurs comparables à celui d'un four à socca, soit 180 °C. « Nos métiers en salles propres s'organisent autour de trois lettres : A.I.T., acronyme pour Assemblage, Intégration et Test », déclare Bertrand Denis. « Pour valider nos livrables nous les testons selon des cycles variations en température dans le vide, dans le bruit et enfin en vibrations, selon les trois axes ».

Une obligation de résultat par tous les moyens

Ici, le mot « projet » semble rarement usité. On parle plutôt de « mission », noblesse oblige. Bertrand, pédagogue, précise que les missions d'exploration dont Thales Alenia Space est - ou a été - partie prenante, se répartissent en deux catégories, « celles dévolues à l'exploration des corps célestes, et les autres, dédiées à la compréhension de l'univers ». Il cite alors pêle-mêle, *EnVision*, une mission prévue en 2031 pour comprendre pourquoi Vénus, proche de la Terre, a évolué si différemment, *ExoMars 2028* pour aller étudier la surface de la planète rouge en y déposant notamment un astromobile¹.

S'agissant de la deuxième catégorie, il évoque les télescopes spatiaux *Planck* et son frère *Herschel*, tous deux progénitures de l'ESA². Fidèles et disciplinés, ils ont sondé l'univers jusqu'en 2013 pour enquêter sur ses origines depuis le Big Bang et mieux comprendre la formation des étoiles. *Euclid*, bijou de technologie, lancé en juillet 2023, a commencé récemment à travailler pour répondre aux nombreuses questions sur la matière et l'énergie noires, sur la naissance de l'univers et son expansion. Enfin il conclut par la mission *PLATO*³, qui à la suite de la mission *CoRoT*⁴, va rechercher pendant quatre, peut-être six années, des exoplanètes dans la voie lactée.

« Le rover de la mission ExoMars sera hébergé dans une capsule cannoise »

Première étape... Un cosu pied-à-lune

Ingénus Petits Princes sautant d'un astéroïde à l'autre, nous quittons la Terre pour nous rapprocher de la Lune et visiter les premiers éléments de la Gateway, stupéfiant projet de station spatiale lunaire habitable piloté par un consortium international regroupant une centaine d'acteurs, agences spatiales et industriels. Elle gravitera autour de notre satellite naturel dans le cadre de la grande mission *Artemis* qui envisage de faire revenir l'homme sur la Lune à partir de 2027. Inspirée de la vénérable *ISS*, ce beau meublé a une vocation de vestibule pour les spationautes, ceux qui aluniront et les autres qui continueront vers Mars. Thierry Banos et Jean-Luc Petit, responsables des modules *Lunar Link* et *Lunar View*, expliquent conjointement : « *La Gateway suivra une orbite elliptique dite « de halo » en six jours. Son apogée, située à 60 000 km du pôle sud de la Lune, sera très pratique pour recevoir*

les arrivées terriennes, et son périégée culminera à quelques centaines de km au-dessus du pôle nord, facilitant les alunissages ». C'est d'ailleurs les pôles qui seront explorés en priorité puisque certains de leurs cratères devraient renfermer de la glace.

« La Gateway, stupéfiant projet de station spatiale lunaire habitable »

Thales Alenia Space développe aujourd'hui *Lunar Link*, le module de communication voix-données-vidéo haute définition avec les futurs objets d'exploration de la Lune comme les rovers. De là à dire que les colons luniens auront *NetFlix*... ce n'est pas prévu mais plausible ! D'autres ingénieurs assemblent *Lunar View*, un module stratégique de stockage et de ravitaillement de la station. Détail important, ce loft à la fois spécial et spatial, comportera six hublots pour admirer l'univers, d'où son nom. Remise des clés courant 2030.

Infatigable et plébiscité architecte d'intérieur maîtrisant l'assemblage de modules habitables, Thales Alenia Space développe également à Turin le module *i-Hab* (International Habitation Module), une extension qui portera le volume total de cette résidence pas du tout secondaire à 125 m³. Les équipes développent aussi la structure du module d'habitation et de logistique *HALO* (Habitation and Logistic Outpost) pour le maître d'œuvre américain *Northrop Grumman*.

À la recherche d'étoiles flippantes

Nous continuons benoîtement notre odyssée. Catherine Vogel, responsable de la mission *PLATO* (transits planétaires et astérosismologie), nous reçoit avec son assemblage inédit de 26 caméras à CCD (Dispositif à Couplage de Charge) monté sur un module de service, prévu pour rejoindre le « point de Lagrange 2 ». Non, nous ne sommes pas dans une ferme... Il s'agit d'un des points d'équilibre entre l'attraction du soleil et de la Terre, permettant de minimiser les efforts consentis par le satellite pour maintenir sa position. Le L2 ou point de Lagrange n°2 (1,5 millions de km, voyage d'un mois, lancement prévu en 2026 grâce à une fusée *Ariane 62*) accueillera *PLATO*. « *Ainsi il observera facilement d'un côté la voie lactée, et de l'autre, ses panneaux solaires disposeront en permanence de la bonne orientation tout en servant d'isolant pour éviter la surchauffe des appareils trop exposés au rayonnement du soleil* », précise-t-elle.

Débusquer une exoplanète consiste à analyser des variations faibles mais régulières sur une période de deux ans de la lumière d'une étoile lointaine, preuve du passage d'un objet massif aux caractéristiques proches de celles de la Terre à proximité et dont l'orbite dure une année. *PLATO*, pour réussir sa mission, visera un point précis pendant très longtemps avec une stabilité maximale, soit l'équivalent « de viser un grain de sable à une distance d'1 km pendant trois mois », déclare Catherine. La clé de la réussite : la maîtrise simultanée des déformations thermiques, des roues à inertie et de l'atténuation des micro-vibrations. « *PLATO, la plus grosse matrice CCD envoyée dans l'espace, enverra vers la Terre toutes les 25 secondes une image post-traitée pesant 2 gigabits...* », ajoute-t-elle. Cet observatoire permettra de découvrir s'il existe une autre Terre dans l'Univers.

En avant, Mars !

Nous reprenons notre voyage. Objectif Mars, une balade de 110 millions de km. Cette fois-ci, Jean-Philippe Chambelland, responsable de la mission *ExoMars* à Cannes, nous accueille. Covid et guerre en Ukraine ont perturbé le calendrier... Il a glissé d'une décennie, de 2018 à 2028, en devant faire sans le partenaire russe qui ne pouvait plus en être un. Jean-Philippe déclare : « *Le rover martien sera hébergé dans une capsule conique et cannoise* ». Nous la découvrons, recouverte de trente couches de fibres de carbone patiemment stratifiées sur un gabarit rutilant. Pour cette mission, Thales Alenia Space mobilise et valorise son expertise unique en « descendeur » acquise notamment lors de la mission *Cassini-Huygens*, comprenez tout le savoir-faire autour des boucliers thermiques, du déploiement automatique de parachutes lors d'une descente dans une atmosphère hostile, puis de l'allumage de rétrofusées... pour éviter tout simplement que la mission échoue en s'écrasant à l'arrivée.

Retour au vestiaire, décompression et déshabillage

L'heure de la fin du périple a sonné. Quand l'objectif présente à ce point une porosité avec des rêves d'enfant mais qu'il requiert en même temps une rigueur plus que chirurgicale, on comprend combien, ici, métiers et passions se confondent, défis et envies se courtisent, esprit de corps et fierté de l'accomplissement fraternisent. Du point de vue du simple observateur que nous sommes, avec juste nos deux pauvres pieds sur terre, ces assemblages bourrés de superlatifs, cette maîtrise olympique de la complexité, ces organisations tentaculaires sont vertigineux, irréels. L'obligation de résultat et l'hyper fiabilité ne se décrètent pas l'espace d'un instant. Elles se construisent patiemment, mission après mission, grâce à une fascinante coopération internationale et alimentée par une communauté astrophysicienne relativement insatiable.

Homo pas toujours sapiens, mais de plus en plus spatien

Notre espèce est décidément bien curieuse. Elle peine à s'entendre pour protéger sa survie dans sa propre maison, mais dans une volonté irrépressible de comprendre son univers et ses origines, elle déploie des trésors d'humanité et d'intelligence pour l'explorer.

Après tout, c'est déjà ça. ●

1. Baptisé « *Rosalind Franklin* », en hommage à cette britannique pionnière de la biologie moléculaire décédée prématurément à 38 ans en 1958. On lui doit les premières formulations de l'ADN, avant *Watson et Crick*. Une belle manière de la réhabiliter.

2. ESA : European Space Agency – Agence spatiale européenne

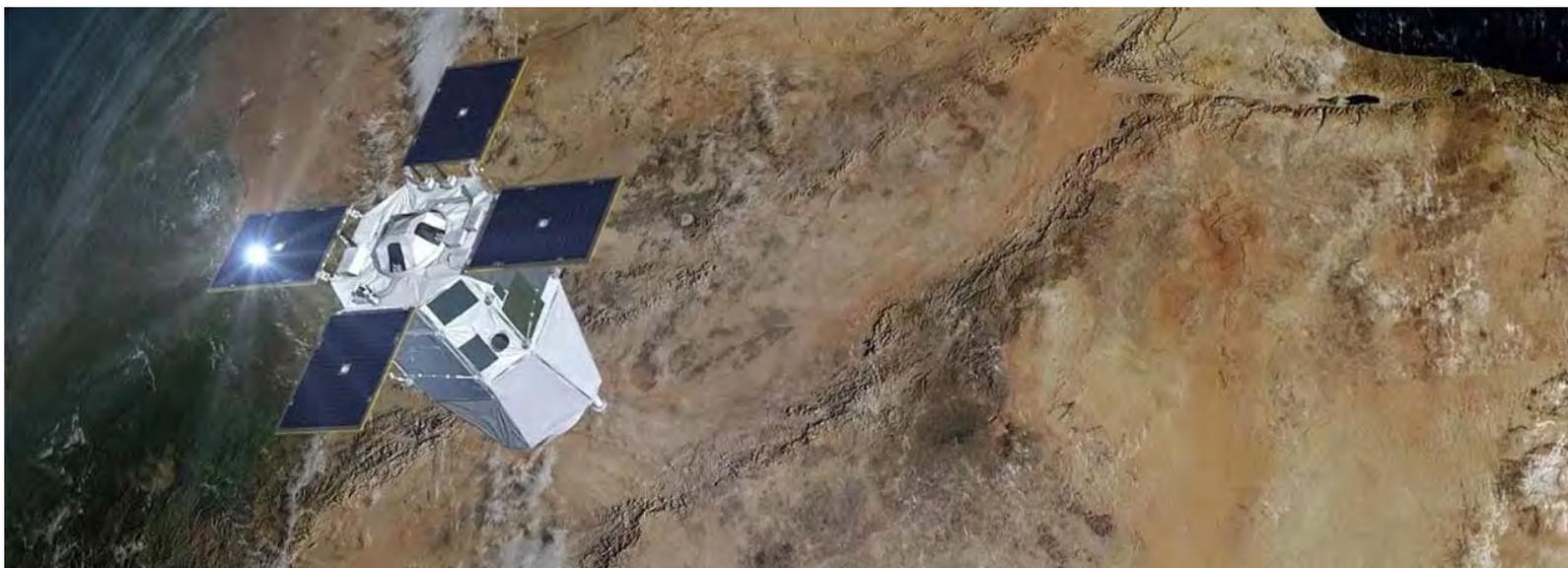
3. *PLATO*: PLAnetary Transits and Oscillations of stars. Mission prévue pour un lancement fin 2026. *Plato* est l'orthographe anglaise de *Platon*, un philosophe grec qu'on ne présente plus.

4. *CoRoT* : Convection, Rotation et Transits planétaires. Mission commencée en 2007 et achevée en 2014.

Lancement réussi du satellite CSO-3

Le succès du premier lancement commercial d'Ariane 6 est aussi celui de CSO-3, un satellite d'observation militaire qui embarque un instrument d'optique de très haute résolution réalisé par le constructeur cannois de satellites. Un enjeu de souveraineté pour l'Europe.

par Jean-Pierre Largillet



© Thales Alenia Space

Le succès du premier lancement commercial d'Ariane 6 est évidemment une bonne nouvelle pour l'Europe spatiale. C'est aussi une bonne nouvelle pour le satellite d'observation optique CSO-3 de Thales Alenia Space, un élément clé pour la défense européenne.

Renforcer l'efficacité des opérations militaires

Emportant à son bord un instrument optique de très haute résolution réalisé par Thales Alenia Space, le satellite a été développé pour le compte de la Direction générale de l'armement (DGA) au profit du Commandement de l'Espace de l'armée de l'Air et de l'Espace, sous maîtrise d'ouvrage déléguée du CNES et sous maîtrise d'œuvre d'Airbus Defence and Space.

Le système CSO est constitué de trois satellites à des fins de défense et de sécurité. Le trio est chargé de deux missions distinctes : la reconnaissance pour CSO-1 et CSO-3, et l'identification pour CSO-2, permettant d'atteindre un plus haut niveau de résolution et de précision d'analyse.

Chaque satellite embarque un instrument optique de très haute résolution, véritable bijou technologique. Troisième et dernière composante du système CSO du programme d'armement français MUSIS (Multinational Space-based Imaging System for Surveillance, Reconnaissance, and Observation), le satellite CSO-3 augmentera la capacité de couverture et de revisite, renforçant ainsi l'efficacité des opérations militaires et les moyens d'anticipation en situation de crise.

L'instrument optique véritable cœur de la mission

Conçu pour répondre aux besoins les plus exigeants en matière de renseignement et de défense, CSO-3 est équipé d'un instrument de pointe développé par Thales Alenia Space. Véritable cœur de la mission, cet instrument offre une résolution exceptionnelle permettant une observation détaillée de la surface terrestre. Grâce à ses performances inégalées, il peut capter des images en extrême haute résolution, même dans des conditions de faible luminosité et de nuit grâce à ses capacités infrarouges. Les technologies avancées intégrées dans cet instrument incluent, entre autres, des systèmes optiques de dernière génération et des capteurs ultra-sensibles.

Comme pour les précédents satellites des familles Helios 1, Helios 2 et Pléiades, Thales Alenia Space a conçu des équipements stratégiques pour le système CSO, y compris les générateurs solaires, les systèmes de télémétrie image à très haut débit ainsi que les modules de cryptage et de décryptage des données pour assurer la sécurité et la confidentialité des informations collectées. L'entreprise a également fourni les transpondeurs de télémétrie, de poursuite et de commande du système. ●

Un début d'année 2025 en fanfare

Thales Alenia Space a annoncé fin janvier un nouveau contrat avec l'ESA, l'Agence spatiale européenne. D'une valeur de 862 M€, il vise à développer et concevoir le module de descente LDE (Lunar Descent Element) dans le cadre de la mission Argonaut (programme Artemis). Prévu au lancement à partir de 2030, Argonaut vise à transporter des éléments de structure et des instruments scientifiques sur le sol sélène. La première mission prévoit l'acheminement de charges utiles dédiées de navigation et de télécommunications, ainsi que d'un système de production et de stockage d'énergie pour permettre aux entreprises européennes d'explorer le pôle sud de l'astre. C'est la 4^e commande que Thales Alenia Space signe en janvier. Un autre gros contrat concerne la réalisation du satellite destiné à la mission EnVision qui cherchera à percer les mystères de la planète Vénus. Une partie de ce contrat de 367 M€ ira notamment alimenter le site cannois du constructeur qui sera responsable du sous-système de contrôle d'attitude et d'orbite (AOCS) et de l'analyse d'aérofreinage.

NewSpace

Bientôt un Moonwalk...

21 juillet 1969, premier pas d'Armstrong sur la Lune. Cette admirable épopée s'est achevée il y a 50 ans, laissant place à une toute nouvelle aventure, le NewSpace. Partenariats internationaux, débauche de technologies et de startups, rumeurs de voyage sur Mars, le secteur affiche des ambitions vertigineuses. Peter Weiss, co-fondateur de Spartan Space, une startup marseillaise hyperactive au sein de cet écosystème, nous en explique les enjeux et les promesses. Les hommes ont décidément encore la tête dans les étoiles.

par Antoine Guy



EuroHab Luna Installation © N. Singh / Spartan Space

Depuis une quinzaine d'années, le vocable *NewSpace* fait tourner les têtes en orbitant dans les colonnes de la presse spécialisée, colonise la communication des États qui gravitent activement dans ce secteur, brisant un historique monopole russo-américain. Le substantif ne dit pas que l'« Espace » soudain serait devenu « nouveau ». Ce dernier, par définition, n'a pas changé d'un iota. Dans le sillage de *New York*, *New Orleans*, *New Zealand*, *NewSpace* exprime juste un changement radical de paradigme opéré depuis l'épopée presque romantique de l'ère spatiale Kennedy, quand Neil faisait avec Michael le buzz à coup de petites phrases, et quand les mots *Sputnik*, *Gemini*, *Mercury* ou *Apollo* imprimaient leurs caractères pionniers sur l'étoffe dont on fait les héros, à l'instar d'une légendaire trace de *moon boot* dans la poussière lunaire.

Dans les trois décennies consécutives au deuxième conflit mondial, la course à la Lune, car cela en était une, opposait l'Est et l'Ouest. Son enjeu masquait difficilement une ambition moins technologique que politique. L'obsession de voir la bannière étoilée plutôt que le drapeau rouge flotter sur la mer de la Tranquillité servit de prétexte à la conquête des esprits sur Terre, bien avant celle de la Lune, au cœur d'une guerre aussi froide que le vide cosmique. Puis en 1989, le mur de Berlin a entraîné dans sa chute une Union soviétique éliminée comme la combinaison de Gagarine. À l'Ouest, la révolutionnaire navette spatiale a dramatiquement explosé en vol comme certaines promesses non tenues de la NASA. Les puissants n'ont alors plus voulu écouter cette sonate au clair de lune démodée car dispendieuse.

Seul plus vite, mais ensemble plus loin

L'humanité hébétée a négocié le virage du 21^e siècle en découvrant le surf sur les réseaux sociaux au son des sirènes du 11 septembre. Le monde se préoccupa alors surtout de lui-même. L'espace

In the three decades following the Second World War, the race to the Moon, because it truly was a race, pitted East against West. The stakes of this race barely concealed an ambition that was more political than technological. The obsession with seeing the stars and stripes, rather than the red flag, flying over the Sea of Tranquility served as a pretext for the conquest of minds on Earth, long before that of the Moon, at the heart of a war as cold as the cosmic void. Then, in 1989, the fall of the Berlin Wall took down an already worn-out Soviet Union, much like Gagarin's space suit. In the West, the revolutionary space shuttle tragically exploded mid-flight, much like some of NASA's unfulfilled promises. The powerful no longer wanted to listen to that outdated moonlit sonata, now considered too expensive.

Faster alone, but further together

Bewildered, humanity navigated the turn of the 21st century by discovering social media, surfing to the sound of the sirens of 11th September. The world then became primarily concerned with itself. Space had lost its appeal until a soft, Dolby-quality space tune was heard again. "In 1998, the American Lunar Prospector mission demonstrated the highly probable

ne faisait plus recette quand une petite musique en dolby spatial s'est à nouveau fait entendre. « *En 1998, la mission Lunar Prospector américaine démontra la présence plus que probable d'eau sous forme de glace au fond des cratères du pôle sud de l'astre toujours mystérieux* », commente Peter, et le « *Launch Services Purchase Act* » obligea la NASA à utiliser des lanceurs privés pour ses futures escapades cosmiques.

Le marché a renoué sans tarder avec ses serments au clair de lune. En 2002, par exemple, avec la naissance de SpaceX, premier enfant terrible, fossoyeur du *Old Space*. Dès lors, de nombreux entrepreneurs se sont engouffrés dans la brèche, tandis que frappaient à la porte du club très fermé des puissances spatiales d'inattendus prétendants : le Japon, la Chine, l'Europe, l'Inde, la Corée du Sud, Israël, et les Émirats arabes unis.

Une autre course venait de commencer. Décrocher la Lune ne ressemblerait plus à un sprint de lièvre contre tortue, mais plutôt à un marathon-relais international où un mélange de coopération-compétition, entre États et agences spatiales, entre secteur public et privé, organiserait le passage des témoins qui iraient à nouveau fouler la régolithe lunaire. George Bush junior lança en 2004 le programme *Constellation*, prévoyant la mise au point de nouveaux lanceurs lourds (SLS Ares), de nouveaux landers et véhicules lunaires (Orion), bref de tout l'arsenal technologique pour déposer en sécurité quatre sapiens sur la Lune. L'administration Obama stoppa cet élan pour des raisons budgétaires, puis son rival républicain, D. Trump, pour le jubilé de l'alunissage d'Apollo 11 (1969), relança en 2019 le programme *Artemis*, une ambitieuse série de missions habitées non seulement vers l'astre de Tanit mais également vers la planète rouge.

« *Artemis a repris les acquis de Constellation en y ajoutant quelques réjouissances, dont la Lunar Gateway, station orbitale lunaire pour servir de base intermédiaire aux astronautes destinés à alunir, et plus tard pour ceux ayant réservé un billet pour Mars* », déclare Peter. Depuis 2010, tout un écosystème bourdonne et s'active autour des briques d'*Artemis* 1, 2 et 3 : SpaceX d'Elon Musk bien sûr, mais aussi Blue Origin de son frère ennemi Jeff Bezos, les traditionnels Boeing, Lockheed Martin, Northrop Grumman, des moins connus comme Masten, Maxtar, Aerojet Rocketdyne, Sierra Nevada Corporation ; de ce côté de l'Atlantique, Thales Alenia Space, Michelin, Airbus Industries, Air Liquide, l'ESA, et le CNES et nombre d'acteurs japonais, canadiens, chinois, indiens... Le duo de l'*OldSpace* s'est mué en orchestre symphonique, et le *NewSpace* a définitivement troqué la partition de *Mr Lonely*¹ contre celle de *Si tous les gars du monde*² sûrement retrouvée dans la Maison bleue de San Francisco³.

Une leçon d'humilité

Cette hyper activité, louable et admirable, ne doit pas pourtant cacher l'immensité des

défis qui se cachent derrière les six lettres du mot *Espace*. Pour fixer les échelles, imaginons que la Terre ne soit pas un géoïde de 40 000 km de circonférence, mais une bille bleue d'un petit centimètre de diamètre, comme celle de nos cours de récréation. Les orbites basses des satellites se positionneraient comme des têtes d'épingles à 1 mm de la bille, les géostationnaires à 2,8 cm, la Lune graviterait elle à 30 cm, Mars à 300 mètres, et Pluton, la planète la plus lointaine de notre système solaire, se signalerait à 6 km. Enfin, le compteur kilométrique de la sonde *Voyager* 1 lancée en 1977, l'objet humain aujourd'hui le plus éloigné de la Terre, indiquerait 19 km tandis que notre voisine, Proxima du centaure, l'étoile-soleil la plus proche de notre petit coin de voie lactée, brillerait à 32 000 km de notre bille, soit un aller-retour Paris-Sydney ! « *Aller sur Mars relève bien sûr toujours de l'exploit mais des obstacles d'une autre amplitude nous attendent si nous désirons vraiment visiter l'univers* », résume Peter.

Des véhicules américains mais un habitat européen

Spartan Space, née en 2021 (« *un enfant du Covid* », souligne avec humour son cofondateur), est représentative de l'univers *NewSpace*. Elle regroupe onze internationaux aux profils variés : ingénieurs mécaniciens, spécialiste de l'IA, spécialistes du spatial mais aussi, comme Peter, expert en ingénierie sous-marine, un parallélisme savoureux. Ce petit Poucet au regard des autres joueurs sur le terrain profite d'*Artemis*, et c'est heureux, comme rampe de lancement.

L'Agence spatiale européenne (ESA) lui a confié la réalisation d'un habitat secondaire, une petite hutte lunaire gonflable et autonome, « *un peu comme un canot de sauvetage* », explique Peter. Puis, il poursuit : « *Pourquoi ? D'abord, le pôle sud de la Lune recèle quelques cratères dont les surfaces sont constamment dans l'ombre⁴ et contiennent selon toute vraisemblance des réserves de glace, un point crucial pour installer une colonie pérenne sur la Lune. Cette surface d'intérêt est peu ou prou équivalente à celle de l'Île de France. Deuxièmement, le relief de ce pôle ressemble plus aux Alpes qu'aux Pays-Bas, ce qui en fait une zone complexe pour des alunissages réguliers. Troisièmement, il y existe aussi des surfaces ensoleillées en permanence⁵, donc parfaites pour quelques fermes solaires bienvenues là où les températures oscillent entre +120 °C et - 240 °C. Tous ces lieux, bien que voisins, obligeront les futurs pionniers lunaires à des déplacements entre les sources d'eau, les sources d'énergie, et les plateaux d'alunissage.* »

La réglementation spatiale recommande une distance maximale de 10 km entre deux points de déplacement. Des exemplaires de ces huttes champignonnesques, autonomes mais aussi rechargeables en eau, énergie, oxygène, transportables sur l'alunisseur robotique *Argonaut*⁶, seront disséminées sur les trajets des colons, pareilles aux cailloux blanc du petit Poucet, et serviront de refuges, points de ravitaillement, sur les grandes distances. « *Elles font partie de l'arsenal des « life-support*

presence of water in the form of ice at the bottom of craters at the moon's south pole.» comments Peter. And the Launch Services Purchase Act forced NASA to use private launchers for its future cosmic escapades.

The market quickly reconnected with its moonlit vows. In 2002, for instance, with the birth of SpaceX, the first rebellious child, the undertaker of *Old Space*. From then on, many entrepreneurs rushed into the gap, while unexpected contenders knocked on the door of the exclusive club of space powers: Japan, China, Europe, India, South Korea, Israel, and the UAE.

Another race had started. Reaching the Moon would no longer resemble a tortoise versus hare contest, but rather an international relay marathon, where a mix of cooperation and competition, between states and space agencies, between the public and private sectors, would organise the passing of the baton that would once again tread the lunar surface. In 2004, George W. Bush launched the *Constellation* programme, aiming to develop new heavy-lift rockets (SLS Ares), new lunar landers and vehicles (Orion), in short, all the technological arsenal needed to safely land four humans on the moon. The Obama administration halted this momentum for budgetary reasons, only for his Republican rival, Trump, to revive the *Artemis* programme in 2019, marking the 50th anniversary of Apollo 11's moon landing. This ambitious series of crewed missions was planned not only to return to the lunar surface but also to venture toward the Red Planet.

« *Artemis took the lessons learned from Constellation and added some exciting new features, including the Lunar Gateway, a lunar orbital station that will serve as an intermediate base for astronauts headed to the Moon and later, for those who have booked a ticket to Mars* », says Peter. Since 2010, an entire ecosystem has been buzzing and busy around the building blocks of *Artemis* 1, 2, and 3: SpaceX of course, but also from rival Jeff Bezos' *Blue Origin*, the traditional giants Boeing, Lockheed Martin, Northrop Grumman, as well as lesser-known companies like Masten, Maxtar, Aerojet Rocketdyne, Sierra Nevada Corporation; on this side of the Atlantic, Thales Alenia Space, Michelin, Airbus Industries, Air Liquide, the ESA, CNES, and numerous actors from Japan, Canada, China, India... The previous duo of *OldSpace* has transformed into a symphonic orchestra, and *NewSpace* has definitively swapped the sheet music of *Mr Lonely* for *Si tous les gars du monde*, no doubt found in San Francisco's *Blue House*.

A lesson in humility

This laudable and admirable hyper activity should not, however, obscure the vastness of the challenges that lie behind the five letters of the word *Space*. To put things into perspective, imagine that the Earth is not a spheroid with a circumference of 40,000 km, but a small blue ball with a diameter of just one centimetre, like one of those we used to play with in the school playground. Low earth orbits would be positioned like pinheads just 1 mm from the ball, geostationary orbits at 2.8 cm, the Moon would orbit at 30 cm, Mars at 300 metres, and Pluto, the most distant planet in our solar system, would be located 6 km away. Finally, the kilometre counter of the *Voyager* 1 probe, launched in 1977 and currently the most distant human-made object from Earth, would read 19 km, while our neighbour, Proxima Centauri, the closest star to our little corner of the Milky Way, would shine at a distance of 32,000 km from our ball – the equivalent of a round trip from Paris to Sydney! « *Going to Mars would, of course, still be an achievement, but obstacles of an entirely different magnitude await us if we truly want to explore the universe* », sums up Peter.

American vehicles but a European habitat

Spartan Space, founded in 2021 (« *a child of COVID* », jokes its co-founder), is representative of the *NewSpace* universe. It brings together 11

1. Succès du chanteur américain Bobby Vinton en 1964.

2. Chanson de Marcel Achard écrite en 1956 pour le film éponyme de Christian Jacques.

3. Chanson de Maxime Le Forestier, sortie en 1972 en pleine période hippie.

4. Ces zones sont généralement nommées PSR pour Permanently Shadowed Regions.

5. Ces zones sont nommées PEL pour Peaks of Eternal Light.

6. Lander (Atterrisseur ou Alunisseur) développé dans le cadre du programme Artemis.

systems », des systèmes de survie, développés dans le cadre d'Artemis pour évoluer dans un milieu hostile comme la Lune », conclut Peter.

Une survie spartiate, mais garantie

EuroHab, c'est le nom de cette yourte lunaire, fruit de la collaboration entre Spartan Space, Michelin, Airbus Industrie, Air Liquide, Thales Alenia Space, le CNES et l'ESA, est bourrée d'IA et de technologies pour optimiser les consommations d'énergie, d'eau et d'oxygène, recycler le gaz carbonique, exploiter des piles à combustible, permettre le cas échéant un ravitaillement grâce à un petit robot capable d'exploiter les ressources de la régolithe. La paroi d'EuroHab est constituée de plusieurs couches de matériaux différents, pour répondre aux exigences du cahier des charges imposé par la Lune.

Le savoir-faire de Spartan Space est convoqué aussi dans le prêt-à-porter galactique, en particulier dans le domaine des combinaisons intra-véhiculaires, revêtues par les spatonautes à l'intérieur des modules pressurisés. « Ce projet, en collaboration avec le MEDES (Institut de Médecine et Physiologie spatiales de Toulouse, ou IMPS) a recruté un partenaire inattendu : Decathlon... une collaboration très représentative du NewSpace », déclare Peter. Des industriels d'envergure, disposant d'un savoir-faire reconnu, comme CMA-CGM, Michelin, Air Liquide... entament leur diversification dans le spatial ; en témoigne la multiplication d'événements SpaceTech comme les Assises du NewSpace ou le Paris Air Forum. Le CNES a même créé TechTheMoon, son incubateur de startups désireuses de décrocher le pompon ainsi que la Lune, preuve s'il en est qu'une filière se structure.

Anticiper ou monter dans le train en marche, mais pour quelles retombées ?

Reste la question de l'utilité de ces investissements, à l'heure où le climat réchauffe une biosphère en souffrance, les transitions patinent, les pollutions explosent, les migrations angoissent... « Le spatial a déjà produit le GPS, l'observation de la Terre pour comprendre le dérèglement climatique, un internet fiable à haut débit ubiquitaire, et nombres d'autres innovations que nous ne voyons plus. Nos travaux actuels, basé sur l'IA et la technologie, nous font progresser en sobriété énergétique, en intelligence de l'habitat, en recyclage et captation du CO₂... les apports sont aussi nombreux que discrets et les synergies avec les recherches polaires et sous-marines indéniables », souligne Peter.

Actuellement, la question se situe bien moins sur le pourquoi que sur le comment. « Malgré ses efforts, l'Europe est en retard et les autres acteurs se taillent la part du lion. Dans quelques années les astronautes qui retourneront sur la Lune seront américains, canadiens, japonais... vraisemblablement pas européens. Nous manquons d'une vraie vision, d'une volonté politique forte de monter dans le train à destination du pôle sud de la Lune », regrette Peter.

La planisphère lunaire montrera-t-elle des frontières ?

Artemis, indirectement, soulève aussi la question du droit et des possessions

territoriales. Un cratère sera-t-il japonais ou américain ? Une fois implantée durablement sur la Lune, à quel cadre juridique la colonie devra-t-elle se référer ? « La question n'a pas encore de réponse. Il existe pourtant un règlement d'importance. L'organisation qui plante un équipement sur la Lune dispose de facto d'une « safety zone » autour de son installation, interdite à d'autres équipements comme des landers ou des rovers », commente Peter. On imagine aisément un jeu de Go nouvelle version, dans lequel la possession territoriale s'organiserait par la dissémination d'un maillage de modules EuroHab rapprochés.

Le juridique se tient souvent en embuscade derrière la technologie, et le pas protectionniste entre collaboration et souveraineté vite franchi. Même dans le NewSpace, les vieilles lunes de l'humanité risquent de refaire surface. ●

international team members with diverse profiles: mechanical engineers, AI specialists, space experts, and, like Peter, an underwater engineering expert, an amusing parallel. This small player, compared to others in the field, benefits from Artemis, and that's fortunate, as a launchpad.

The European Space Agency (ESA) has entrusted it with the creation of a secondary habitat, a small inflatable and autonomous lunar hut, "a bit like a lifeboat," explains Peter. Then he continues, "Why? First, the moon's south pole contains some craters that are constantly in shadow and most likely contain reserves of ice, crucial for establishing a permanent colony on the moon. This area of interest is roughly the size of the Île-de-France region. Secondly, the terrain of this pole is more akin to the Alps than the Netherlands, making it a complex region for regular landings. Thirdly, there are also areas that are permanently sunlit, ideal for a few well-needed solar farms in a place where temperatures range from +120 °C to -240 °C. All of these places, although close to each other, will require future lunar pioneers to travel between water sources, energy sources, and landing sites."

Space regulations recommend a maximum distance of 10 km between two points of movement. Examples of these mushroom-shaped huts, autonomous but also rechargeable with water, energy, and oxygen, and transportable on the robotic lander Argonaut, will be scattered along the colonists' routes, like the white pebbles of Tom Thumb's tale, serving as refuges and supply points on long distances. "They are part of the arsenal of 'life-support systems' developed under the Artemis programme to operate in a hostile environment like the Moon", concludes Peter.

A spartan survival, but guaranteed

EuroHab, is the name of this lunar yurt, a result of collaboration between Spartan Space, Michelin, Airbus Industrie, Air Liquide, Thales Alenia Space, CNES, and ESA, it is packed with AI and technologies to optimise energy, water, and oxygen consumption, recycle carbon dioxide, harness fuel cells, and potentially allow for resupply by a small robot capable of utilising the resources of the lunar environment. The walls of EuroHab are made up of multiple layers of different materials to meet the strict requirements of the lunar conditions.

Spartan Space's expertise is also being called upon in the realm of galactic clothing, particularly in the area of intra-vehicular spacesuits, worn by astronauts inside pressurised modules. "This project, in collaboration with MEDES (Institute of

Medicine and Space Physiology of Toulouse or IMPS), recruited an unexpected partner: DECATHLON... a collaboration very representative of NewSpace," says Peter. Major industries, with recognised expertise like CMA-CGM, Michelin, Air Liquide, are diversifying into space, evidenced by the growing number of SpaceTech events such as the NewSpace Summit and the Paris Air Forum. CNES has even created TechTheMoon, its incubator for startups eager to seize the prize and the moon, proving that a sector is truly taking shape.

Anticipate or jump on the bandwagon, but for what returns?

The question remains about the utility of these investments, at a time when the climate is warming, the biosphere is suffering, transitions are stalling, pollution is exploding, and migrations are causing anxiety... "Space has already given us GPS, earth observation to understand climate change, a reliable, high-speed, ubiquitous internet and many other innovations that we no longer notice. Our current work, based on AI and technology, is helping us progress in energy efficiency, smart housing, CO₂ recycling and capture... the contributions are as numerous as they are discreet and the synergies with polar and underwater research are undeniable", Peter highlights.

Currently the question is a lot less about why than how. "Despite its efforts, Europe is behind, and the other players are carving out the lion's share. In a few years, the astronauts returning to the moon will be American, Canadian, Japanese... probably not European. We lack a true vision, a strong political will to get on the train heading to the moon's south pole", Peter laments.

Will the lunar map show borders?

Indirectly, Artemis also raises questions about law and territorial ownership. Will a crater belong to Japan or the United States? Once a permanent settlement is established on the moon, which legal framework will the colony adhere to? "There is no answer to that question yet. However, an important regulation exists. The organisation that sets up equipment on the moon automatically has a 'safety zone' around its installation, off-limits to other equipment like landers or rovers", comments Peter. One can easily imagine a new version of the game of GO, in which territorial ownership would be organised by the scattered placement of closely grouped EuroHab modules.

Law often lurks behind technology and the fine line between collaboration and sovereignty is quickly crossed. Even in NewSpace, humanity's old ideas may resurface. ●

IVA Suit DECATHLON SPARTAN MEDES CNES
© Damien Lecarpentier



Objectif Lune !

Pari réussi pour Gildo Pastor

*Descendant d'une lignée de bâtisseurs, Gildo Pastor est un visionnaire. Il a fait partie des pionniers de la mobilité électrique et en 2025, son rover électrique, FLIP, va rouler sur la Lune...
Rencontre avec un homme qui fait bouger les lignes.*

par Viviane Le Ray



Le rover FLEX © Venturi / B. Hathaway

Qu'est-ce qui vous a amené dans l'espace ?

C'est mon grand-père qui m'a initié à l'exploration spatiale. L'innovation a par la suite toujours été au cœur de mon parcours. J'ai toujours eu cette volonté d'aller plus loin, d'explorer de nouveaux territoires, d'imaginer l'avenir avant qu'il ne devienne une réalité. Avec Venturi, depuis plus de vingt ans, nous repoussons les limites de la mobilité électrique, de la vitesse aux conditions extrêmes de l'Antarctique. L'exploration spatiale était une suite logique. L'opportunité s'est présentée lorsque nous avons été sollicités par Venturi Astrolab pour apporter notre expertise sur des technologies critiques. C'est ainsi que nous avons créé des roues hyper-déformables et des batteries haute performance, deux solutions capables d'affronter les radiations solaires agressives du pôle sud et ses températures extrêmes, de -240 °C à +130 °C.

Au printemps 2023, vous annoncez un accord avec SpaceX qui propulserait Venturi et son robot d'exploration et de transport, le rover FLEX, dans l'ère de la conquête spatiale. Deux ans se sont écoulés depuis et c'est en train de se réaliser. Comment est-ce possible en si peu de temps ?

En 2027, SpaceX devra faire une démonstration d'alunissage pour le compte de la NASA dans le cadre de la mission Artemis III. Venturi Astrolab a réservé sa place à bord de la fusée Starship. Le

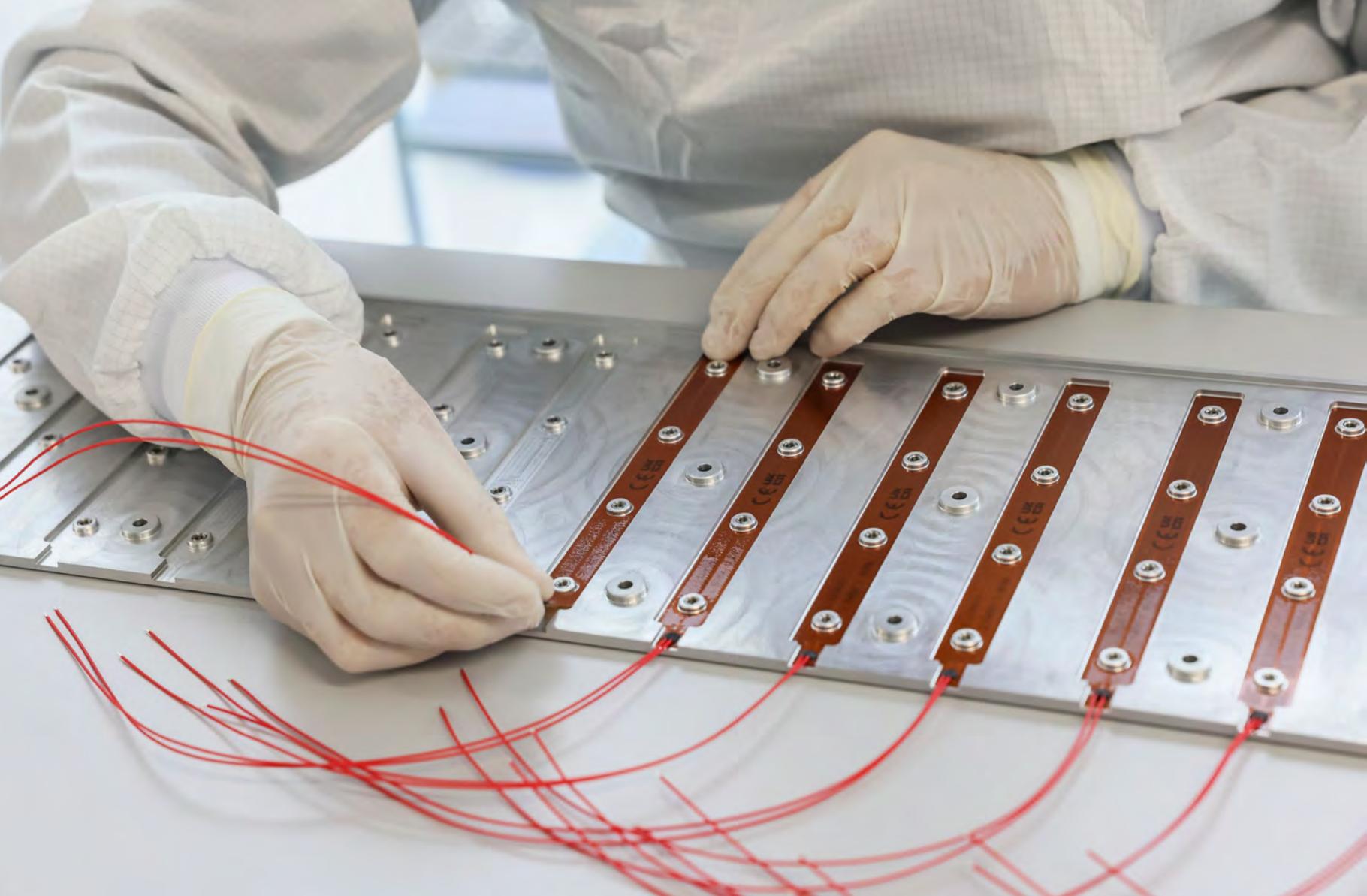
« Nous avons créé des roues hyper-déformables »

Destination Moon! A winning bet for Gildo Pastor

Gildo Pastor is a visionary, descended from a line of builders. He was one of the pioneers of electric mobility and in 2025, his electric rover, FLIP, will journey on the moon's surface... Meeting with a man who shifts the goalposts.

What took you into space?

My grandfather introduced me to space exploration. Innovation has always been at the heart of my career. I have always wanted to go further, explore new territories, imagine the future before it becomes a reality. For more than 20 years with Venturi, we have been pushing the boundaries of electric mobility from speed to extreme conditions in the Antarctic. Space exploration was a logical next step. The opportunity presented itself when we were asked by Venturi Astrolab to contribute our expertise on critical technologies. This is how we created hyper-deformable wheels and high performance batteries, two solutions that can withstand the aggressive solar radiation of the lunar South Pole and its extreme temperatures from -240°C to +130°C.



À gauche, Venturi battery manufacturing © Venturi / P. Fitte

rover FLEX fera partie du voyage et déposera au pôle Sud de la Lune les 1 500 kilos de biens confiés par nos clients. Dès fin 2025, c'est un autre rover de Venturi Astrolab, FLIP, qui

« Si nous parvenons à exploiter l'hélium-3, nous pourrions résoudre durablement la question de l'énergie sur Terre »

va être lancé avec SpaceX et se poser sur la Lune grâce à Astrobotic. Ce petit rover sera lui aussi équipé de nos roues et de nos batteries, et cela nous permettra de les tester pour la mission Artemis de 2027.

Quel est votre point de vue sur le retour de l'Humanité sur la Lune et quels sont les principaux enjeux ?

La Lune est un lieu idéal pour mener des études scientifiques approfondies sur notre univers. L'absence d'atmosphère en fait un lieu privilégié pour l'observation astronomique ainsi

que pour d'autres recherches fondamentales. L'intérêt est rehaussé par le fait que, cette fois, le retour de l'humanité sur la Lune est concentré sur une région : le pôle sud. C'est une région jamais visitée par l'Homme, où se trouvent des réserves d'eau à l'état de glace au fond des cratères et où l'ensoleillement est quasi permanent. Sur le plan géopolitique, les premiers pays à s'y installer auront la liberté de choisir les emplacements les plus favorables pour, par exemple, stocker des ressources précieuses présentes sur place. Cela confèrera un avantage stratégique certain. La Lune va en outre servir de tremplin vers des destinations plus lointaines, comme Mars, ce qui facilitera l'exploration spatiale.

Sécuriser des sources d'énergie sur la Lune reste une question clé et indissociable de son exploitation à long terme. C'est un projet global d'installation durable. Le pôle Sud est particulièrement stratégique. Au fond des cratères, on trouve non seulement de l'eau, essentielle pour la survie humaine et la production de carburant, mais aussi une grande quantité de métaux et de terres rares. Ces éléments sont cruciaux pour les technologies avancées, notamment les batteries et l'électronique de puissance.

Exploiter ces ressources va nécessiter des infrastructures adaptées, et notamment des bases lunaires et des véhicules. Le Starship 3 de SpaceX sera capable de ramener sur Terre

In the spring of 2023 you announced an agreement with SpaceX that would propel Venturi and its exploration and transport robot, the FLEX rover, into the era of space conquest. Two years have passed since then and it is happening. How is this possible in such a short time?

In 2027 SpaceX will demonstrate a lunar landing for NASA as part of the Artemis III mission. Venturi Astrolab has reserved its place on board the Starship. The FLEX rover will be part of the trip and will deliver the 1,500 kilograms of goods entrusted to us by our customers to the South Pole of the moon. At the end of 2025 another Venturi Astrolab rover, FLIP, will be launched with SpaceX and land on the moon thanks to Astrobotic. This little rover will also be equipped with our wheels and batteries, which will allow us to test them for the Artemis mission in 2027.

What is your view on the return of humanity to the moon and what are the main issues?

The Moon is an ideal location for carrying out in-depth scientific studies of our universe. The absence of an atmosphere makes it a prime site for astronomical observation as well as other fundamental research. The interest is enhanced by the fact that, this time, the return of humanity to the moon is concentrated on one region: the South Pole. It is a region never visited by man, where there are reserves of water in the form of ice at the bottom of the craters and where sunlight is almost permanent. From a geopolitical perspective, the first countries to settle there will have the freedom to choose the most favourable locations to, for example, store valuable resources found on site. This will confer a definite

entre 100 et 200 tonnes de matériaux, ouvrant la voie à une véritable industrie lunaire. À plus long terme, l'un des enjeux les plus prometteurs concerne l'hélium-3, qui est une ressource abondante sur la Lune. Il pourrait alimenter les centrales thermonucléaires (fusion) de deuxième génération. Contrairement aux énergies fossiles ou aux centrales actuelles, il pourrait offrir une source d'énergie propre et quasi inépuisable. Si nous parvenons à exploiter l'hélium-3, nous pourrions résoudre durablement la question de l'énergie sur Terre tout en réduisant massivement notre impact environnemental. La sécurisation des sources d'énergie lunaires va donc bien au-delà de la simple production d'électricité sur place. Elle s'inscrit dans une vision plus large d'exploration, d'exploitation des ressources et de transition énergétique à l'échelle planétaire.

Au vu du contexte actuel de course à l'espace, l'Europe est-elle en train de rater le virage des missions habitées ?

L'Agence spatiale européenne entretient depuis longtemps d'excellentes relations avec la NASA et a largement contribué à envoyer des astronautes en orbite. De ce point de vue, on peut saluer le rôle de l'Europe. En revanche, l'ESA a toujours fait le choix d'un développement traditionnel avec Ariane, sans investir dans ses propres vols habités, préférant s'appuyer sur les vaisseaux américains pour transporter ses astronautes. C'est sans doute là que le virage a été manqué.

Quant à la présence d'Européens sur la Lune, je suis convaincu que cela arrivera bien plus vite

que les plus sceptiques ne le pensent. Chez Venturi Space, nous échangeons régulièrement avec les responsables de l'ESA. Je veux contribuer activement au développement des activités spatiales européennes. J'ai la motivation et les ressources.

Après la Lune, objectif Mars ? On parle de contacts avec la NASA ?

Il est trop tôt pour vous répondre dans le détail, mais effectivement, nous faisons partie des acteurs de l'industrie spatiale qui travaillent déjà sur des programmes martiens. Mars est moins hostile que le pôle sud de la Lune, donc les technologies que nous avons conçues pour les rovers lunaires FLIP et FLEX pourront fonctionner sur Mars.

L'espace, mais aussi l'Antarctique avec un véhicule capable de prouesses en milieu hostile... Un outil d'exploration polaire zéro émission destiné à des recherches liées à l'environnement. C'est un autre de vos combats ?

Oui. La protection de l'environnement est l'une de mes préoccupations et l'Antarctica est le premier véhicule d'exploration polaire électrique. Ce véhicule a été conçu pour permettre aux scientifiques de la station polaire Princess Elisabeth de mener leurs recherches en Antarctique sans perturber les écosystèmes. Ce véhicule s'inscrit pleinement dans la politique du prince Albert II de Monaco en faveur du développement durable. ●

strategic advantage. Furthermore, the Moon will serve as a springboard to more distant destinations, such as Mars, thereby facilitating space exploration.

Securing energy sources on the Moon remains a key issue and an integral part of its long-term exploitation. It is a global project for sustainable settlement. The South Pole is particularly strategic. At the bottom of the craters, there is not only water essential for human survival and fuel production, but also a large quantity of metals and rare earths. These elements are crucial for advanced technologies such as batteries and power electronics.

Exploiting these resources will require appropriate infrastructure, including lunar bases and vehicles. SpaceX's Starship 3 will be able to bring back between 100 and 200 tonnes of materials, paving the way for a true lunar industry. In the longer term, one of the most promising issues concerns helium-3, which is an abundant resource on the moon. It could power the second generation thermonuclear (fusion) plants. Unlike fossil fuels or current power plants, it could provide a clean and almost inexhaustible source of energy. If we successfully harness helium-3, we could sustainably resolve Earth's energy challenge while massively reducing our environmental impact. Securing lunar energy sources therefore goes far beyond simple on-site electricity generation. It is part of a broader vision of exploration, resource exploitation and a planetary-scale energy transition.

In the context of the current space race, is Europe missing the shift towards manned missions?

The European Space Agency has a long-standing and excellent relationship with NASA and has been instrumental in sending astronauts into orbit. From this perspective, Europe's role can be commended. On the other hand, ESA has always chosen a traditional development approach with Ariane, without investing in its own manned flights, preferring to rely on American spacecraft to transport its astronauts. This is probably where the shift was missed.

As for the presence of Europeans on the moon, I am convinced that it will happen much sooner than most sceptics think. At Venturi Space, we regularly engage with ESA officials. I want to actively contribute to the development of European space activities. I have the motivation and the resources.

After the Moon, is Mars the objective? Are we talking about contacts with NASA?

It is too early to answer in detail, but we are one of the space industry players already working on Mars programmes. Mars is less hostile than the South Pole of the moon, so the technologies we designed for the FLIP and FLEX lunar rovers will be able to work on Mars.

Space, but also Antarctica, with a vehicle capable of feats in hostile environments... A zero-emission polar exploration tool designed for research related to the environment. Is that another one of your causes?

Yes. Environmental protection is one of my concerns and the Antarctica is the first electric polar exploration vehicle. This vehicle was designed to allow scientists at the Princess Elisabeth Polar Station to conduct their research in Antarctica without disrupting ecosystems. It fully aligns with Prince Albert II of Monaco's policy in favour of sustainable development. ●

Gildo Pastor © DR





de **TECH** à **tech**

Ceux qui travaillent dans la partie upstream de la filière mesurent pleinement les enjeux thermiques, élect(ron)iques et mécaniques de chaque équipement destiné à l'espace. Ingénierie de précision, isolants, capteurs, instruments d'optique, outillage spatial, développement de nouveaux matériaux, équipements sol d'assemblage des satellites... Ceux qui travaillent dans la partie downstream ont su allier l'apport des données satellite à la force visuelle des représentations cartographiques et aux approches prospectives. Quand l'amont et l'aval azuréens se parlent et travaillent ensemble, c'est tout le secteur qui en sort grandit.

Those who work in the upstream element of the industry are fully aware of the thermal, electrical and mechanical challenges of each piece of equipment destined for space. Precision engineering, insulators, sensors, optical instruments, space tools, development of new materials, ground equipment for satellite assembly, etc. Those working in the downstream element of the industry have combined the contribution of satellite data with the visual power of cartographic representations and forward-looking approaches. When the upstream and downstream elements of the Côte d'Azur talk to each other and work together, the whole sector benefits.

Isolants thermiques et chemins de câbles...

L'industrie spatiale n'est pas l'apanage des grands groupes. Soditech, une PME cannoise, est parvenue à y faire son trou en fabricant des MLI, ces isolants qui donnent aux satellites leur apparence dorée, et des harnais spatiaux, ces chemins de câbles qui servent à alimenter les équipements d'un satellite. La rédaction a pu échanger avec Charlène Di Campo, directrice des opérations de Soditech.

par Emmanuel Maumon



Fabrication de MLI © Soditech

Implantée à Cannes La Bocca, à quelques encablures du site de Thales Alenia Space, Soditech est une PME d'une soixantaine de salariés fondée en 1990 par Maurice Caillé qui a aujourd'hui cédé les rennes de l'entreprise à sa fille, Madenn Caillé. La société est spécialisée dans la conception et l'intégration de sous-ensembles mécaniques, thermiques et électriques.

En matière de mécanique spatiale, l'activité couvre principalement l'assemblage d'éléments sur un panneau de vol d'un satellite. Soditech s'occupe notamment de collages sur panneaux d'inserts, de caloducs et de sondes. L'entreprise assemble également des baies mécaniques. Dans le domaine thermique, la société conçoit et fabrique des MLI (Multi-layer Insulation) qui sont des isolants utilisés pour réduire les pertes par radiations thermiques. Un troisième volet concerne l'électrique avec la conception et la fabrication de harnais spatiaux, ces chemins de câbles qui permettent d'alimenter les différents équipements d'un satellite.

« Ce sont les MLI dont la feuille externe est généralement faite en Kapton, un film de polyimide doré, qui donnent aux satellites l'apparence d'être couverts de feuilles d'or »

MLI et harnais spatiaux

Les MLI et les harnais spatiaux constituent les deux produits phares de l'entreprise. Isolants thermiques, les MLI sont des multi couches sur lesquelles on alterne un matériau qui va être un écran radiatif (c'est-à-dire que l'écran évite au rayonnement de passer à travers l'isolation) à des couches permettant de limiter la conduction et la convection entre les écrans radiatifs.

Thermal insulation and cable channel systems, two essentials in the space odyssey

The space industry is not just the preserve of large groups. Soditech, an SME based in Cannes, has managed to make a name for itself by manufacturing MLI, the insulators that give satellites their golden appearance, and cable harnesses, the system for electrical cables used to power a satellite's equipment. The editorial team spoke to Charlène Di Campo, Director of Operations at Soditech.

It owes this success to its agility and its ability to control the entire equipment manufacturing process, from design to integration in the satellite.

Based in Cannes La Bocca, just a stone's throw from the Thales Alenia Space site, Soditech is an SME with around 60 employees founded in 1990 by Maurice Caillé, who has now handed over the reins to his daughter, Madenn Caillé. The company specialises in the design and integration of mechanical, thermal and electrical sub-assemblies.

In terms of space mechanics, the activity mainly covers the assembly of components on a satellite flight panel. In particular, Soditech glues inserts, heat pipes and probes to panels. The company also assembles mechanical bays. In the thermal sector, the company designs and manufactures MLI (Multi Layers Insulation), which is insulation used to reduce heat radiation losses. A third area is electrical, with the design and manufacture of space harnesses, the



Charlène Di Campo, directrice des opérations de Soditech © E. Maumon

Il s'agit d'une isolation thermique très peu utilisée en dehors du domaine spatial. En effet, si elle fonctionne très bien pour le rayonnement, elle marche beaucoup moins bien pour la convection¹. Mais comme ce phénomène est inexistant dans l'espace puisqu'on est dans le vide, ce type d'isolation s'avère particulièrement adaptée à cet environnement. Ce sont les MLI dont la feuille externe est généralement faite en Kapton, un film de polyimide doré (le polyimide est un polymère connu pour sa thermostabilité). Ce sont ces MLI qui donnent aux satellites l'apparence d'être couverts de feuilles d'or.

Les harnais spatiaux permettent aux divers équipements des satellites d'être alimentés en courant. Ils sont composés de dizaines de milliers de câbles et leur fabrication s'avère très complexe. Charlène Di Campo, directrice des opérations de Soditech, nous explique les quatre grandes étapes de leur fabrication : « Nous commençons par réaliser ce que l'on appelle le connecteur de départ, et par faire un bout de chacun des câbles. Une fois que ces bouts sont terminés, nous cheminons l'intégralité des câbles sur des maquettes à l'échelle 1. Ce cheminement achevé, nous terminons par la deuxième extrémité des câbles. Vient ensuite la dernière étape durant laquelle l'ensemble va être contrôlé, testé, puis envoyé chez le client pour intégration. »

Petit mais costaud...

Si Soditech a pu séduire les grands industriels du secteur, notamment avec ses MLI et ses harnais spatiaux, c'est en grande partie parce qu'elle leur propose une offre globale susceptible de répondre à leurs besoins dans leur entièreté. Soditech est en effet en mesure de prendre en charge l'intégralité d'un projet, de sa phase de conception et de design jusqu'à l'intégration de l'équipement sur le satellite. Pour Charlène Di Campo : « L'avantage de maîtriser l'ensemble du processus, c'est de connaître parfaitement toutes les contraintes de fabrication. En effet, lorsqu'une société ne fait que de la conception, il arrive fréquemment que certains éléments

ne soient pas industrialisables. Un autre atout réside dans la possibilité de pouvoir se déplacer chez le client pour intégrer nous-mêmes nos propres équipements. » Sa proximité immédiate avec le site de Thales Alenia Space de Cannes La Bocca constitue d'ailleurs un avantage indéniable.



Paradoxalement, Soditech tire aussi sa force de sa taille relativement modeste. Le fait d'être une PME familiale la rend particulièrement agile et lui permet d'apporter de la flexibilité à ses clients. Elle est ainsi capable de répondre très rapidement à leurs besoins et de s'y adapter. Une flexibilité qui peut s'avérer bien plus compliquée à obtenir pour un grand groupe. A l'inverse, une PME spécialisée dans un domaine d'activité a souvent plus de mal à répondre à des besoins globaux. Soditech est partiellement parvenu à contourner cette difficulté par sa bonne intégration dans le tissu local et national. Cela lui donne la possibilité de trouver des partenaires à son échelle, complémentaires, spécialisés dans d'autres domaines. De quoi pouvoir proposer une offre plus globale à ses clients qui sont généralement de grands donneurs d'ordre.

Pour ses divers pans d'activités la société s'est équipée d'équipements performants qui lui permettent de répondre aux multiples contraintes de fabrication d'éléments devant séjourner dans l'espace. Parmi eux, notons une salle blanche, certifiée ISO 8, de près de 1 000 m², dans laquelle un très petit nombre

de câbles est utilisé pour alimenter les divers équipements d'un satellite.

MLI and space harnesses

MLIs and space harnesses are the company's two flagship products. MLIs are multi-layer thermal insulators, alternating a material that acts as a radiative screen (i.e. the screen prevents radiation from passing through the insulation) with layers that limit conduction and convection between the radiative screens. This type of thermal insulation is rarely used outside the space industry. While it works very well for radiation, it works much less well for convection. However, as convection does not occur in space because it is in a vacuum, this type of insulation is particularly well suited to this environment. These are the MLIs whose outer sheet is generally made of Kapton, a golden polyimide film (polyimide is a polymer known for its thermostability). It is these MLIs that give satellites the appearance of being covered in gold leaf.

Space harnesses are used to supply power to the various items of equipment on satellites. They are made up of tens of thousands of cables and their manufacture is highly complex. Charlène Di Campo, Director of Operations at Soditech, explains the four main stages in their manufacture: "We start by making what we call the starter connector and by making one end of each of the cables. Once these ends are complete, we route the cables in their entirety on 1:1 scale models. Once this is done, we finish off with the second end of the cables. Then comes the final stage, during which the whole assembly is checked, tested and then sent to the customer for integration."

Small but mighty...

If Soditech has been able to win over the sector's major manufacturers, particularly with its MLIs and space harnesses, it is largely because it offers them a global package capable of meeting their needs in their entirety. Soditech is able to take charge of an entire project, from the conception and design phase through to integration of the equipment on the satellite. According to Charlène Di Campo: "The advantage of mastering the entire process is that we are fully aware of all the manufacturing constraints. When a company is only involved in design, it often happens that certain elements cannot be industrialised. Another advantage is that we can travel to the customer's site to integrate our own equipment." The company's close proximity to the Thales Alenia Space site at Cannes La Bocca is also an undeniable advantage.

Paradoxically, Soditech also draws its strength from its relatively modest size. The fact that it is a family-run SME makes it particularly agile and enables it to offer flexibility to its customers. It is therefore able to respond very quickly to their needs and adapt to them. This flexibility can be much harder to achieve for a large group. Conversely, an SME specialising in one area of activity often finds it more difficult to respond to global needs. Soditech has managed to get round this difficulty to some extent by integrating well into the local and national network. This enables it to find partners on its own scale who are complementary and specialise in other fields. This enables it to offer a more comprehensive range of services to its customers, who are generally major contractors.

For its various activities, the company has installed high-performance equipment that enables it to meet the many constraints involved in manufacturing components that will be used in space. These include an ISO 8-certified clean room covering almost 1,000 m², in which a very small number of particles can be deposited on the top-of-the-range equipment it manufactures for the space, defence and research industries.

The company's premises also contain another ISO 5-certified clean room, measuring 25 m², with an even more restricted environment, where even

1. Rappelons que la convection est l'ensemble des mouvements internes verticaux ou horizontaux qui animent un fluide et qui impliquent alors le transport des propriétés des particules de ce fluide au cours de son déplacement. Elle peut être due à des différences de température, une agitation mécanique, un pompage... Dans l'espace, il n'y a pas d'air. Les échanges de chaleur se font donc uniquement par échange de rayonnement, et pas par rayonnement et convection et conduction comme sur Terre.



Le câblage pour satellite, une opération délicate réalisée par Soditech @ DR

de particules peuvent se déposer sur les équipements haut de gamme qu'elle fabrique pour le spatial, la défense ou la recherche.

Les locaux de l'entreprise renferment également une autre salle blanche certifiée ISO 5, de 25 m², à l'environnement encore plus contraint, où l'on enregistre la présence d'encore moins de particules et de molécules non désirées. Une salle qui sert tout particulièrement pour l'intégration et le nettoyage d'équipements. Outre ses salles blanches, Soditech possède de très nombreux outils pour fabriquer et tester de manière automatisée ses différents harnais ou MLI.

L'ensemble des équipements dont elle dispose permet à l'entreprise de fabriquer des produits fiables, susceptibles de surmonter les nombreuses épreuves auxquelles ils sont confrontés lors du lancement et de leur séjour dans l'espace. Lors du lancement du satellite en effet, tous les équipements subissent de très fortes contraintes de température et de tenue mécanique en raison des fortes vibrations auxquelles ils doivent résister. Une fois sur orbite, ils ont cette fois à supporter toutes les contraintes liées à l'environnement spatial, en matière de rayonnement, de propreté et de dégazage.

Se diversifier pour pallier à la cyclicité de l'industrie spatiale

Depuis sa création il y a 25 ans, la société s'est bien développée. En 2024, Soditech a réalisé un chiffre d'affaires de près de 5,6 millions d'euros, dont les deux tiers dans le secteur de l'espace. Outre Thales Alenia Space, elle a pour clients tous les grands donneurs d'ordre de ce secteur comme Airbus Defense & Space, le CNES et l'ESA. De plus, dans le domaine du spatial, Soditech ne travaille pas uniquement pour des équipementiers de satellites, mais aussi pour des fabricants de lanceurs. Aujourd'hui, même si elle doit faire face à une forte concurrence internationale, son ambition est de parvenir dans les années à venir à suivre la cadence de ce secteur en pleine croissance. À date, l'entreprise a dépassé le stade de la fabrication d'équipement prototype et d'un délai de livraison tous les deux ans. Aujourd'hui, elle produit en série pour plusieurs entreprises dans le monde.

Les commandes dans le domaine de l'espace restent toutefois cycliques et quelque peu aléatoires. Pour pallier à ce contexte, Soditech a cherché à se diversifier vers d'autres activités, notamment en recherche et défense. Une diversification qu'elle entend intensifier dans les prochaines années, mais qui porte déjà ses fruits. Elle a ainsi pour clients un grand nombre de laboratoires français et plusieurs entreprises de la défense.

Dans le domaine du spatial, Soditech cherche aussi à diversifier son carnet d'adresses clients et ne se limite pas à la France. D'ailleurs, lors de notre venue dans ses locaux, sa PDG actuelle, Madenn Caillé, était aux États-Unis pour un séjour professionnel... ●

fewer particles and unwanted molecules are recorded. This room is particularly useful for integrating and cleaning equipment. In addition to its cleanrooms, Soditech has a wide range of tools for the automated manufacture and testing of its various harnesses and MLIs.

All this equipment enables the company to manufacture reliable products that can withstand the many tests they face during launch and their stay in space. During the launch of the satellite, all the equipment is subjected to very high temperature and mechanical stress due to the strong vibrations it has to withstand. Once in orbit, they have to withstand all the constraints associated with the space environment, in terms of radiation, cleanliness and outgassing.

Diversifying to offset the cyclical nature of the space industry

Since its creation 25 years ago, the company has developed well. In 2023, Soditech generated sales of nearly €4.6 million, two-thirds of which in the space sector. In addition to Thales Alenia Space, its customers include all the major prime contractors in this sector, such as Airbus Defence & Space, CNES and ESA. What's more, in the space sector, Soditech works not only for satellite equipment manufacturers, but also for launch vehicle manufacturers. Today, even though it faces stiff international competition, its ambition is to keep pace with this fast-growing sector over the coming years. To date, the company has gone beyond the stage of manufacturing prototype equipment and delivering every 2 years. It now mass-produces for a number of companies around the world.

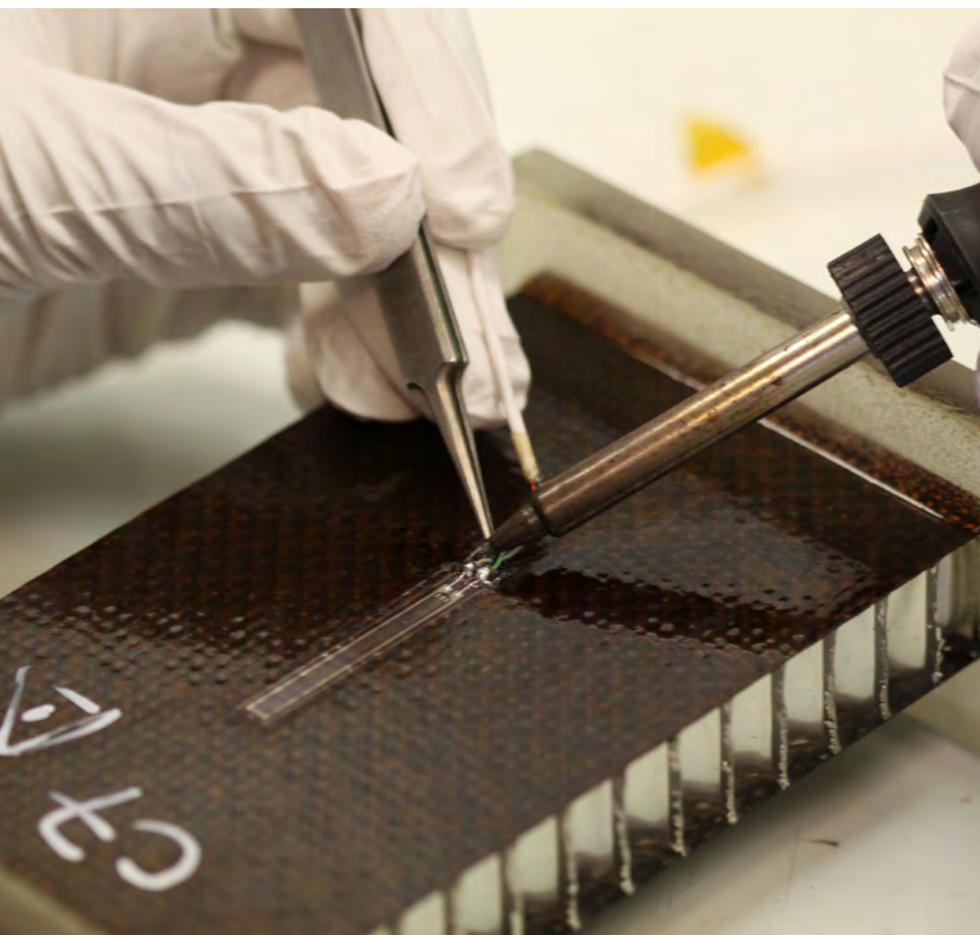
However, orders in the Space sector remain cyclical and somewhat unpredictable. To compensate for this, Soditech has sought to diversify into other activities, notably Research and Defence. This diversification is set to intensify over the next few years but is already bearing fruit. Its customers include a large number of French laboratories and several defence companies.

In the space sector, Soditech is also seeking to diversify its customer base and is not limiting itself to France. In fact, when we visited the company's premises, its current CEO, Madenn Caillé, was in the United States on a business trip... ●

Filière spatiale et Ingénierie haute précision

Savez-vous qu'au-dessus de notre tête, au-delà de l'atmosphère, tournent en orbite des satellites en partie conçus avec des éléments techniques fabriqués dans les Alpes-Maritimes ? En pleine expansion dans le secteur spatial, le groupe EMM/EMS/CYTECH, dirigé par Bénito Pisani, s'impose comme un acteur clé de l'ingénierie haute précision. De la fabrication d'outillages complexes à la qualification de matériaux, cette triple entité industrielle se démarque par son savoir-faire de pointe. La rédaction a échangé avec Bénito Pisani qui nous a ouvert grand les portes de ses ateliers.

par Cédric Stanghellini



À gauche, éprouvette d'un matériau utilisé sur les satellites en cours d'instrumentation pour réalisation d'essais de compression, à droite, soudeur en train de souder une structure en inox pour un outillage du spatial © EMM

Le groupe que dirige Bénito Pisani - EMM/EMS/CYTECH - se compose de trois entités complémentaires, toutes basées à Pégomas, en Pays de Grasse. La société EMM est spécialisée dans l'ingénierie, la fabrication et l'assemblage de pièces de mécanique de précision. Pour le secteur spatial, EMM conçoit des outillages complexes destinés aux phases d'assemblage et de test de satellites. Sa société sœur EMS est spécialisée dans la chaudronnerie inox et la tôlerie de précision. EMS fabrique des composants aux caractéristiques ultraspécifiques et ces composants sont utilisés pour des bancs d'essai, notamment en salle blanche, cet environnement contrôlé conçu pour limiter la contamination par des particules et pour garantir des conditions de pureté optimales. Dans la filière spatiale, cet aspect est crucial dans les étapes de manipulation de composants sensibles. La troisième société, CYTECH, est un bureau d'ingénierie reconnu pour son expertise en caractérisation des matériaux et en essais thermiques, mécaniques et dans des conditions reproduisant le vide. Cette triple casquette est essentielle pour garantir la qualification des matériaux utilisés dans l'environnement spatial et assurer leur résistance aux conditions extrêmes de l'espace.

Quelles contributions concrètes apportez-vous au spatial ?

Avec CYTECH Ingénierie, nous sommes particulièrement impliqués dans la caractérisation et la qualification des matériaux rentrant dans la composition des satellites et, en particulier, les matériaux composites, les colles. Dans le cadre de nos projets d'ingénierie, nous nous appuyons sur des essais mécaniques et thermiques réalisés dans des conditions réelles de température, en simulant le vide, dans notre propre laboratoire d'essais.

From precision engineering to the conquest of space, spotlight on a Côte d'Azur start-up

Did you know that above our heads, beyond the atmosphere, satellites are orbiting, some of them designed using technical components manufactured in the Alpes-Maritimes? The EMM/EMS/CYTECH group, headed by Bénito Pisani, is a fast-growing player in the space sector, and has established itself as a key player in high-precision engineering. From the manufacture of complex tools to the qualification of materials, this triple industrial entity stands out for its cutting-edge expertise. The editorial team spoke to Bénito Pisani, who welcomed us behind the scenes.





En haut, centre numérique en fonctionnement - usinage d'une pièce pour un outillage du spatial, en bas, capteur d'effort ©EMM

Dans le secteur du spatial, nous travaillons en partenariat avec plusieurs acteurs de premier plan, avec Thales Alenia Space, le CNES, Ariane Group, Hemeria, Spirit Technologie, Expleo. Récemment, nous avons collaboré avec Thales Alenia Space sur des outillages spécifiques destinés à l'assemblage de satellites d'observation. Ces équipements intègrent des structures de maintien et des bancs de test thermique et ont permis d'assurer la parfaite fonctionnalité des composants avant leur mise en orbite. Nous travaillons également avec le CNES sur la qualification de pièces critiques composant le rover qui équipera la prochaine mission martienne. Nous réalisons également des capteurs spécifiques et des bancs de test qui simulent les conditions spatiales.

Avec EMM et EMS, nous sommes principalement impliqués dans la fabrication d'outillages complexes pour nos partenaires. Nous avons notamment réalisé des systèmes de maintien pour les panneaux solaires de satellites et des outillages de manutention pour les phases d'assemblage.

« Nous avons récemment livré un système de maintien de panneaux solaires de plusieurs mètres, permettant de manipuler et tester ces éléments critiques avant leur intégration sur satellite »

Pouvez-vous détailler votre approche dans la fabrication de ces outils de haute précision ? Pourquoi privilégier l'outillage complexe au détriment des pièces de vol ?

Chaque outillage est conçu de manière spécifique, pour répondre à un besoin précis du client. Nous réalisons des systèmes qui sont capables de maintenir des composants de grande taille en salle blanche, avec des tolérances extrêmement fines. Nous avons récemment livré un système de maintien de panneaux solaires de plusieurs mètres, qui permet de manipuler et de tester ces éléments critiques avant leur intégration sur satellite.

Le marché des pièces de vol est extrêmement concurrentiel et souvent centré sur des productions en petite série. Notre stratégie a été de nous spécialiser dans des projets uniques et des outillages complexes, là où la valeur ajoutée et l'expertise technique sont essentielles. Ce choix nous permet

The group headed by Bénito Pisani - EMM/EMS/ CYTECH - is comprised of three complementary entities, all based in Pégomas in the Grasse region. EMM specialises in the engineering, manufacture and assembly of precision mechanical parts. For the space sector, EMM designs complex tooling for the satellite assembly and test phases. Its sister company EMS specialises in stainless steel sheet metal and precision sheet metal work. EMS manufactures components with ultra-specific characteristics and these components are used for test equipment, particularly in clean rooms, this controlled environment designed to limit particle contamination and guarantee optimum conditions of purity. In the space industry, this is crucial in the handling of sensitive components. The third company, CYTECH, is an engineering firm renowned for its expertise in materials characterisation and thermal and mechanical testing, and in conditions that reproduce a vacuum. This three-pronged approach is essential for guaranteeing the quality of materials used in the space environment and ensuring their resistance to the extreme conditions of space.

What specific contributions do you make to the space industry?

CYTECH Ingénierie is particularly involved in the characterisation and qualification of materials used in the composition of satellites, in particular composite materials and adhesives. As part of our engineering projects, we rely on mechanical and thermal tests carried out under real temperature conditions, simulating a vacuum, in our own test laboratory.

In the space sector, we work in partnership with a number of leading players, including Thales Alenia Space, CNES, Ariane Group, Hemeria, Spirit Technologie and Expleo. Recently, we collaborated with Thales Alenia Space on specific tooling for the assembly of observation satellites. This equipment includes holding structures and thermal test benches, ensuring that the components are fully functional before they are put into orbit. We are also working with CNES on the qualification of critical parts making up the rover that will equip the next Mars mission.

We are also producing specific sensors and test equipment that simulate space conditions.

With EMM and EMS, we are mainly involved in the manufacture of complex tooling for our partners. In particular, we have produced holding systems for satellite solar panels and handling tools for the assembly phases.

Can you describe your approach to manufacturing these high-precision tools? Why do you favour complex tooling over flight parts?

Each tool is designed specifically to meet a customer's precise requirements. We make systems that are capable of holding large components in a clean room, to extremely fine tolerances. We recently delivered a system for holding solar panels several metres long, enabling these critical components to be handled and tested before being integrated into a satellite.

The flight parts market is extremely competitive and often focused on small series production. Our strategy has been to specialise in unique projects and complex tooling, where added value and technical expertise are essential. This choice allows us to stand out and avoid competition based solely on price. It's what sets us apart from the competition. Our ability to offer complete, made-to-measure solutions, from engineering to parts qualification, means we can meet very specific needs. We have chosen to prioritise quality and innovation in our processes. This clearly sets us apart from our competitors, who have chosen to focus on mass production.



Opérateur en train de programmer un centre numérique - en premier plan une pièce composant d'un satellite © EMM

de nous démarquer aujourd'hui et d'éviter une concurrence uniquement basée sur le prix. C'est un différenciant face à la concurrence. Notre capacité à proposer des solutions complètes et sur mesure, allant de l'ingénierie à la qualification des pièces, nous permet de répondre à des besoins très spécifiques. Nous avons fait le choix de privilégier qualité et innovation dans nos processus. Ce trait nous distingue nettement des concurrents qui ont fait le choix de s'orienter vers de la production de masse.

Nous disposons de machines de pointe et d'une équipe composée exclusivement de techniciens hautement qualifiés. Nos machines sont toutes connectées à un réseau informatique centralisé qui permet de gérer les projets de façon numérique. Nous utilisons des logiciels de FAO, la Fabrication assistée par Ordinateur, pour convertir directement les plans 3D de nos clients en programmes d'usinage. Pour chaque pièce fabriquée, la précision et la fiabilité sont optimales.

Quels sont les défis du recrutement dans un secteur aussi pointu ? Quels sont vos objectifs futurs ?

Recruter des techniciens qualifiés, en particulier dans la chaudronnerie et l'usinage numérique, est un véritable défi. Ce sont des métiers qui demandent des compétences modernes en informatique et en programmation de machines, bien loin de l'image désuète qu'on pourrait s'en faire. Nous cherchons des profils passionnés par la technique et la précision. Aujourd'hui, j'ai une vingtaine de salariés et le besoin de main d'œuvre se fait sentir...

Nos projets, à moyen terme, sont de renforcer notre position sur le marché dans le domaine de l'outillage spatial tout en développant davantage la qualification de matériaux avec CYTECH Ingénierie. Le marché spatial étant en forte croissance, nous investissons dans de nouveaux équipements pour répondre à la demande croissante en solutions techniques de haute précision. Nous sommes fiers de contribuer à l'industrie spatiale française et de participer à des projets technologiques majeurs. Notre expertise unique dans l'outillage de haute précision et dans la qualification des matériaux nous permet d'accompagner nos partenaires dans leurs missions les plus exigeantes. ●

We have state-of-the-art machinery and a team made up exclusively of highly qualified technicians. Our machines are all connected to a centralised computer network, enabling us to manage projects digitally. We use CAM (Computer Aided Manufacturing) software to convert our customers' 3D drawings directly into machining programmes. This ensures that every part manufactured is as precise and reliable as possible.

What are the challenges of recruiting in such a specialised sector? What are your future objectives?

Recruiting qualified technicians, particularly in metal working and digital machining, is a real challenge. These are professions that require modern IT and machine programming skills, far removed from the outdated image we might have of them. We're looking for people who are passionate about technology and precision. Today, I have around twenty employees and there's a real need for additional labour...

Our medium-term plans are to strengthen our market position in the field of space tooling, while further developing materials qualification with CYTECH Ingénierie. With the space market growing strongly, we are investing in new equipment to meet the increasing demand for high-precision technical solutions. We are proud to contribute to the French space industry and to be involved in major technological projects. Our unique expertise in high-precision tooling and materials qualification enables us to support our partners in their most demanding projects. ●



Benito Pisani, fondateur des trois sociétés © DR

Né à La Ciotat en 1968, fils d'un ouvrier de la chaudronnerie navale et d'une assistante maternelle, Bénito Pisani est diplômé de l'école d'ingénieurs Polytech Marseille en 1992. Après des débuts comme chef de projet puis responsable de bureau d'études dans le froid et le mobilier frigorifique, il évolue dans l'industrie automobile et nautique avant de racheter, en 2008, l'entreprise EMM avec l'ambition de la transformer en une société industrielle de pointe. Depuis, le groupe s'est étoffé avec la création d'EMS en 2011 et l'intégration de CYTECH Ingénierie en 2022, renforçant son expertise dans la mécanique de précision, la chaudronnerie et la caractérisation des matériaux.

Du spatial classique au NewSpace

Une belle histoire entrepreneuriale

Depuis 2004, tout un pan de l'activité d'Avantis s'est orienté dans le spatial quand le groupe s'est positionné en appui de la production de satellites. Avantis fabrique de nombreux équipements de support au sol et des pièces de vol pour satellites. Des équipements qu'elle conçoit en grande partie à partir de ses deux sites situés en Pays de Grasse. La rédaction a échangé avec Alexandre Alati, directeur du site de Grasse, pour faire le point sur les actualités de la société.

par Emmanuel Maumon



SWOT © Thales Alenia Space

Dans le domaine du spatial, Avantis commence à avoir une solide réputation. Elle tire notamment son épingle du jeu en maîtrisant la *supply chain* de A à Z et en étant capable de faire des installations chez les clients. Aujourd'hui, la société a pour clients les plus grands donneurs d'ordre européens, de l'Agence spatiale européenne au CNES via Airbus Defense & Space à Toulouse. Une grosse part de son activité se réalise avec Thales Alenia Space dont le siège est installé à Cannes La Bocca. Avantis a donc cherché à s'implanter à proximité et a jeté son dévolu sur Grasse où elle a acquis en 2009 un bâtiment disposant d'une belle surface. Un choix foncier qu'elle ne regrette pas, bien moins onéreux dans l'arrière-pays que sur le littoral, et le site de Thales n'est qu'à une vingtaine de minutes...

Grasse et Pégomas...

Back office incontournable de la filière spatiale azurienne

Le groupe dispose de plusieurs sites en France sur lesquels elle a défini des pôles de compétences. Le site de Grasse est reconnu comme référent dans le secteur du spatial, domaine dans lequel il réalise une grande part de son chiffre d'affaires. Le site grassois héberge essentiellement des bureaux dans lesquels ses équipes conçoivent des équipements dont la plupart seront ensuite fabriqués dans l'usine Avantis du Lot de 4 000 m², située à deux heures de Toulouse.

Dans le spatial, la société conçoit plusieurs types d'équipement. Les MGSE d'abord pour *Mechanical Ground Support Equipment*. Ce sont des machines qui permettent d'assembler les satellites et de procéder à tous les tests de qualification. L'entreprise conçoit également des pièces de vol, qui font partie intégrante du satellite, et qui ont vocation à séjourner dans l'espace.

In the space sector, Avantis is beginning to earn a solid reputation. It particularly distinguishes itself by mastering the entire *supply chain* from A to Z and by being able to carry out on-site installations for clients. Today, the company serves some of Europe's largest prime contractors—from the European Space Agency to CNES via Airbus Defence & Space in Toulouse. A significant part of its business is conducted with Thales Alenia Space, whose headquarters are located in Cannes La Bocca. As a consequence, Avantis looked to establish itself nearby and, in 2009, acquired a spacious building in Grasse.

Grasse and Pégomas...

Back office for the Cote d'Azur's space sector

The Grasse site is recognised as a benchmark in the space sector—a field in which it generates a significant portion of its turnover. The Grasse facility primarily houses offices where its teams design equipment, most of which is subsequently manufactured at Avantis' 4,000 m² factory in Lot, located two hours from Toulouse.



La plateforme réalisée par Avantis pour le satellite SWOT © Avantis

La conception de ces outillages et pièces de vol démarre d'une feuille blanche à Grasse. Un cahier des charges précis sert de base à l'élaboration d'un concept qu'Avantis va faire valider par le client. Le bureau d'études va ensuite calculer et dimensionner ce concept, tout en vérifiant qu'il réponde bien au cahier des charges.

L'entreprise assure également la phase très lourde de documentation. Une tâche qui prend de plus en plus d'importance dans le spatial et qui représente désormais 35 à 40 % des activités à Grasse. Tout ce travail effectué, le site de Grasse peut alors passer le relais aux équipes chargées de la fabrication et du contrôle des équipements.

« Si aujourd'hui nous sommes très implantés sur les MGSE, le cœur de notre développement ne passe plus par là. Nous essayons de passer le step d'après avec les pièces de vol car nous sentons que c'est là qu'il y a une opportunité et une plus-value »

À noter que dans notre département, Avantis dispose également d'un vaste atelier à Pégomas, spécialisé dans la maintenance et les services après-vente. C'est un atout important, notamment vis-à-vis de Thales Alenia Space, un client qui n'attend pas qu'Avantis se contente simplement de livrer un équipement. Le souhait ici est de pouvoir maintenir l'équipement en condition opérationnelle pendant de nombreuses années, et le site de Pégomas s'y emploie en faisant de la maintenance préventive et curative. De quoi assurer la fiabilité et la sécurité des équipements.

Une solide réputation dans les MGSE

Au fil des ans, Avantis a acquis une belle renommée dans la conception et la fabrication de MGSE. Un terme assez vaste qui relie tous les moyens au sol dont on a besoin pour réaliser l'assemblage et la qualification d'un satellite ou d'une partie de satellite. Selon Alexandre Alati, le directeur du site Avantis de Grasse : « Depuis 2004, nous avons livré près de 500 moyens d'essais ou d'outillages et nous sommes implantés dans tous les secteurs. Nous maîtrisons désormais parfaitement cette activité. »

L'un de ses produits phares est le *Multi Purpose Trolley Dolly*, dont elle a livré près de 25 exemplaires dans le monde. Il s'agit d'un outillage de sept tonnes qui permet de mettre un satellite dans toutes les positions pour faire de l'assemblage. Un outillage particulièrement fiable puisque les premiers, livrés en 2004-2005, sont toujours en fonction aujourd'hui, vingt ans plus tard.

Avantis fabrique également des outils pour aider certains clients à réaliser leurs panneaux vols en composite ou faire du collage particulier. D'autres de leurs outillages servent à tester un satellite ou des sous-systèmes afin de vérifier qu'ils puissent résister aux vibrations lors du lancement, ou aux fluctuations de températures très basses et très hautes lors de leur séjour dans l'espace.

Avantis fournit aussi des moyens, qui peuvent être assez lourds, pour vérifier le bon positionnement des antennes d'un satellite afin que demain, lorsque ce dernier se retrouvera à 36 000 km de la Terre, il arrose bien le bon pays et non pas celui d'à côté...

The company designs several types of equipment for the space sector. Firstly, there are the MGSE (Mechanical Ground Support Equipment)—machines that facilitate the assembly of satellites and enable all the qualification tests to be carried out. The company also designs flight components, which form an integral part of the satellite and are intended to remain in space.

The company also manages the highly demanding documentation phase. This task is becoming increasingly important in the space sector and now accounts for 35 to 40% of activities at Grasse. Once all this work is complete, the Grasse site can then hand over to the teams responsible for the manufacturing and quality control of the equipment.

Avantis also operates a large workshop in Pégomas, specialising in maintenance and after-sales services. This is a significant asset, particularly when dealing with Thales Alenia Space—a client who expects more than the mere delivery of equipment. The aim here is to keep the equipment operational for many years, and the Pégomas site is dedicated to both preventive and corrective maintenance, ensuring the reliability and safety of the equipment.

A solid reputation in MGSE

Over the years, Avantis has built an excellent reputation for the design and manufacture of MGSE—a broad term that covers all the ground-based equipment required for the assembly and testing of a satellite, or its parts. According to Alexandre Alati, Director of the Avantis site in Grasse: "Since 2004, we have delivered nearly 500 pieces of test equipment or tools and we are now established across every sector. We have completely mastered this field."

One of Avantis' flagship products is the multi-purpose Trolley Dolly, with nearly 25 units delivered worldwide. This seven-tonne piece of equipment allows a satellite to be positioned in any direction for assembly. It is particularly reliable; early models delivered in 2004-2005 are still in operation today, twenty years later.

Avantis also manufactures tools to assist clients in producing composite flight panels or in carrying out specialised bonding processes. Other equipment is used to test satellites or subsystems, ensuring they can withstand the vibrations of launch and the extreme temperature fluctuations they will experience in space. Additionally, the firm provides large-scale equipment to verify the precise positioning of a satellite's antennas—critical to ensuring that, once in orbit 36,000 km from Earth, the satellite correctly covers its intended country rather than a neighbouring one...

Flight components, the other major activity

While Avantis initially focused on designing and manufacturing ground support equipment for the space sector, it later expanded into flight components. This is a highly competitive market, but as an SME, Avantis is well-positioned to offer cost-effective solutions for small to medium-sized platforms and microsatellites to clients such as Thales Alenia Space.

Today, its most notable achievement in this field is its contribution to the SWOT project—a hydrology and oceanography operation developed between CNES and NASA. Launched in December 2022, the SWOT satellite is designed to study ocean and surface water topography. For this mission, Avantis developed an entire satellite platform, a 2 metre by 2 metre, 800 kilogram cube housing all the satellite's electronic equipment. This platform was delivered to Cannes, where it was assembled before Thales Alenia Space completed the final stages of the satellite's construction. For this project, Avantis formed a consortium with other local SMEs and specifically with Soditech, enabling them to deliver a fully



À gauche, le Multi Purpose Trolley Dolly, l'un des produits phares d'Avantis © Avantis
À droite, Alexandre Alati, Directeur du site d'Avantis à Grasse © E. Maumon

Les pièces de vol, l'autre activité majeure

Si dans le domaine spatial Avantis a commencé par concevoir et fabriquer des équipements de soutien au sol, elle s'est aussi orientée par la suite vers les pièces de vol. Un marché très concurrentiel mais sur lequel une PME comme Avantis a la capacité de proposer à des clients comme Thales Alenia Space, des solutions *low cost* pour des plateformes de petites et moyennes dimensions ou des microsatellites. Plus flexible et agile qu'un grand groupe, la société est en mesure d'apporter des solutions moins onéreuses et produites plus rapidement.

Aujourd'hui, le produit le plus emblématique qu'elle a livré dans ce domaine concerne le projet SWOT, une mission d'hydrologie et océanographie, fruit d'une coopération entre le CNES et la NASA. Lancé en décembre 2022, le satellite SWOT est destiné à l'étude de la topographie des océans et des eaux de surface continentales. Pour ce projet, Avantis a réalisé une plateforme complète de satellite, un cube de 2 mètres sur 2 mètres pesant 800 kilos, qui renferme tous les équipements électroniques du satellite. Une plateforme qu'elle a livrée à Cannes où elle a été assemblée pour que, derrière, Thales Alenia Space finalise la fabrication de ce satellite. À noter que sur ce projet, Avantis a constitué un groupement d'entreprises avec d'autres PME locales et en particulier la société Soditech. Avec elle, elle a ainsi pu proposer et livrer un produit complet à Thales Alenia Space.

Toujours sur les pièces de vol, Avantis travaille également sur les articulations de générateurs solaires qui permettent de capter l'énergie quand le satellite est dans l'espace. Ceci de manière à faire fonctionner tous les équipements électriques. Ces articulations servent à orienter ces panneaux solaires par rapport au soleil. Avantis fabrique également des antennes de télécommunication qui sont positionnées sur le satellite afin que ce dernier puisse communiquer avec la Terre.

Vers une diversification des orientations...

Dans les années à venir, la conception et la fabrication de pièces de vol devraient prendre de plus en plus d'importance dans les activités. Pour Alexandre Alati : « *Si aujourd'hui nous sommes très implantés sur les MGSE, le cœur de notre développement ne passe plus par là. Nous essayons de passer le step d'après avec les pièces de vol car nous sentons que c'est là qu'il y a une opportunité et une plus-value.* »

Par ailleurs, Avantis souhaite aussi se développer fortement dans la recherche et développement, une activité qui commence à porter ses fruits. Ainsi, son laboratoire de R&D de Toulouse lui a permis de développer de nouvelles technologies comme le Stir Welding, un mode de soudure par friction qui commence à se propager dans le monde spatial. Avantis a déjà un gros projet dans ce domaine avec Airbus et essaie aujourd'hui de convertir Thales Alenia Space à cette technologie.

L'entreprise compte aussi se développer sur la partie lanceurs et NewSpace. Elle a déjà réalisé un grand nombre d'équipements pour Ariane Group, notamment pour la nouvelle fusée Ariane 6. Elle entend aussi exploiter un nouveau filon, celui des lanceurs *low cost* que l'Europe essaie de mettre en place pour concurrencer Elon Musk et sa société SpaceX. Avantis a déjà commencé à travailler avec des startups comme MaiaSpace pour développer des solutions de lanceurs agiles et surtout moins onéreuses... ●

integrated product to Thales Alenia Space.

Still in the field of flight components, Avantis also works on solar generator articulated joints, which allow satellites to capture energy in space and power all their electrical systems. These joints are essential for directing solar panels towards the sun to maximise energy efficiency. Avantis also manufactures telecommunication antennas, which are mounted on satellites to ensure reliable communication with Earth.

Broadening the direction...

In the years to come, the design and manufacture of flight components is expected to become increasingly significant in operations. As Alexandre Alati explains: "While MGSE remains a strong part of our business, it is no longer at the core of our growth strategy. We are now focusing on the next step with flight components because we see a real opportunity and added value in this area."

At the same time, Avantis is looking to expand significantly in Research and Development, an area that is already yielding promising results. Its R&D laboratory in Toulouse has led to the development of new technologies, such as Stir Welding, a friction-based welding technique that is gaining traction in the space industry.

Avantis also aims to grow its presence in launch systems and NewSpace. The company has already produced a significant number of components for Ariane Group, including equipment for the new Ariane 6 rocket. In addition, Avantis is looking to capitalise on a new market, low-cost launchers, an initiative Europe is pursuing to compete with Elon Musk's SpaceX. The company has already begun collaborating with startups such as MaiaSpace to develop agile and cost-effective launch solutions... ●

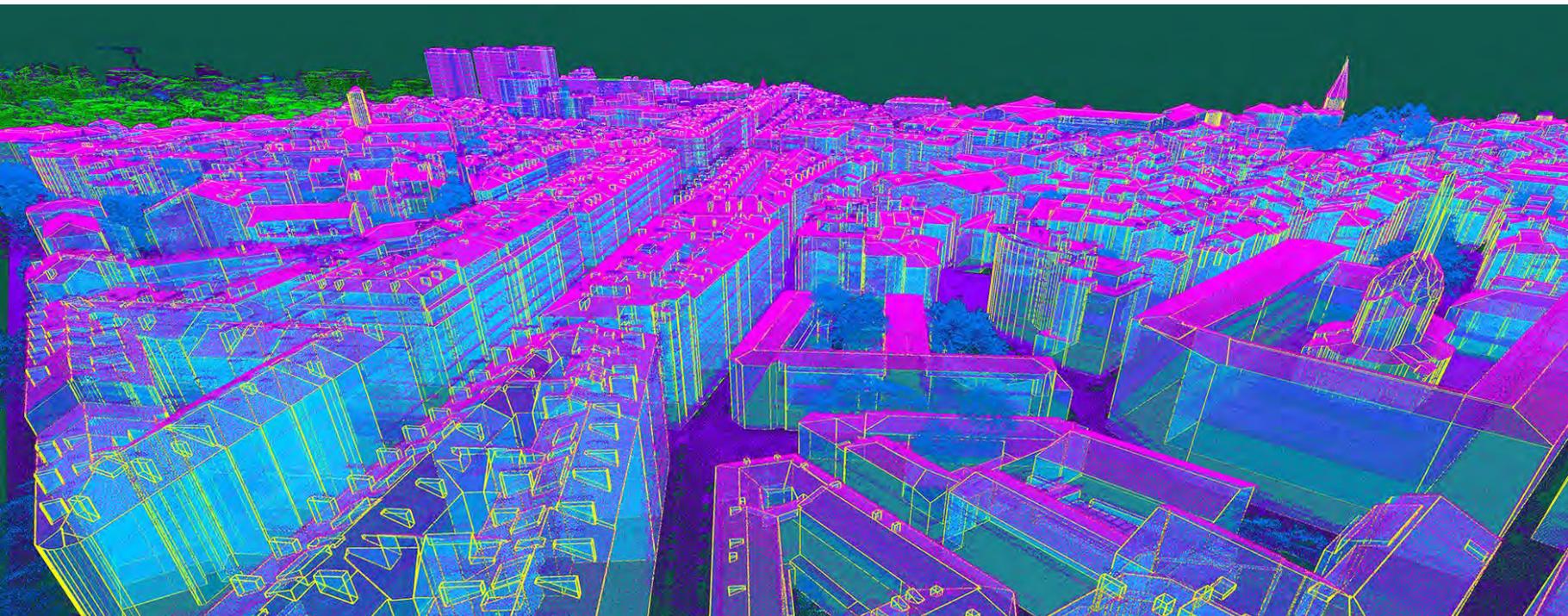


Fondée en 2002, Avantis Group est une entreprise d'environ 300 personnes, spécialisée dans l'ingénierie mécanique et la conception de solutions industrielles intégrées. Elle intervient sur de multiples secteurs comme l'aéronautique, le ferroviaire, la défense, le sport automobile et l'industrie nucléaire. Elle a une activité dans le spatial depuis plus de vingt ans.

Cartographier le monde pour mieux l'anticiper

Dans un monde où la cartographie ne se limite plus à représenter un territoire mais à l'analyser, le comprendre et le prévoir, LuxCarta s'impose comme un acteur clé de la géo-intelligence. Grâce à des modèles 3D précis et constamment mis à jour, l'entreprise française répond aux besoins de télécommunications, de navigation, d'urbanisme, et d'aménagement du territoire. Son fondateur, Albéric Maumy, nous dévoile les coulisses d'une expertise en constante évolution.

par Cédric Stanghellini



Smart City © LuxCarta

Créée en 2007, LuxCarta est née de la fusion de plusieurs entreprises spécialisées dans la cartographie numérique. « À nos débuts, nous produisions des modèles 3D pour aider les opérateurs télécoms à optimiser leurs réseaux », explique le dirigeant. Une nécessité dans un secteur où chaque détail compte : la hauteur d'un bâtiment, l'inclinaison d'un toit ou encore la densité végétale influencent directement la propagation des ondes et donc la qualité de la couverture d'un réseau.

Transformer des données en cartes intelligentes

Avec le temps, l'entreprise a élargi son champ d'action. Désormais, ses solutions sont utilisées pour l'aménagement des villes, la simulation militaire, la gestion des infrastructures, la prévention des catastrophes naturelles et la gestion de risques. « Nos clients viennent chercher chez nous une donnée fiable, récente, adaptée à leurs besoins spécifiques et capable d'être intégrée dans leurs propres systèmes en mode plug-and-play », précise Albéric Maumy.

Si LuxCarta est implantée à Sophia Antipolis, son influence dépasse largement les frontières

Mapping the world to better anticipate what lies ahead

In a world where cartography is no longer limited to representing a territory, but also to analysing, understanding and forecasting it, LuxCarta is establishing itself as a key player in geo-intelligence. Thanks to its accurate, constantly updated 3D models, the French company meets the demands of telecommunications, navigation, urban planning and regional development. Its founder, Albéric Maumy, takes us behind the scenes of this constantly evolving expertise.

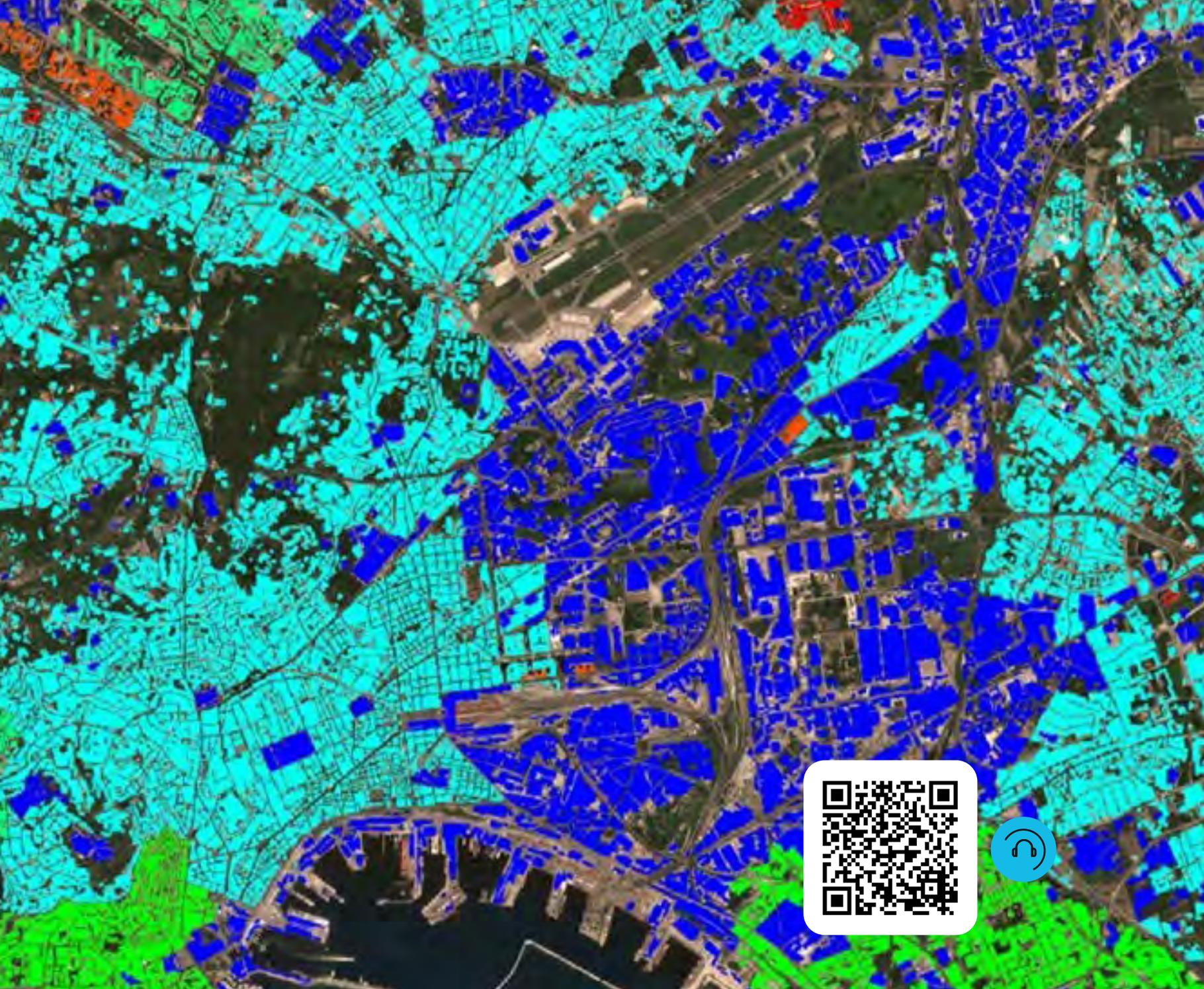
LuxCarta was created in 2007 from the merger of several companies specialising in digital mapping. "When we started out, we produced 3D models to help telecoms operators optimise their networks," explains the CEO. This is essential in a sector where every detail counts: the height of a building, the slope of a roof or even the density of vegetation have a direct influence on the transmission of wavelengths and therefore the quality of a network's coverage.

Transforming data into intelligent maps

Over time, the company has broadened its field of operations. Its solutions are now used for town planning, military simulation, infrastructure management, natural disaster prevention and risk management. "Our customers come to us for reliable, up-to-date data tailored to their specific needs and capable of being integrated into their own systems in plug-and-play mode," explains Albéric Maumy.

Although LuxCarta is based in Sophia Antipolis, its influence extends well beyond France's borders. Less than 5% of its sales are generated in France, with the bulk of its business concentrated in America, Europe, the Middle East, Africa and South East Asia. With more than 350 customers in 110 countries, the company provides its services to mobile phone operators, government institutions, space agencies and strategic industries. Each sector uses its maps for very specific purposes: optimising networks, planning urban areas, modelling interventions or monitoring the evolution of a territory over time.

LuxCarta does more than simply assemble satellite images. Artificial intelligence is at the heart of its technologies. "We have accumulated millions of data sets over more than 30 years, enabling us to train extremely precise algorithms," explains Albéric Maumy.



Cartographie d'une zone urbaine © LuxCarta

hexagonales. Moins de 5 % de son chiffre d'affaires est réalisé en France, l'essentiel de son activité étant concentré en Amérique, en Europe, au Moyen-Orient Afrique et en Asie du Sud Est.

Avec plus de 350 clients dans 110 pays, l'entreprise fournit ses services à des opérateurs de téléphonie mobile, des institutions gouvernementales, des agences spatiales et des industries stratégiques. Chaque secteur utilise ses cartes à des fins bien précises : optimiser des réseaux, planifier des zones urbaines, modéliser des interventions ou encore suivre l'évolution d'un territoire dans le temps.

LuxCarta ne se contente pas d'assembler des images satellite. L'intelligence artificielle est au cœur de ses technologies. « *Nous avons accumulé des millions de données sur plus de trente ans, ce qui nous permet d'entraîner des algorithmes extrêmement précis* », explique Albéric Maumy.

« Nous avons accumulé des millions de données sur plus de trente ans, ce qui nous permet d'entraîner des algorithmes extrêmement précis »

Que permet cette technologie ? Contrairement aux cartes statiques, les modèles 3D de LuxCarta sont capables de détecter automatiquement les évolutions d'un territoire : construction d'un nouvel immeuble, extension d'une forêt, modification d'une route. « *Notre force, c'est cette capacité à générer des cartes toujours plus précises et adaptées aux besoins spécifiques de chaque client* ».

What does this technology enable? Unlike static maps, LuxCarta's 3D models are capable of automatically detecting changes in an area, such as the construction of a new building, the extension of a forest or the modification of a road. "Our strength lies in our ability to generate ever more accurate maps that are tailored to the specific needs of each customer."

BrightEarth, producing maps in record time

One of the major innovations developed by LuxCarta is BrightEarth, a platform that automates 3D mapping from satellite images and generates ultra-detailed terrain models in record time. This tool, launched in February 2025, is revolutionising the way geospatial data is produced and used. "Thanks to BrightEarth, we can now produce accurate, usable models in just a few hours", explains Albéric Maumy. Where traditional surveys require a great deal of time and human resources, this solution makes it possible to obtain up-to-date mapping quickly and on a large scale. The aim is clear: to provide decision-makers with detailed, accessible maps without having to rely on time-consuming and costly field acquisitions.

BrightEarth, produire des cartes en un temps record

L'une des innovations majeures développées par LuxCarta est BrightEarth, une plateforme qui permet d'automatiser la cartographie 3D à partir d'images satellite et de générer des modèles de terrain ultra-détaillés en un temps record. Cet outil, lancé en février 2025, révolutionne la manière dont les données géospatiales sont produites et utilisées.

« **Bâtiments, routes, plans d'eau ou encore espaces verts sont détectés et modélisés avec une précision exceptionnelle** »

« Grâce à BrightEarth, nous pouvons aujourd'hui produire des modèles précis et exploitables en quelques heures seulement », explique Albéric Maumy. Là où les relevés traditionnels nécessitent du temps et des moyens humains conséquents, cette solution permet d'obtenir une cartographie actualisée rapidement et à grande échelle. Son objectif est clair : offrir aux décideurs des cartes détaillées et accessibles sans dépendre d'acquisitions de terrain longues et coûteuses.

L'efficacité de BrightEarth repose sur des algorithmes avancés d'intelligence artificielle générative capables d'identifier et de classer automatiquement les éléments présents sur une image. Les bâtiments, les routes, les plans d'eau ou encore les espaces verts sont détectés et modélisés avec une précision exceptionnelle. Ce processus automatisé garantit des cartes à jour, réduisant

considérablement les délais de mise à disposition et le risque d'erreur humaine.

Les applications de BrightEarth sont multiples. Dans le domaine de l'urbanisme et des smart cities, il permet aux municipalités d'anticiper l'évolution des infrastructures, de planifier les nouveaux aménagements et de gérer efficacement les espaces urbains. Pour les opérateurs télécoms, l'outil offre une simulation de couverture réseau précise, essentielle au déploiement stratégique des antennes. Les agences environnementales et les services de gestion des risques naturels l'utiliseront quant à eux pour surveiller des zones vulnérables aux inondations, aux incendies ou aux glissements de terrain.

« BrightEarth est un atout considérable pour nos clients », souligne le fondateur. « Ils peuvent visualiser un territoire sous toutes ses dimensions, analyser en profondeur son évolution et prendre des décisions éclairées avec un niveau de détail impressionnant. » Grâce à cette technologie, LuxCarta se positionne comme un acteur incontournable dans l'automatisation de la cartographie et l'exploitation intelligente des données géospatiales.

Vers un futur résolument géo-intelligent

Avec son expertise en cartographie 3D, en analyse d'images satellite et en intelligence artificielle, LuxCarta s'impose comme un acteur majeur de la géo-intelligence. Son ambition : continuer à repousser les limites de l'automatisation et fournir des outils toujours plus précis et accessibles. « Nous voulons permettre à nos clients de prendre des décisions éclairées grâce à une connaissance fine du territoire », conclut Albéric. Une vision qui place LuxCarta à la croisée des chemins entre technologie, stratégie et anticipation du monde de demain. ●



Albéric Maumy, fondateur de LuxCarta © DR

BrightEarth's effectiveness is based on advanced generative artificial intelligence algorithms capable of automatically identifying and classifying features in an image. Buildings, roads, bodies of water and green spaces are detected and modelled with exceptional accuracy. This automated process guarantees up-to-date maps, considerably reducing delivery times and the risk of human error.

The applications of BrightEarth are multiple. In the field of urban planning and smart cities, it enables local authorities to anticipate the evolution of infrastructure, plan new developments, and manage urban spaces efficiently. For telecom operators, the tool offers a precise network coverage simulation, which is essential for the strategic deployment of antennas. Environmental agencies and natural risk management services will also use it to monitor areas vulnerable to flooding, fires or landslides.

"BrightEarth is a tremendous asset for our clients," emphasises the founder. "They can visualise a territory in all its dimensions, thoroughly analyse its evolution and make informed decisions with an impressive level of detail." Thanks to this technology, LuxCarta has established itself as an indispensable player in the automation of mapping and the intelligent utilisation of geospatial data.

Towards a resolutely geo-intelligent future

With its expertise in 3D mapping, satellite image analysis and artificial intelligence, LuxCarta has established itself as a major player in geo-intelligence. Its ambition is to continue pushing the boundaries of automation and to provide tools that are ever more precise and accessible. "We want to enable our clients to make informed decisions through a deep understanding of the territory," concludes Albéric. This vision places LuxCarta at the crossroads of technology, strategy and the anticipation of tomorrow's world. ●

Luxcarta et le jumeau numérique de la France Cartographier le territoire en 3D

Imaginer une réplique numérique du territoire national, capable de simuler l'évolution des villes, des infrastructures et des espaces naturels sous l'effet du changement climatique ou des politiques publiques. C'est tout l'enjeu du jumeau numérique de la France. Porté par l'IGN, le Cerema et Inria, ce projet d'envergure vise à créer un modèle 3D dynamique du pays, en intégrant des données géographiques, démographiques et environnementales pour anticiper les transformations à venir.

LuxCarta, spécialiste de la cartographie en 3D, joue un rôle clé dans cette initiative. « L'IGN a lancé une vaste campagne d'acquisition de données LiDAR », explique Albéric Maumy. Grâce à cette technologie de télédétection, des millions de points sont relevés depuis les airs pour modéliser le relief et les infrastructures. LuxCarta intervient ensuite pour transformer ces données brutes en modèles exploitables, restituant avec précision bâtiments, routes et paysages.

L'objectif est de fournir une base de données accessible aux collectivités, urbanistes et entreprises, leur permettant d'optimiser la gestion urbaine, d'évaluer les risques naturels ou encore de planifier l'aménagement énergétique. En croisant ces informations avec d'autres sources, ce jumeau numérique pourrait devenir un outil central d'aide à la décision, indispensable pour anticiper les défis de demain.

Et si on mesurait les émissions de CO₂ depuis l'espace?

C'est le pari de QAlrbon qui se positionne depuis quelques temps sur la surveillance des émissions de CO₂ industrielles à travers le monde. En utilisant des mesures satellitaires de très haute résolution validées par des agences spatiales de premier plan et affinées par des techniques de pointe, l'entreprise s'est résolument orientée sur la quantification des émissions. Rencontre avec le trio qui façonne en ce moment le développement rapide de l'entreprise...

par Cédric Stanghellini



Panache de CO₂ d'une centrale électrique au charbon à Bijpur, en Inde. Grâce à la technologie QAlrbon, il est possible de mesurer avec précision les émissions de ce type d'installation © DR

Fin 2024, QAlrbon a été récipiendaire d'un prix de 34 000 € du Copernicus Relay FPCUP, co-financé par le CNES et la Commission européenne, remis lors des Rencontres du Spatial en région Sud. Premier encouragement concret d'une démarche qui veut accompagner la transition écologique industrielle en fournissant des mesures de CO₂ de très haute résolution à partir de données spatiales. Hervé Hamy, président de l'entreprise, Philippe Durieux, directeur général, et Benoit Blanco, directeur technique, nous éclairent sur la genèse de l'entreprise et sur ses ambitions.

Pourquoi les mesures de haute précision sont-elles si essentielles ?

Hervé Hamy : La précision est cruciale pour garantir la fiabilité des mesures utilisées dans les audits environnementaux et la gestion des quotas carbone. Nos données doivent être irréprochables pour répondre aux standards réglementaires stricts, et elles seront validées par un certificateur.

Nous avons développé une technologie qui est capable de capturer les émissions de CO₂ depuis l'espace avec une précision inégalée. Nous travaillons en coopération avec les grands noms du spatial, notamment Thales Alenia Space, et la solution va être validée par des agences spatiales de premier plan.

What if we measured CO₂ emissions from space?

That's the challenge taken up by QAlrbon, which has been positioning itself for some time to monitor industrial CO₂ emissions around the world. Using very high-resolution satellite measurements endorsed by leading space agencies and refined by cutting-edge techniques, the company has set its sights firmly on quantifying emissions. Meet the trio currently shaping the company's rapid development...

At the end of 2024, QAlrbon was the recipient of a €34,000 Copernicus Relay FPCUP award, co-funded by CNES and the European Commission, presented at the Rencontres du Spatial in the Southern Region. This is the first tangible incentive for an approach that aims to support the industrial ecological transition by providing very high resolution CO₂ measurements from space data. Hervé Hamy, Chairman of the



Illustration du satellite Sentinel-7 (ou CO2M), premier satellite capable de mesurer précisément le CO₂ d'origine humaine. Développé dans le cadre du programme Copernicus, il embarque un spectromètre infrarouge conçu pour évaluer les émissions fossiles, développé par Thales Alenia Space tout comme l'innovation proposée par QAirbon © OHB

Comment fonctionne votre technologie de mesure des émissions par satellite ? Avez-vous testé cette technologie sur le terrain et pouvez-vous nous en indiquer les limites ?

Benoît Blanco : Notre technologie repose sur des satellites équipés de capteurs capables de détecter les radiations dans le proche infrarouge et de mesurer l'absorption de la lumière par un panache de CO₂. Cela permet d'établir avec précision une carte de concentration du gaz.

Nous sommes en train de mener un essai grandeur nature sur des installations industrielles majeures comprenant des aciéries et des centrales. Ce test permet déjà de démontrer la capacité des capteurs spatiaux à détecter des émissions de CO₂, même avec des conditions atmosphériques complexes.

L'un des principaux défis reste la détection du CO₂ en raison de sa forte concentration naturelle dans l'atmosphère. Pour surmonter cela, nous utilisons des capteurs à très haute résolution spectrale et des modèles d'une très haute complexité issus de l'état de l'art scientifique sur l'utilisation des données météorologiques et sur la physique de l'atmosphère.

Quelles sont les principales applications pour les entreprises ?

Jean-Philippe Durieux : Le CO₂ est désormais une valeur comptable pour les entreprises. Nos données leur permettent de suivre et de réduire leurs émissions de CO₂ conformément aux réglementations environnementales. Elles sont également utilisées dans le cadre de la gestion des quotas carbone et peuvent être intégrées dans des rapports extra-financiers certifiés.

QAirbon souhaite collaborer avec plusieurs grandes industries européennes, par exemple pour leur permettre de réduire leurs émissions de CO₂ en sélectionnant les fournisseurs qui ont la meilleure performance environnementale, où qu'ils soient dans le monde. Cette approche est essentielle pour les entreprises, qui doivent s'engager sur l'intégralité de leurs émissions selon les nouvelles réglementations environnementales européennes.

« Nous sommes en train de mener un essai grandeur nature sur des installations industrielles majeures »

company, Philippe Durieux, Managing Director, and Benoit Blanco, Technical Director, give us an insight into the genesis of the company and its ambitions.

Why are high-precision measurements so essential?

Hervé Hamy: Accuracy is crucial to guarantee the reliability of the measurements used in environmental audits and carbon quota management. Our data must be beyond reproach to meet strict regulatory standards and it will be validated by third party certification. We have developed technology that is capable of capturing CO₂ emissions from space with unrivalled accuracy. We are working in cooperation with the big names in space, including Thales Alenia Space, and the solution is going to be validated by leading space agencies.

How does your satellite emission measurement technology work? Have you tested this technology in the field, and can you tell us about its limitations?

Benoît Blanco: Our technology is based on satellites equipped with sensors capable of detecting radiation in the near infrared and measuring the absorption of light by a plume of CO₂. This makes it possible to accurately map the concentration of the gas.

We are currently carrying out a full-scale test on major industrial facilities including steelworks and power stations. This test is already demonstrating the ability of space sensors to detect CO₂ emissions, even under complex atmospheric conditions.

One of the main challenges remains the detection of CO₂ due to its high natural concentration in the atmosphere. To overcome this, we use sensors with



De gauche à droite, Jean-Philippe Durieux, Hervé Hamy & Benoît Blanco © QAlrbon

very high spectral resolution and highly complex models derived from the state of the art science on the use of meteorological data and atmospheric physics.

What are the main applications for business?

Jean-Philippe Durieux : Carbon accounting is now mandatory for companies. Our data enables them to monitor and reduce their CO₂ emissions in accordance with environmental regulations. They are also used as part of carbon quota management and can be integrated into certified extra-financial reports.

« Le CO₂ est désormais une valeur comptable pour les entreprises »

D'ici 2027, QAlrbon a l'ambition de devenir le leader mondial de la mesure des émissions industrielles depuis l'espace. La société travaille activement à la mise en place de sa propre flotte de satellites dédiés afin de garantir une couverture mondiale optimale.

Une entreprise azurienne résolument à suivre... Et surtout à garder dans notre écosystème, même après sa mise en orbite. ●

QAlrbon est le fruit de la rencontre en 2022 entre Jean-Philippe Durieux et Hervé Hamy, deux collaborateurs de Thales Alenia Space partageant une ambition commune, utiliser les technologies de l'entreprise pour lancer une initiative à fort impact environnemental. En 2023, ils intègrent l'incubateur de startup de Thales pour travailler sur le positionnement stratégique du groupe sur le marché des mesures réglementaires du CO₂. Leur projet est sélectionné par Thales Alenia Space, aboutissant à la création officielle de QAlrbon en juillet 2024. Benoît Blanco a rejoint l'aventure en décembre 2024.

QAlrbon is keen to work with several major European industries, for example to enable them to reduce their CO₂ emissions by selecting suppliers with the best environmental performance, wherever they are in the world. This approach is essential for companies, which have to be fully committed to the entirety of their emissions under new European environmental regulations.

By 2027, QAlrbon aims to become the world leader in measuring industrial emissions from space. The company is actively working on setting up its own network of dedicated satellites to guarantee optimum global coverage.

A Côte d'Azur company to watch... And to keep in our ecosystem, even after its launch. ●

NUIT
des acteurs du
NUMÉRIQUE
azuréens

L'Open Source fait tourner le monde, pourquoi pas vous ?

MARDI 13 MAI
INRIA

Telecom Valley | Animateur Azuréen Numérique



Quand l'IRT Saint Exupéry et RHEA Group se penchent sur la cybersécurité spatiale

Le spatial est de plus en plus intégré à l'économie du numérique, que ce soit pour les télécommunications avec le développement considérable de l'accès à Internet par satellite partout dans le monde, l'observation de la terre qui génère des volumes gigantesques d'images satellitaires à exploiter, et la navigation, avec les nombreuses applications qui se développent autour des mobilités. Or qui dit spatial dit signaux de faible puissance, généralement assez aisément interceptables. La cybersécurité des systèmes spatiaux devient dès lors essentielle. À l'initiative de RHEA Group et de l'IRT Saint Exupéry de Sophia Antipolis, le projet Cyber Space Simulation (CSS) est dédié aux problématiques de cybersécurité pour le spatial en se focalisant sur la simulation des systèmes et des attaques auxquelles ils peuvent être soumis. L'approche est de créer des jumeaux numériques de constellations de satellites et de soumettre ces doubles à des cyberattaques afin de déceler d'éventuelles failles de sécurité sans mettre en danger le système réel en orbite. ●

Ellipso Facto, gardien des clés de l'interopérabilité

Big Data, Cloud computing, Internet des objets, Open Data... le contexte de développement des applications évolue constamment, et bâtir des logiciels basés sur les données et modèles disponibles aujourd'hui n'est plus suffisant. Le besoin est de s'adapter en temps réel à la multiplicité des sources d'information accessibles. La localisation géographique ayant pris une part d'importance croissante dans nos sociétés, tout est désormais « géo ». Toutefois, les SIG sont le plus souvent conçus comme des systèmes en silo, et peuvent rarement, à coût maîtrisé, intégrer les processus métier complexes de l'entreprise. Le recours à FME, l'outil d'interopérabilité intégrant cette dimension spatiale, permet d'apporter une réponse efficace à ce défi. C'est la raison d'être d'Ellipso Facto, indissociable de la personnalité de son fondateur, Frédéric Eichelbrenner, qui a passé près de quinze ans au sein de la société ISTAR, spin-off de l'INRIA, à reconstituer du relief à partir d'imagerie satellite. ●

Erma Technic, une PME au cœur de l'industrie spatiale et aéronautique

Créée en 1996, l'entreprise est rachetée en 2013 par le groupe Charbonnier. Erma Technic est spécialiste de l'ingénierie des systèmes et câblage électrique, électromécanique et l'électronique. Située à Cannes, avec un établissement secondaire à Toulouse, la société est un acteur clé du secteur spatial et aéronautique et collabore avec de grands donneurs d'ordres tels que Thales Group, Airbus DS, Naval Group, Clemessy, Alten, Expléo, le Laboratoire d'Astrophysique de Marseille et bien d'autres. Erma Technic est notamment un sous-traitant stratégique de longue date de Thales Alenia Space. L'un des savoir-faire majeurs de l'entreprise réside dans la fabrication de bancs de tests et d'instrumentations et d'alimentation pour le spatial. L'entreprise est aussi impliquée dans le suivi logistique des satellites. Lors des transports vers les différents sites de fabrication et également vers les sites de lancement Kourou en Guyane et Cap Canaveral aux USA, des équipes spécialisées suivent les convois en voitures suiveuses et réalisent des contrôles en temps réel et H24 afin d'assurer que les équipements arrivent en parfait état. ●

HYP4U, le système d'observation hyperspectrale

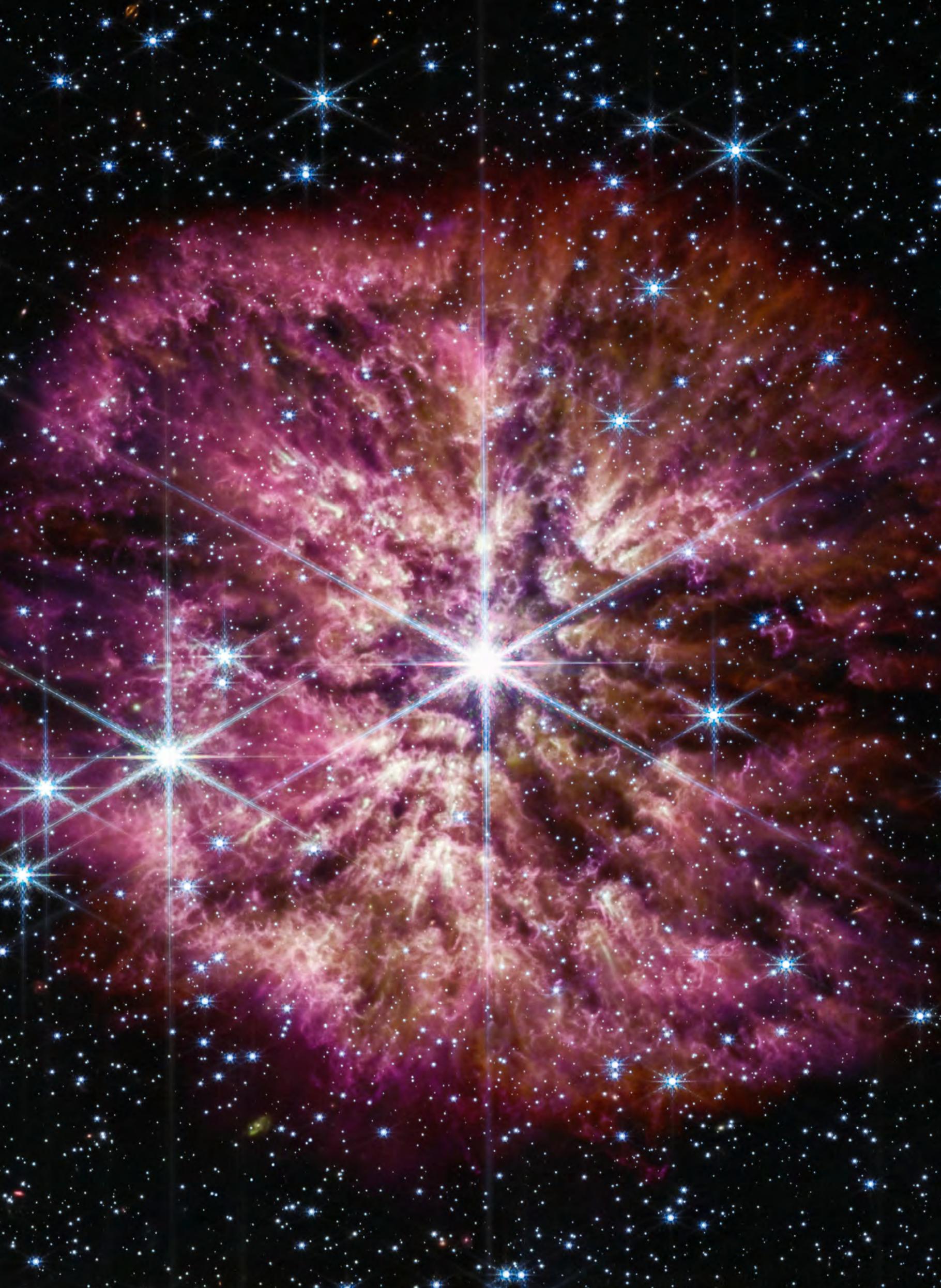
L'imagerie satellitaire hyperspectrale est une innovation émergente ouvrant de nouveaux champs d'application face aux enjeux du 21^e siècle. Elle propose une fonctionnalisation de capteurs permettant de réaliser des applications à forte valeur ajoutée, que ce soit dans le domaine civil (principalement en agriculture de précision, en suivi de l'environnement, pollution et suivi des risques naturels et le secteur minier) et dans le domaine de la Défense. Porté par la société française Sophia Engineering, le projet HYP4U propose une solution nanosatellite performante, compacte et à faible coût au regard des grandes missions scientifiques. Il contribuera à offrir des données haute résolution hyperspectrale, haute résolution temporelle via une constellation, et un très haut potentiel d'applications et de services. Le projet consiste à expérimenter, dès 2026, un service global intégrant les moyens d'acquisition, de récupération, de traitement et d'exploitation des données hyperspectrales spatiales civiles depuis un nanosatellite placé en orbite basse et portant un imageur innovant et compact. ●

SAVIMEX, acteur majeur azuréen de la photonique

SAVIMEX est une PME industrielle à capitaux privés basée à Grasse, spécialisée dans la conception et la fabrication de composants et systèmes optiques en matériaux polymères. La société est au service de l'industrie (notamment spatiale) et de la communauté scientifique. Considérée comme un réel partenaire technologique dans l'optique et l'usinage de très haute précision, la société est en mesure de fournir des réponses concrètes à une large gamme de projets. Mesure des performances spectrales des composants fabriqués, systèmes à projection de mires, moyens d'interférométrie et de déflectométrie, capteurs chromatiques, systèmes interférométriques multi-longueur d'ondes... Les moyens photoniques sont utilisés pour le contrôle des pièces et des process, et la métrologie offline pour le développement et la qualification. L'entreprise effectue régulièrement du prototypage de dispositifs optiques de très haute précision et de la petite série. ●

Nice plante son drapeau sur un astéroïde

Quand Patrick Michel, directeur de recherche du CNRS à l'Observatoire de la Côte d'Azur, décide de faire briller la ville de Nice, il réussit littéralement à l'extra-terrestrialiser. L'Union astronomique internationale, l'entité en charge de nommer les corps célestes, a accepté, à sa demande, de dénommer l'astéroïde inoffensif 2003 HB6 du nom de la ville de Nice et l'objet a récemment été baptisé « 326732 Nice ». Un clin d'œil bienvenu pour Patrick Michel, actuellement aux manettes de la mission scientifique Hera pour le compte de l'Agence spatiale européenne. L'objectif de la mission est d'étudier les effets de la collision entre la sonde DART de la NASA et l'astéroïde Dimorphos pour mieux en simuler les effets et mieux se préparer au cas où une collision entre la Terre et un astéroïde viendrait à se concrétiser. Il est rare que la probabilité d'impact dépasse les 1 %. Un potentiel d'impact avec l'astéroïde 2024 YR4 ayant récemment été estimé à 2,2 % pour 2032, « pas de raisons immédiates de s'alarmer », nous dit Patrick Michel, il n'est pas rare non plus que les probabilités d'impact soient revues à la baisse. ●



du côté des LABOS...

Pour qui rêve d'intimité avec les étoiles, l'Observatoire de la Côte d'Azur est incontournable. Le laboratoire Lagrange est littéralement aux manettes des Very grands télescopes du monde et en étroite association avec une ribambelle d'astrophysiciens du monde entier. Le deuxième laboratoire hébergé, Artemis, travaille sur la prouesse de lancer puis de garder trois satellites en orbite à 50 millions de km pour étudier les ondes gravitationnelles, en les gardant agencés dans une forme de triangle équilatéral de 2,5 millions de km de côté... Le laboratoire Geoazur enfin joue un rôle majeur pour les observations en lien avec la métrologie de l'espace et du temps et, du plateau de Calern, mesure l'éloignement régulier de la Lune à partir de la station MéO.

For those who dream of getting up close and personal with the stars, the Observatoire de la Côte d'Azur is a must. The Lagrange laboratory is literally at the controls of the world's very largest telescopes, working in close association with a host of astrophysicists from all over the world. The second laboratory housed here, Artemis, is working on the feat of launching and then keeping 3 satellites in orbit at 50 million km to study gravitational waves, by keeping them arranged in the shape of an equilateral triangle with sides measuring 2.5 million km... Finally, the Geoazur laboratory plays a major role in observations linked to space and time metrology, and from the Calern plateau, measures the regular distance to the moon from the MéO station

Observer pour comprendre l'Univers

le laboratoire Joseph-Louis Lagrange

L'Observatoire de la Côte d'Azur pilote des activités de recherche en sciences de la Terre et de l'Univers. Regroupant près de 200 personnes, le Laboratoire Joseph-Louis Lagrange constitue l'une de ses trois unités mixtes de recherche. Rencontre avec sa directrice, Nicole Nesvadba, pour évoquer les multiples activités du Laboratoire Lagrange, ainsi que ses projets dans les années à venir.

par Emmanuel Maumon



Avec son réseau d'antennes, le radiotélescope SKA permettra d'observer les phases précoces de l'histoire de l'Univers © Laboratoire Lagrange

Quelles sont les principales thématiques de recherche du Laboratoire Joseph-Louis Lagrange ?

Nicole Nesvadba : Le laboratoire s'intéresse à la structuration de la matière dans l'Univers. Nous avons des chercheurs qui travaillent sur des échantillons de retour de missions spatiales. Sur du matériel qui s'est formé au début du système solaire. Des projets se concentrent aussi sur l'étude de certaines étoiles, de systèmes planétaires, d'exoplanètes et jusqu'aux galaxies avec l'étude de structures comme la voie lactée.

À ces projets d'astrophysique s'ajoutent d'autres activités connexes. Nous nous intéressons ainsi à l'instrumentation optique au sol, avec notamment une équipe d'interférométrie de renommée mondiale. Une autre équipe s'occupe du traitement de signal et travaille beaucoup sur la reconstitution d'images avec le concours de l'intelligence artificielle. Enfin, une équipe de physique fondamentale s'intéresse à la mécanique des fluides et en particulier aux phénomènes de turbulence.

Des compétences en calcul à haute performance sont au cœur des capacités des équipes du Laboratoire Lagrange. En quoi ces compétences vous servent-elles dans les observations acquises sur les grands télescopes au sol et dans l'espace ?

« Seul laboratoire en Europe à avoir obtenu du matériel en provenance de la mission américaine Osiris-Rex qui a ramené sur terre un échantillon de sol d'astéroïde... »

The Côte d'Azur Observatory leads research activities in Earth and Space Sciences. With nearly 200 members, the Joseph-Louis Lagrange Laboratory is one of its three joint research units. A meeting with its Director, Nicole Nesvadba, to discuss the many activities of the Lagrange Laboratory and its projects for the years ahead.

Nicole Nesvadba : The Laboratory focuses on the structuring of matter in the Universe. We have researchers working on samples returned from space missions, material that formed at the beginning of the solar system. Some projects also focus on the study of certain stars, planetary systems, exoplanets, and even galaxies, with studies of structures like the Milky Way.

In addition to these astrophysical projects, we have other related activities. For example, we focus on ground-based optical instrumentation, with a world-renowned interferometry team. Another team works on signal processing and image reconstruction, often using artificial intelligence. Lastly, a fundamental physics team studies fluid mechanics, particularly turbulence phenomena.

High-performance computing skills are at the core of the Joseph-Louis Lagrange Laboratory's capabilities. How do these skills support the observations

Pour ces observations, nous travaillons sur plusieurs aspects de traitement de données, avec des méthodes très avancées, qui ne sont pas toujours du calcul à haute performance (HPC). Dans le domaine du HPC, nous intervenons sur le nouveau radiotélescope SKA (Square Kilometre Array). Ce réseau d'antennes sera très précieux pour observer les phases très précoces de l'histoire de l'Univers, notamment l'époque de réionisation, la phase durant laquelle sont apparues les premières étoiles. Nous travaillons sur l'interface entre le matériel et le logiciel, ainsi que sur l'établissement des liens entre l'observatoire lui-même et les futurs utilisateurs des services de proximité qui vont être fournis.

Nous sommes par ailleurs très performants dans la préparation des logiciels et des catalogues à partir de données brutes recueillies lors des missions spatiales par des agences comme le CNES ou l'Agence spatiale européenne (ESA). Des données qui nécessitent tout un travail d'astrophysique avant qu'elles puissent être utilisées par la communauté scientifique internationale.

« Nous sommes impliqués dans les logiciels de contrôle/commande pour les grands télescopes au sol comme le Very Large Telescope de l'ESO ou l'Extremely Large Telescope avec ses 39 mètres de diamètre, qui est le plus grand télescope optique dans le monde »

Nous sommes également impliqués dans les logiciels de contrôle/commande pour les grands télescopes au sol comme le VLT (Very Large Telescope) de l'ESO ou l'ELT (Extremely Large Telescope). Ce dernier est un télescope de nouvelle génération en train d'être construit. Avec ses 39 mètres de diamètre, il sera le plus grand télescope optique dans le monde.

La participation du laboratoire à des missions internationales

Le laboratoire joue un rôle majeur dans le traitement et l'analyse des données des missions Euclid ou Osiris-Rex. Quelle est votre participation à ces missions qui cherchent à percer les mystères de l'Univers ?

Ces deux missions cherchent à percer les mystères de l'Univers sur toutes les échelles parce qu'elles traitent à la fois le très grand et le très petit. Le plus grand avec Euclid, une mission en cosmologie ayant pour but principal de mesurer la balance entre l'énergie noire qui mène à l'accélération de l'expansion de l'Univers et la matière noire qui s'y oppose.

acquired from large telescopes both on the ground and in space?

For these observations, we work on several aspects, including data processing with very advanced methods, which are not always related to high-performance computing (HPC). In the HPC field, we are involved in the new SKA (Square Kilometre Array) radio telescope. This array of antennas will be invaluable for observing the very early stages of the universe's history, particularly the reionization era, the period during which the first stars formed.

We are also highly skilled in preparing software and catalogues from raw data collected during space missions by agencies such as CNES or the European Space Agency (ESA). These data require extensive astrophysical work before they can be used by the international scientific community.

We are also involved in the control and command software for large ground-based telescopes such as the VLT (Very Large Telescope) of the ESO or the ELT (Extremely Large Telescope). The latter is a next-generation telescope currently under construction. With its 39 metre diameter, it will be the largest optical telescope in the world.

The Laboratory's participation in international projects

The Laboratory plays a key role in the processing and analysis of data from the Euclid and Osiris-Rex missions. What is your involvement in these missions that aim to unravel the mysteries of the Universe?

These two projects seek to unravel the mysteries of the universe on all scales, as they deal with both the very large and the very small. The larger scale is addressed with Euclid, a cosmology mission whose primary goal is to measure the balance between dark energy, which drives the acceleration of the expansion of the universe, and dark matter, which resists it.

Construction de l'Extremely Large Telescope qui abritera dans sa gigantesque coupole l'instrument MOSAIC © Laboratoire Lagrange



Une partie de ces observations concerne les amas de galaxies qui contiennent de très grands nombres de galaxies, et aussi des grandes quantités de gaz. Aujourd'hui, on ne sait pas comment ces énormes masses de gaz extrêmement chaudes (plus d'un million de degrés) se sont formées. Euclid nous permettra de mieux comprendre ce phénomène en nous donnant pour la première fois la possibilité d'observer un grand nombre de ces amas entre aujourd'hui et les phases précoces de la formation de galaxies dans l'Univers, il y a dix ou onze milliards d'années.

Osiris-Rex, c'est l'autre extrême. Il s'agit d'une mission américaine ayant pour objectif d'étudier un astéroïde et de ramener sur terre un échantillon de son sol. Nous sommes le seul laboratoire en Europe à avoir obtenu du matériel en provenance de cette mission. Deux de nos chercheurs sont maintenant impliqués dans l'analyse de la poussière qui a été collectée. Là, on parle de mini structures que l'on peut voir avec des microscopes. Cette poussière primordiale va nous donner des informations à très petite échelle sur la formation du système solaire.

Le Laboratoire Lagrange est à la tête d'un consortium européen développant MATISSE, un instrument offrant une résolution spatiale équivalente à celle d'un télescope de 150 mètres de diamètre. Où en est-on de ce programme?

Installé au Chili, MATISSE fonctionne très bien et produit des données passionnantes. Il s'agit d'un instrument travaillant dans l'infrarouge moyen. Il permet d'observer des exoplanètes ainsi que des systèmes solaires avec les planètes qui sont à côté. Avec des interféromètres que nous avons construits à Lagrange, vous pouvez aussi mesurer la taille de certaines étoiles, ce qui aide à mieux déterminer leur âge. MATISSE permet également, pour la première fois, de regarder dans les noyaux actifs de galaxies. Des noyaux dans lesquels se trouvent des trous noirs super massifs, des objets très bizarres avec des processus extrêmement énergétiques.

Les projets du Laboratoire Lagrange dans les années à venir

Nous avons énormément de projets que je ne peux malheureusement pas tous citer. Un des grands projets de la communauté française d'astrophysique concerne la préparation de l'instrumentation pour la prochaine génération de grands télescopes. J'ai déjà mentionné l'Extremely Large Telescope de l'ESO qui est en train d'être construit. Nous sommes impliqués dans la réalisation de plusieurs instruments, en commençant par le spectrographe MOSAIC qui va nous permettre d'étudier en détail les galaxies dans les amas extrêmement lointains ou des étoiles dans la voie lactée.

Nous sommes aussi en train de proposer un nouveau mode pour observer les systèmes d'exoplanètes qui tournent autour d'autres étoiles que le soleil avec une précision à laquelle on ne peut que rêver aujourd'hui. Il s'agit d'un mode de coronographie permettant de bloquer la lumière des étoiles pour mieux voir la lumière de la planète qui est juste autour. Normalement, pour bloquer la lumière des étoiles, on utilise un petit écran qui bloque la lumière de l'étoile qui rentre dans l'instrument pour avoir une très haute définition. Mais il y a aussi une manière très innovante d'utiliser des interféromètres pour cela en faisant en sorte que la lumière venant d'un télescope annule (ou presque) celle venant d'un autre télescope. La magie derrière, c'est d'utiliser ce phénomène pour faire disparaître la lumière de l'étoile, tout en laissant la lumière de la planète à côté. Ce projet au nom d'ASGARD avance et nous sommes en train d'assembler l'instrument dans nos salles blanches.

À plus long terme, nous souhaitons nous impliquer dans les activités à l'ESO autour d'un nouvel instrument qui s'appelle le PCS. Un instrument qui va permettre de mieux étudier les exoplanètes et leur atmosphère. Un peu dans la démarche de trouver la deuxième Terre dans l'Univers.

Avez-vous également des projets dans le domaine du spatial ?

Dans le spatial, nous participerons à plusieurs missions, dont une de l'ESA qui effectuera un rendez-vous avec l'astéroïde Apophis qui s'approchera de la Terre en 2029. Nos chercheurs étudieront notamment les effets des forces de marées terrestres sur cet astéroïde. Leurs études permettront également d'évaluer les moyens de dévier au mieux un astéroïde dangereux.

Nous sommes par ailleurs impliqués dans la mission LISA, avec de l'interférométrie qui permettra de détecter les ondes gravitationnelles émises par les événements les plus violents de l'Univers. Des ondes gravitationnelles qui nous disent des choses sur les fusions des trous noirs. On a déjà trouvé des premières traces avec des instruments au sol, mais nous voudrions mieux comprendre leurs caractéristiques et le lien avec l'évolution des étoiles telle qu'on la connaît. ●



Nicole Nesvadba, directrice du laboratoire Lagrange © E. Maumon

Part of these observations focuses on galaxy clusters, which contain vast numbers of galaxies as well as large amounts of gas. Today, we do not know how these enormous masses of extremely hot gas (over a million degrees) formed. Euclid will help us better understand this phenomenon by giving us, for the first time, the opportunity to observe a large number of these clusters, from today back to the early phases of galaxy formation in the universe, around ten or eleven billion years ago.

Osiris-Rex represents the other extreme. It is a U.S. mission aimed at studying an asteroid and bringing a sample of its soil back to Earth. We are the only laboratory in Europe to have received material from this mission. Two of our researchers are now involved in the analysis of the dust that was collected. Here, we are talking about miniature structures that can be observed with microscopes. This primordial dust will provide us with very detailed information on a small scale about the formation of the solar system.

The Lagrange Laboratory is at the head of a European consortium developing MATISSE, an instrument offering spatial resolution equivalent to that of a 150-meter diameter telescope. Where does this programme stand?

Installed in Chile, MATISSE is working very well and producing exciting data. It is an instrument operating in the mid-infrared. It allows us to observe exoplanets as well as planetary systems with planets nearby. With the interferometers we have built at Lagrange, you can also measure the size of certain stars, which helps to better determine their age. MATISSE also enables us, for the first time, to observe the active cores of galaxies—cores that contain supermassive black holes, very strange objects with extremely energetic processes.

The Lagrange Laboratory's projects in the coming years

We have many projects, unfortunately I cannot mention all of them. One of the major projects for the French astrophysics community involves preparing the instrumentation for the next generation of large telescopes. I have already mentioned the Extremely Large Telescope (ELT) being constructed by ESO. We are involved in the creation of several instruments, starting with the MOSAIC spectrograph, which will allow detailed study of galaxies in extremely distant clusters or stars within the Milky Way.

We are also working on proposing a new method to observe exoplanet systems orbiting stars other than the Sun, with a precision that we can only dream of today. This involves a coronagraphy mode designed to block out the light from the stars, enabling us to better see the light from the planet nearby. This project, called ASGARD, is advancing, and we are currently assembling the instrument in our clean rooms.

In the space sector, we will participate in several missions, including one by the ESA (European Space Agency) that will rendezvous with the asteroid Apophis, which will approach Earth in 2029. Our researchers will study, among other things, the effects of Earth's tidal forces on this asteroid. Their studies will also help evaluate the best methods to deflect a potentially hazardous asteroid.

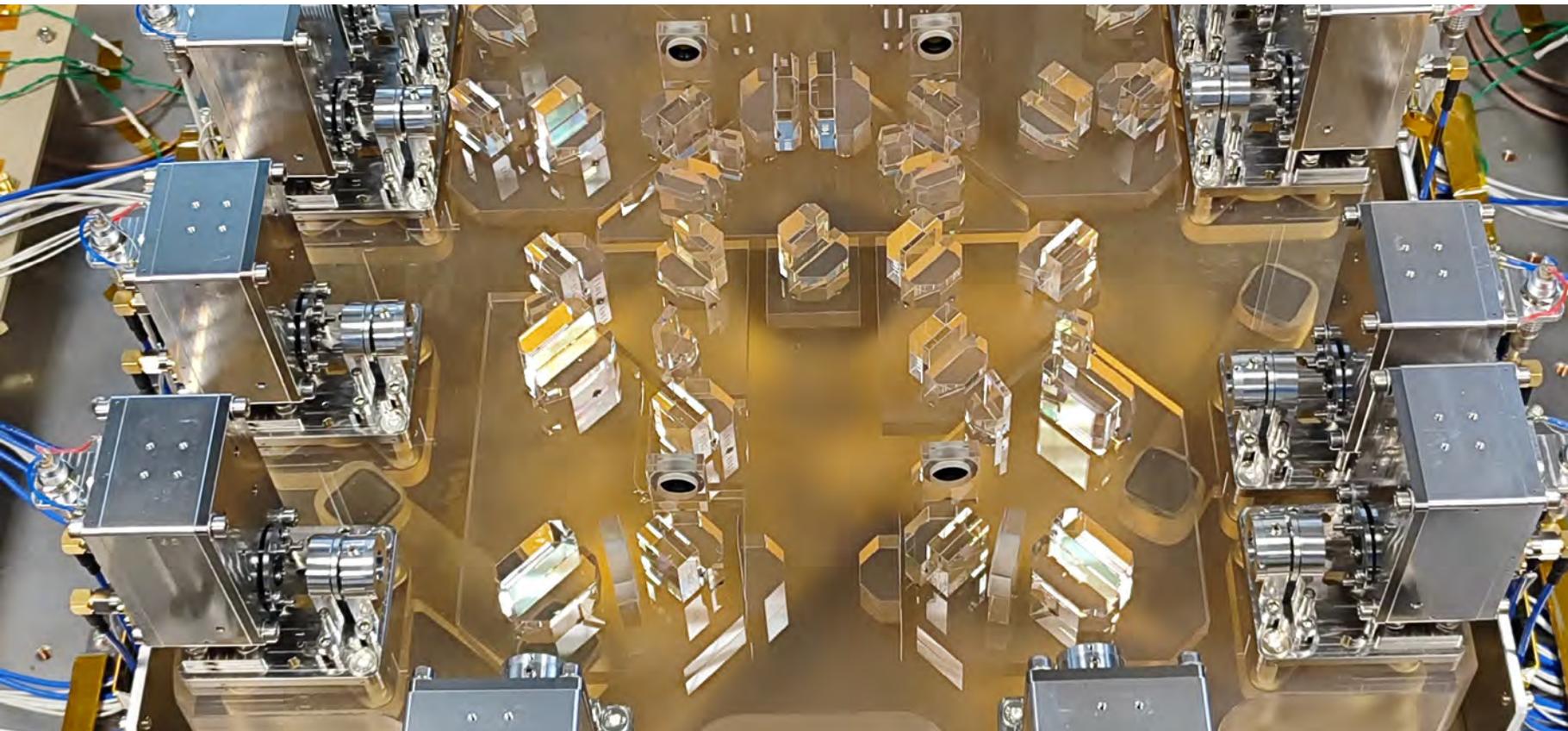
We are also involved in the LISA mission, which uses interferometry to detect gravitational waves emitted by the most violent events in the Universe. These gravitational waves provide us with information about black hole mergers. We've already found some initial traces with ground-based instruments, but we aim to better understand their characteristics and the link with the evolution of stars as we know it. ●

Détection des ondes gravitationnelles

Artemis, l'apesanteur et la grâce

La physique n'interroge pas l'infiniment petit en claquant des doigts. Avec l'interféromètre LISA¹, l'expérimentation atteint des sommets, ceux d'une constellation de trois satellites, chacun porteur de deux lasers. Gravitant autour du soleil à 50 millions de km de la terre, ce laboratoire triangulaire de 2,5 millions de km de côté traquera les déformations picométriques de l'espace-temps dues aux soubresauts de deux trous noirs en instance de mariage aux confins de l'univers primordial. Nicoleta Dinu-Jaeger, du laboratoire ARTEMIS de l'Observatoire de la Côte d'Azur, explique comment cette mission débusera de fugaces ondes gravitationnelles. À partir de 2035...

par Antoine Guy



Banc optique ultrastable avec photorecepteurs © LISA France / ARTEMIS

Expérience de pensée...

Imaginons que lors d'un de ces rituels dîners du samedi soir, vous fassiez part à votre voisine ou voisin de votre curiosité polie au sujet de ce à quoi il ou elle passe ses journées. Vous obtenez la réponse suivante : « Conception d'un outil qui devra démontrer par l'expérience l'une des conséquences prévues en 1915 par la théorie d'Einstein, la bien nommée relativité générale. Le travail a commencé depuis plus de vingt ans et proposera des réponses après 2035. » Intrigué, réalisant que vous êtes tombé sur la ou le physicien de la soirée, vous osez la poursuite de l'interrogatoire... « Cet outil permettra de mesurer des variations locales de l'espace-temps, dues à la propagation d'ondes gravitationnelles (entre 1 et 10^{-4} Hz), entités éminemment fugaces et si difficiles à mettre en évidence qu'on a longtemps douté de leur existence, d'autant plus que, sans remettre en cause la mécanique newtonienne dite de la gravitation universelle, elles la relèguent au rang d'approximation. »

Devant votre hébétude, cet(te) extra-terrestre ajoute: « Un triangle de 2,5 millions de km de côté dont les sommets sont trois satellites coordonnés entre eux gravitera de manière héliocentrique sur la même orbite que la Terre mais décalés d'un angle de 20° , soit 50 millions de km. Il s'agit d'un interféromètre de Michelson redondé, adapté aux conditions expérimentales dans l'espace et surtout à ce qu'il prétend mettre en évidence. Les trois satellites s'enverront des faisceaux laser calibrés pour mesurer des variations de distance entre eux de l'ordre du picomètre (millardième de millimètres, ordre de grandeur des atomes). Ces variations de distance, en dehors de toute autre influence ou cause, caractériseront une modification de l'espace-temps due à la présence d'ondes gravitationnelles provoquée par la coalescence de deux trous noirs, dont on suppose l'existence également. Ces trous noirs, ou étoiles éteintes, d'une densité inimaginable, atteignent jusqu'à 10 millions de fois la taille de notre soleil, habitent à des centaines de milliers d'années-lumière du petit triangle chargé de traquer les effets picométriques des ondes gravitationnelles qu'ils sont censés émettre. »

À cet instant précis, soit vous éclatez de rire en supposant une facétieuse caméra cachée, soit

Imagine that during one of those traditional Saturday evening dinners, you politely ask your neighbour about how they spend their days. You receive the following response: "I am working on the design of an instrument that will experimentally demonstrate one of the consequences predicted in 1915 by Einstein's theory, the aptly named 'general relativity'. Work began more than 20 years ago and will provide answers after 2035."

Intrigued, realising that you've stumbled upon the physicist of the evening, you dare to continue your questioning... "This instrument will measure local variations in spacetime caused by the propagation of gravitational waves (between 1 and 10^{-4} Hz), highly elusive entities so difficult to detect that their existence was long doubted. Moreover, while not overturning Newtonian mechanics and its concept of universal gravitation, they relegate it to the status of an approximation."

Faced with your bewilderment, this extraterrestrial-like individual adds: "A triangle with sides measuring 2.5 million km, whose vertices are three coordinated satellites, will orbit the Sun heliocentrically along the same trajectory as the Earth but offset by an angle of 20° , or 50 million km. It is a redundant Michelson interferometer, adapted for the experimental conditions of space and, more importantly, to what it aims to detect. The three satellites will exchange precisely

1. LISA : Laser Interferometer Space Antenna

vous reprenez pour la troisième fois un triple cognac, et dans un ultime réflexe de survie baudelairienne pour échapper à l'apesanteur qui vous envahit, vous murmurez avec gravité les derniers vers du Voyage : « *Plonger au fond du gouffre, Enfer ou Ciel, qu'importe ? Au fond de l'Inconnu pour trouver du nouveau !* »

Les pépins semblent toujours provenir du même fruit

Mais non, nous ne rêvons pas. Cette expérience n'est ni de pensée, ni une farce. Elle est bien réelle et des équipes internationales de plusieurs centaines d'ingénieurs et scientifiques y travaillent depuis une bonne dizaine d'années, dont le laboratoire ARTEMIS² de l'Observatoire de la Côte d'Azur. La phase opérationnelle est prévue pour débuter en 2035.

Depuis le 17^e siècle, la pomme de Newton n'en finit pas de tomber en dressant des barrières contre lesquelles notre compréhension de la physique fondamentale continue de se heurter. Mon Dieu ! Vers quels rivages faut-il voyager pour que cette loi de la gravitation universelle accepte de nous livrer ses secrets ? Une acception si simple, mais qui a dicté à l'Univers toute son évolution depuis un supposé et mystérieux big bang.

En 1915, Einstein a fait faire un très grand pas à la physique, postulant avec une grande intuition théorique que ce qu'il nomme l'espace-temps se déforme en présence d'objets massiques. Ainsi, un corps « A », en dehors de toute influence extérieure, qui devrait donc se déplacer tout simplement selon une trajectoire rectiligne, entamera à un moment une gravitation autour d'un autre corps attracteur « B » car la masse importante de ce dernier crée une déformation de l'espace, pareille à une cuvette dans laquelle « A » va soit tomber, soit ne cesser d'orbiter. Même les photons, supposés champions toutes catégories de la trajectoire rectiligne, sont déviés par des masses importantes. Ainsi les trous noirs, insolemment lourds et denses, attirent à eux impitoyablement tous les photons qui s'aventurent à proximité. Ces gloutons aspirateurs à lumière, apparaissent ainsi noirs puisqu'aucun photon ne peut en ressortir. On les devine plutôt qu'on ne les voit.

En matière d'ondes, pour aller plus loin, il faut d'abord aller plus près

Cette représentation mentale en cuvette, mais dont on constate très sûrement les effets en observant les astres, suppose l'existence d'ondes dites gravitationnelles, capables de déformer l'espace comme des rides sur l'eau, qui se propagent à la vitesse de la lumière³. Depuis le début des années 1990, les chercheurs ont entamé un sérieux flirt physique avec elles. Heureusement sur la même longueur d'ondes, trois d'entre eux⁴ ont reçu en 2017 un Nobel à la suite d'expériences célèbres menées sur Terre avec l'interféromètre LIGO⁵. Effectivement, une version améliorée de l'interféromètre

de Michelson (son inventeur à la fin du 19^e) permet de détecter ces infimes variations de l'espace causées par ces ondes espiègles et cachotières.

Donc les ondes gravitationnelles existent, et certains les ont rencontrées sur Terre. Il est à la fois tentant et logique, en capitalisant sur les connaissances acquises, de continuer à les chasser, non seulement pour mieux les caractériser, mais aussi pour localiser leurs sources les plus virulentes, c'est-à-dire les trous noirs en cours de fusion, qui nous enseignent indirectement ce que fut l'univers primordial. Ces investigations échevelées alimentent aussi d'autres débats, comme l'existence de la matière noire, de la nature et de l'origine de cet Univers dont nous sommes les minuscules hôtes.

Pourquoi ferait-on mieux dans l'espace ce qu'on a réussi sur Terre ?

La volonté de construire un tel tripode et de le promener dans l'espace se justifie amplement par le fait que de telles expériences d'interférométrie afficheront d'autant plus de fiabilité qu'elles se déroulent hors de toute influence extérieure. Il nous faut avoir la certitude de ne mesurer que des déformations gravitationnelles de l'espace et rien d'autre... surtout pas de dilatation thermique, ni les effets des rayons cosmiques... juste un beau vide spatial sans parasite. Projeter précisément dans une zone de l'espace un système de trois satellites coordonnés pour reconstituer ensuite les branches d'un interféromètre laser, le tout entièrement automatisé, capable de mener les bonnes mesures picométriques et d'envoyer les résultats sur Terre relève de la gageure. Ce que l'on gagne en élégance expérimentale, on le perd en complexité de l'ingénierie. Un « Michelson » n'a besoin que de deux bras. LISA est un triangle équilatéral, et met en œuvre simultanément trois interféromètres, autorisant le défaut possible d'un des trois satellites sans compromettre la mission.

LISA, un plan à trois sans gravité

Résumons-nous. Mettre en œuvre LISA consiste à piloter l'envoi au moyen d'un lanceur Ariane, puis le voyage pendant un an et demi sur une distance de 50 millions de km, puis le maintien sur une orbite héliocentrique, de trois satellites agencés selon un triangle équilatéral de 2,5 millions de km de côté. Ensuite, il faudra automatiquement, dans les satellites, libérer en apesanteur dans une enceinte à ultravide, des masses cubique de 4,5 cm de côté en alliage or-platine dotées d'un coefficient de dilatation presque nul, hors de toute influence électro-magnétique⁶ pour ne subir que la gravité, c'est-à-dire ce que l'on veut mesurer. La conception du satellite et de tous les composants des interféromètres (miroirs, bancs optiques, transpondeurs, électroniques...) répond également à un cahier des charges vertigineux en précision, pureté, fiabilité.



Photo de l'équipe © LISA France ARTEMIS

calibrated laser beams to measure variations in their mutual distances on the order of a picometre (a trillionth of a millimetre, comparable to the scale of atoms). These distance variations, in the absence of any other influence or cause, will indicate a modification of spacetime due to the presence of gravitational waves produced by the merging of two black holes, whose existence is also hypothesised. These black holes, or extinguished stars of unimaginable density, can reach up to ten million times the size of our sun. They reside hundreds of thousands of light-years away from the tiny triangle tasked with tracking the picometric effects of the gravitational waves they are believed to emit."

At this precise moment, you either burst into laughter, convinced you've fallen victim to a mischievous hidden camera, or you reach for a third triple cognac. In a final Baudelairean survival reflex to escape the weightlessness creeping over you, you solemnly murmur the closing lines of The Voyage: "To plunge to the depths of the abyss—Hell or Heaven, what does it matter? Into the Unknown, to find something new!"

Gravitational waves exist and some have encountered them here on Earth. It is both tempting and logical, building on the knowledge already gained, to continue hunting for them, not only to better describe them but also to locate their most violent sources, namely black holes in the process of merging, which indirectly teach us about the primordial universe. These wild investigations also fuel other debates, such as the existence of dark matter and the nature and origin of this universe in which we are its tiny inhabitants.

Why would we do better in space than what we've already achieved on Earth?

The desire to build such a tripod and send it into space is more than justified by the fact that interferometry experiments conducted in space will be far more reliable, as they will be free from all external influences. We need to be absolutely certain that we are measuring only gravitational deformations of space and nothing else, certainly not thermal expansion or cosmic ray effects... just a beautiful, unpolluted vacuum of space. To precisely position a system of three coordinated satellites in space and then reconstruct the branches of a laser interferometer, all fully automated and capable of taking precise picometric measurements and sending

2. ARTEMIS : Astrophysique Relativiste, Théories, Expériences, Métrologie, Instrumentation, Signaux – UMR n° 7250

3. La mécanique newtonienne suppose l'instantanéité et la permanence de la gravité.

4. Rainer Weiss (USA), Barry Clark Barish (USA) et Kip Thorne (USA) ont reçu en 2017 le prix Nobel de physique.

5. LIGO : Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory

6. Pour éviter que les mesures ne soient perturbées par une charge électrique, les masses de tests sont déchargées en permanence par le rayonnement de LED bleues.

À ce propos, Nicoleta mentionne une anecdote. Les photorécepteurs des bancs optiques, composants clés d'un interféromètre laser, doivent résister au bombardement des protons solaires. Ceux de LISA ont été testés avec succès au centre de cancérologie Antoine Lacassagne grâce à l'appareil de protonthérapie dont une sortie peut-être calibrée pour mener ce genre de test ! La cancérologie partenaire de l'ingénierie spatiale pour détecter les déformations de l'espace-temps ? Dans l'univers de LISA, rien ne doit nous surprendre.

Autre défi et non des moindres, puisque LISA va mesurer les distances entre ces trois masses en apesanteur, ce sont elles qui dictent au satellite porteur sa position et sa trajectoire, et non l'inverse. Le programme LISA-Pathfinder a validé avec succès en juillet 2017, dans l'espace sur un point de Lagrange, le fonctionnement autonome et synchronisé de ces ensembles d'une délicatesse et d'une précision inimaginables.

Ensuite et enfin seulement, les lasers s'allumeront, et les mesures interférométriques commenceront pour évaluer des variations « gravitationnelles » de l'espace en picomètres entre les trois masses de test, distantes entre elles de 2,5 millions de km. Puis le travail mathématique de filtrage numérique et de transmission des données acquises vers les ordinateurs terriens commencera, révélant, on l'espère, la signature gravitationnelle de ces troublants trous noirs lointains que l'on espionne avec tant de pugnacité.

Au barycentre de la physique, de l'ingénierie spatiale et des mathématiques

L'aventure LISA doit durer encore au moins dix ans avant de donner ses fruits. Sera-t-elle fructueuse ? Normalement oui du point de vue de la pomme de Newton qui ne deviendra pas celle de la discorde en réconciliant possiblement la physique quantique et celle d'Einstein autour du concept de graviton, pendant possible pour les ondes gravitationnelles du photon pour la lumière. Du point de vue de la technologie en ultra-précision, des apports en connaissance des matériaux, des bancs optiques ultra-sensibles, de la construction spatiale, du pilotage synchronisé de plusieurs vaisseaux en constellation, du traitement numérique et mathématique des résultats d'expérience, les conquêtes seront indéniables.

LISA : avancer, encore et encore dans la mesure du possible

L'espace-temps, beaucoup plus qu'un passe-temps, est irréfutablement un sacerdoce, à ce niveau de budget et d'implication. Sa nature et son mystère nous poussent dans des retranchements scientifiques et d'ingénierie que l'on avait peine à imaginer il y a encore vingt ans. Le projet LISA propose, pour appréhender la gravité de l'univers et comprendre l'univers de la gravité, de relever des défis technologiques, expérimentaux et théoriques d'une ampleur rare.

Même si la destination demeure lointaine, finalement le voyage importe plus, et en s'autorisant à explorer la possibilité de lois si fondamentales, nous découvrons combien l'invisible est majoritaire par rapport au visible dans l'univers qui nous héberge. Une bonne nouvelle puisque « *l'essentiel est invisible pour les yeux* ». ●

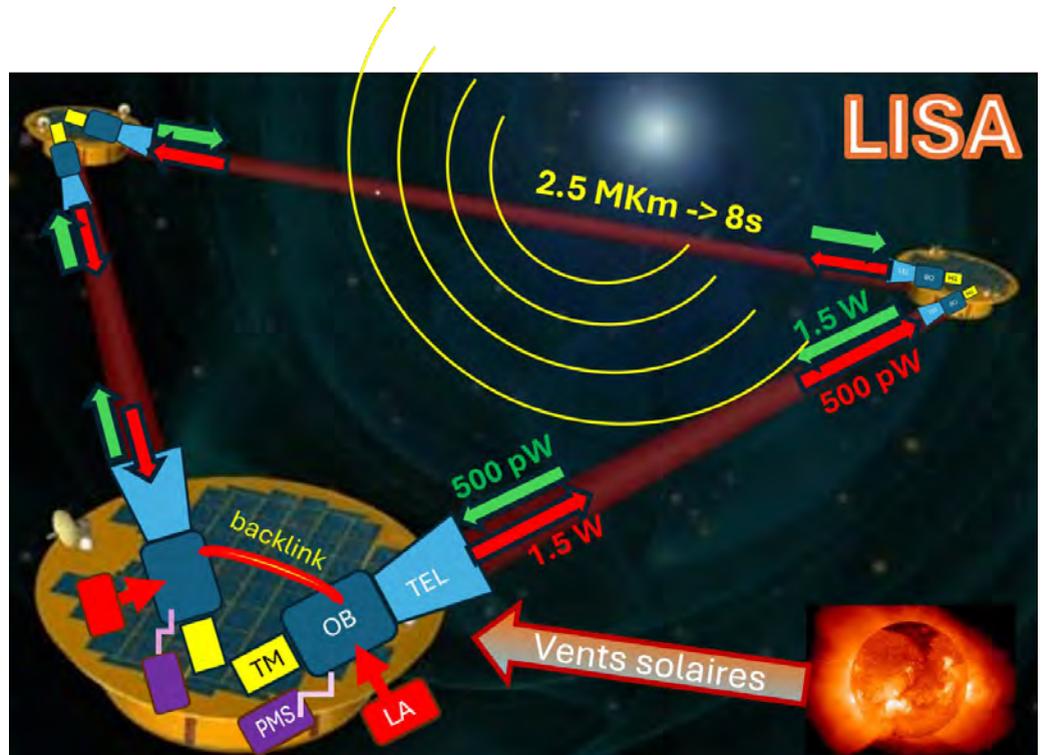


Schéma LISA © LISA France / ARTEMIS

the results back to Earth, is no small feat. What we gain in experimental elegance, we lose in engineering complexity. A "Michelson" interferometer only needs two arms. LISA, however, is an equilateral triangle and simultaneously implements three interferometers, allowing for the possible failure of one of the three satellites without jeopardising the mission.

LISA, a three point plan with no gravity

Let's summarise. Implementing LISA means launching three satellites with an Ariane rocket, then sending them on a one-and-a-half-year journey across 50 million km, and finally positioning them in a heliocentric orbit, arranged in an equilateral triangle with sides measuring 2.5 million km. Next, the satellites will need to automatically release, in weightlessness, cubic masses of 4.5 cm per side made of an alloy of gold and platinum, with an almost zero thermal expansion coefficient, inside an ultra-high-vacuum chamber, free from any electromagnetic influence, so that they are only affected by gravity, that is, the very phenomenon we aim to measure. The design of the satellites and all the components of the interferometers (mirrors, optical benches, transponders, electronics, etc.) also adhere to a demanding set of specifications, requiring extreme precision, purity, and reliability...

Nicoleta shares an anecdote on this topic. The photodetectors of the optical benches, key components of a laser interferometer, must withstand the bombardment of solar protons. The ones for LISA were successfully tested at the Antoine Lacassagne Cancer Centre using the proton therapy machine, whose output could be calibrated to conduct this kind of test! Cancer research partnering with space engineering to detect spacetime distortions? In the world of LISA, nothing should surprise us.

Another challenge, and not a small one, is that LISA will measure the distances between these three masses in weightlessness. It is these masses that dictate the satellite's position and trajectory, not the other way around. In July 2017 the LISA-Pathfinder programme successfully validated in July 2017, in space at a Lagrange point, the autonomous and synchronised operation of these incredibly delicate and precise systems.

Only then, and at last, will the lasers be activated, and the interferometric measurements will begin to assess the "gravitational" variations in space on the picometre scale between the three test masses, which are 2.5 million km apart. Following this, the mathematical work of digital filtering and the transmission of the acquired data to earth-based computers will commence, hopefully revealing the gravitational signature of those elusive distant black holes we have been tracking with such determination.

At the intersection of physics, space engineering and maths

The LISA mission will take at least another ten years before it yields its results. Will it be successful? Theoretically, yes, from the perspective of Newton's apple, which will not become the apple of discord, potentially reconciling quantum physics and Einstein's theories around the concept of the graviton, the possible counterpart to the photon for gravitational waves, just as the photon is for light.

From the standpoint of ultra-precision technology, advancements in material science, ultra-sensitive optical benches, space construction, synchronised control of multiple spacecraft in a constellation, digital processing, and mathematical analysis of experimental results, the breakthroughs will be undeniable.

Advancing, again and again as far as possible...

Spacetime, much more than a mere pastime, is irrefutably a vocation at this level of budget and commitment. Its nature and mystery push us to scientific and engineering frontiers that were scarcely imaginable just twenty years ago. The LISA project, in its effort to grasp the gravity of the universe and understand the universe of gravity, presents technological, experimental and theoretical challenges of rare magnitude. ●

Le Ginestium

nouveau nanomatériau du spatial

Dans un contexte où la recherche de matériaux innovants et durables devient une priorité, la société EffiBLUE a mis au point le Ginestium, un nanomatériau aux propriétés exceptionnelles, qui ouvre des perspectives stratégiques dans plusieurs filières dont le spatial. Rencontre avec Virginie Godin et Jean-Philippe Ginestet, couple et associés, et à l'origine de cette incroyable aventure.

par Cédric Stanghellini



Jean-Philippe Ginestet dans le laboratoire d'EffiBLUE © DR

EffiBLUE a été labellisée par plusieurs pôles de compétitivité et son approche est soutenue par la région et le programme France 2030. Pouvez-vous nous expliquer comment est née l'idée de développer ce nouveau matériau ?

Tout est parti d'une problématique bien précise : trouver une alternative au palladium, un métal rare et coûteux, qui est notamment utilisé dans les électrodes. Nos recherches nous ont conduits à concevoir un nanomatériau inédit, dont les analyses menées par le CNRS ont confirmé la nature originale. Il s'agit d'un carbone pur nano-structuré doté de propriétés intéressantes : une conductivité électrique élevée, une forte adhérence, une résistance accrue aux températures extrêmes et à la corrosion, ainsi qu'une surface capable d'offrir un effet de « miroir parfait ».

« Le Ginestium est un carbone pur doté de propriétés intéressantes : une conductivité électrique élevée, une forte adhérence, une résistance accrue aux températures extrêmes et à la corrosion... »

Ces caractéristiques en font un candidat idéal pour contribuer à la décarbonation de l'industrie, notamment dans la production d'hydrogène et le développement des énergies propres. Cette avancée nous a valu une double labellisation par deux pôles de compétitivité majeurs : le pôle de compétitivité Aktantis dédié aux technologies *deeptech*, qui reconnaît notre contribution dans la microélectronique et les télécommunications, et le pôle de compétitivité Capenergies, dédié aux énergies non génératrices de gaz à effet de serre, implanté à Aix-en-Provence. Ce dernier met en avant notre potentiel de contribution à la transition énergétique vers une industrialisation décarbonée.

Ginestium, a new nanomaterial for space applications

As the search for innovative and sustainable materials becomes a priority, the company EffiBLUE has developed Ginestium, a nanomaterial with exceptional properties, paving the way for strategic advancements in various sectors, including space exploration.

We meet Virginie Godin and Jean-Philippe Ginestet, partners in both life and business, who are at the heart of this incredible venture.

EffiBLUE has been certified by several competitiveness clusters, and its approach is supported by the region and the France 2030 programme. Could you explain how the idea of developing this new material came about?

It all started from a very specific problem: finding an alternative to palladium, a rare and expensive metal that is particularly used in electrodes. Our research led us to develop a novel nanomaterial, the nature of which was confirmed through analysis by the CNRS. It is a pure, nano-structured carbon with some interesting properties: high electrical conductivity, strong adhesion, increased resistance to extreme temperatures and corrosion, as well as a surface that can offer a "perfect mirror" effect.

These characteristics make it an ideal candidate to contribute to the decarbonisation of industry, particularly in hydrogen production and the development of clean energy. This breakthrough has earned us a double certification by two major competitiveness clusters: the Aktantis cluster, dedicated to deep tech, which recognises our contribution to microelectronics and telecommunications, and the Capenergies cluster, focused on greenhouse gas-free energy, based in Aix-en-Provence. The latter highlights our potential contribution to the energy transition towards decarbonised industry.

From research lab to industrial innovation...

How did you go about designing this material and making it an industrial reality?

Our approach is based on years of research and close collaboration between the academic and industrial worlds. We launched the M.A.G.I.C consortium, which stands for "Matériaux Avancés pour l'Innovation en Graphène et Cristallographie". This is a project we are particularly passionate about and it brings together several major players: our company EffiBLUE as the leader, along with SYMES from the SYNOV Group (a Lyon-based designer and manufacturer of custom electronic and electrical equipment), Avantis Concept from the AVANTIS Group (a company based in Grasse that offers engineering services in the mechanical sector), as well as the PIIM-Aix-Marseille University Laboratories (Physics of Ionic and Molecular Interactions) and the CNRS.

The main goal is to precisely define our material, Ginestium and to develop a dedicated machine for

Du laboratoire à l'innovation industrielle, comment avez-vous procédé pour concevoir ce matériau et en faire une réalité industrielle ?

Notre démarche s'appuie sur des années de recherche et une collaboration étroite entre le monde académique et industriel. Nous avons lancé le consortium M.A.G.I.C, pour « Matériaux avancés pour l'Innovation en Graphène et Cristallographie ». Il s'agit pour nous d'un projet qui nous tient à cœur et réunit plusieurs acteurs majeurs : notre entreprise EffiBLUE en tant que leader, avec les entreprises SYMES du Groupe SYNOV (concepteur et fabricant lyonnais d'équipement électronique et électrique sur mesure) et Avantis Concept du Groupe Avantis (compagnie grasse qui propose une technique dans le domaine de l'ingénierie mécanique), ainsi que les laboratoires PIIM-Aix-Marseille Université (Physique des Interactions ioniques et moléculaires) et le CNRS.

L'objectif principal est de caractériser précisément notre matériau, le Ginestium, et de développer une machine dédiée à la R&D pour optimiser sa production. Nos travaux portent notamment sur l'amélioration des procédés de croissance du matériau, la gestion des environnements de fabrication et la mise en place de méthodes de caractérisation adaptées à ses propriétés anisotropes.

En remplaçant les métaux rares, EffiBLUE réduit considérablement l'impact de l'exploitation minière sur notre écosystème, contribuant ainsi à la protection de la biodiversité. L'utilisation du Ginestium permet d'économiser de l'énergie, de la transformation au transport. Par conséquent, le potentiel est d'améliorer considérablement l'empreinte carbone de plusieurs secteurs industriels.

Une application clé concerne le développement d'antennes radio de nouvelle génération, qui exploitent les propriétés uniques du Ginestium. Ce projet ambitieux bénéficie d'un financement total de 2,89 millions d'euros. L'État et la Région Sud y contribuent à hauteur de 1,76 million d'euros via le programme *France 2030*, opéré par Bpifrance. Pour EffiBLUE, cet appui permet d'avancer concrètement sur la mise au point industrielle du Ginestium, en adaptant les méthodes de production et en validant ses performances sur des applications stratégiques.

Quelles applications envisagez-vous dans le secteur spatial et en quoi votre matériau se distingue-t-il ?

Le Ginestium ouvre des perspectives prometteuses pour l'industrie spatiale. Il pourrait être utilisé dans la fabrication de structures de satellites, d'éléments de protection thermique, d'antennes radio et de blindages électromagnétiques. Son atout majeur réside dans sa stabilité exceptionnelle en conditions extrêmes, sa légèreté et sa résistance mécanique, des caractéristiques qui sont particulièrement recherchées dans l'aérospatiale.

Avec ces propriétés, nous espérons faire du Ginestium une référence pour les futures missions spatiales et infrastructures orbitales. Notre approche repose sur une synergie entre la recherche académique et l'expertise industrielle, avec des validations en conditions réelles. À terme, nous ambitionnons de devenir un fournisseur clé de matériaux stratégiques pour l'exploration spatiale et l'aéronautique, répondant ainsi aux défis technologiques et environnementaux contemporains. ●

R&D to optimise its production. Our work focuses on improving the material's growth processes, managing the manufacturing environments and establishing definition methods adapted to its anisotropic properties. By replacing rare metals, the environmental impact of mining is significantly reduced, thus contributing to the protection of biodiversity. The use of Ginestium helps save energy, from transformation to transportation. As a result, its potential lies in greatly improving the carbon footprint of several industrial sectors.

A key application involves the development of next-generation radio antennas, which exploit the unique properties of Ginestium. This ambitious project has received total funding of €2.89 million, with the State and the Sud Region contributing €1.76 million through the France 2030 programme, operated by Bpifrance. For EffiBLUE, this support allows for concrete progress in the industrial development of Ginestium, by adapting production methods and validating its performance for strategic applications.

What applications do you foresee in the space sector and how does your material stand out?

Ginestium offers promising prospects for the space industry. It could be used in the production of satellite structures, thermal protection elements, radio antennas, and electromagnetic shielding. Its major advantage lies in its exceptional stability under extreme conditions, lightness, and mechanical strength, qualities that are particularly sought after in aerospace applications.

With these properties, we aim to make Ginestium a point of reference for future space missions and orbital infrastructure. Our approach is based on a synergy between academic research and industrial expertise, with validations made in real-world conditions. Ultimately, we aim to become a key supplier of strategic materials for space exploration and aeronautics, thereby addressing contemporary technological and environmental challenges. ●

Le laboratoire Géoazur les missions de l'Observatoire Astronomie

Le laboratoire Géoazur joue un rôle majeur pour les observations en lien avec la métrologie de l'espace et du temps (Astronomie Astrophysique). Ces activités d'observation s'intègrent dans les Services nationaux d'Observation dont le cadre est défini par l'Institut national des Sciences de l'Univers (INSU).

L'Observatoire Astronomie est en charge des tâches de service du SNO1, prévues et labellisées par l'INSU. Ces tâches portent sur la télémétrie laser, les éphémérides du système solaire, la mission Microscope, les systèmes de référence et l'altimétrie, la mission spatiale T2L2.

Les travaux inhérents à ces tâches ont une portée internationale, par l'effet de réseau

(télémétrie laser, mission spatiale T2L2) et/ou par le côté unique du savoir-faire ou de l'implication (système solaire et laser Lune, mission spatiale Microscope). Ils comprennent trois volets principaux : Instrumentation, Observations, Validation et Traitement des données.

L'Observatoire Astronomie de Géoazur collabore avec l'Observatoire Géodésie, avec lequel il partage notamment ses outils.

Les membres de l'Observatoire astronomique participent activement à des actions de médiation scientifique en animant des ateliers et des conférences grand public lors d'événements comme la Nuit Coupoles Ouvertes, en accueillant des stagiaires dès le niveau collège, en concevant et animant des expositions itinérantes (notamment les expositions du labex FIRST-TF "Le temps d'une exposition" et "Le temps des uns, le temps des autres") et en faisant régulièrement visiter le site de Calern. ●





SPACE Views

« Je suis contre toute politique industrielle, par principe. »
« Bientôt, on téléphonera avec son portable en passant directement via une connexion satellite, sans s'appuyer sur les infrastructures sol. » « L'enjeu principal est un enjeu de restructuration, avec une orientation beaucoup plus orientée vers les marchés. » La rédaction a sondé trois experts du spatial qui s'accordent tous sur un impératif de restructuration drastique de la filière.

“I’m against any kind of industrial policy, on principle” “Soon we’ll be phoning our mobiles directly via a satellite connection, without having to rely on ground infrastructure” “The main issue is one of restructuring, with a much more market-oriented approach”. The editorial team interviewed three space experts, who all agree that the industry needs to be drastically restructured.

One Space, Fast Space

Entretien avec Satellady

Peut-on parler d'espace sans parler à Candace Johnson ? Je ne m'y aventurerai pas. Quelqu'un qui a vécu de l'intérieur toutes les évolutions du secteur, toutes ses contradictions aussi, mérite bien qu'on lui demande son avis sur les enjeux actuels de la filière et sur l'état de la coopération internationale. Candace nous a reçus chez elle, dans sa maison de Vallauris. Trois heures d'échanges résolument inspirants.

par Magali Chelpi-den Hamer



À gauche, Candace Johnson en salle blanche © DR / à droite, Sagittarius C (NIRCam Image) © NASA, ESA, CSA, STScI, S. Crowe (UVA)

Candace Johnson est tombée dans la marmite du spatial à 5 ans, lorsque son père, alors en poste au sein du SHAPE¹ pour l'OTAN, basé alors à Saint-Germain-en-Laye, lui a offert une soucoupe volante à accrocher au sapin. Quelques semaines plus tôt, Spoutnik 1, premier satellite artificiel de la Terre, venait d'être lancé depuis le cosmodrome de Baïkonour.

« Je suis contre toute politique industrielle, par principe »

Enfant, elle grandit avec la conquête spatiale. Intimement. Dans sa cour de récréation, Vint Cerf², Irwin Jacobs³, Bill Pugh⁴, JFK, President Johnson... Dans cet écosystème d'exception, Candace embrasse avec enthousiasme la transition technologique en cours et anticipe dès son plus jeune âge les usages potentiels du spatial. Infinis. À commencer par les télécommunications. Elle raconte volontiers que tous les dimanches, elle se rendait chez un ami de ses parents, Esterley C. "PX" Page⁵, qui était équipé en radio CB. On en était alors aux balbutiements des Citizen Bands et il est facile d'imaginer la fascination d'une petite fille lorsqu'elle découvre le pouvoir de communiquer vers des zones éloignées. Son goût pour l'innovation technologique est certainement né de là, et avant ses 10 ans, Candace était persuadée que toutes les bonnes choses venaient de l'espace. C'est sur ce postulat qu'elle s'est construite.

1. SHAPE est l'acronyme pour Supreme Headquarters Allied Powers Europe.
2. Vinton Gray Cerf dit Vint Cerf est un ingénieur et chercheur américain, co-inventeur avec Bob Kahn du protocole TCP/IP. Il est considéré comme l'un des pionniers de l'internet.
3. Irwin Mark Jacobs est un ingénieur électrique américain, cofondateur et ancien président de Qualcomm.
4. Bill Pugh sert comme ingénieur avec le père de Candace, alors Capitaine dans l'Armée de l'Air, en charge de développer le Guide opérationnel général pour les communications. C'est Bill Pugh qui établit l'objectif de 10,000 bits par seconde pour une bande vocale.
5. Esterley C. Page est un des experts pionniers des télécommunications et l'un des co-fondateurs de Northrop Page qui est devenu par la suite Northrop Grumman, une des plus grandes sociétés du spatial.

One Space, Fast Space Interview with Satellady

Can we talk about space without talking to Candace Johnson? I wouldn't dream of it. Someone who has seen all the developments in the sector from the inside, as well as all its contradictions, deserves to be asked for her opinion on the current challenges facing the industry and on the state of international cooperation. Candace welcomed us to her home in Vallauris for three hours of inspiring conversation.

Candace Johnson was transported into the world of space at the age of 5, when her father, then working for SHAPE for NATO, based in Saint-Germain-en-Laye, gave her a flying saucer to hang on the Christmas tree. A few weeks earlier, Spoutnik 1, the earth's first artificial satellite, had just been launched from the Baikonur cosmodrome.

As a child, she grew up with the conquest of space. Up close. In her school playground talk of Vint Cerf, Irwin Jacobs, Bill Pugh, JFK, President Johnson... In this exceptional ecosystem, Candace enthusiastically embraced the technological transition underway and

Après la Maison Blanche, son père est nommé commandant général du *Pacific Air Force Communication Center*, Candace est alors au lycée et va garder de cette période un attachement particulier à la Zone Indo-Pacifique. Puis c'est la retraite militaire et le virage assumé vers le secteur privé. Quatre enfants en études supérieures pèse en effet son poids financier aux États-Unis... Western Union Telegraph Company (son père est aux manettes pour le lancement de Westar en 1974, le premier satellite de communications intérieures des États-Unis), Fairchild Industries et sa startup interne American Satellite, Vitalink Communications, Telebit, retour à Fairchild... Du parcours professionnel de Johnny Johnson, cofondateur de plusieurs entreprises américaines pionnières en matière de télécommunications satellite et fervent adepte de capitaux-risques éthiques, Candace va résolument retenir la force du levier privé qu'elle appliquera pleinement à son propre parcours.

Quel regard portez-vous sur les enjeux principaux de la filière et sur la façon qu'a l'Europe de les aborder ?

« Je suis contre toute politique industrielle, par principe. » Ça a le mérite d'être clair et de poser le débat sur la gratuité des données. « Je trouve que cette mentalité de "grants" et de programmes gouvernementaux est un problème pour l'Europe. Au moment du développement de Galileo en Europe, j'avais mis en place un consortium d'investisseurs privés, on était capable de le faire pour 1 milliard. La Commission en a mis 10 sur la table. Nous nous sommes retirés bien sûr, nous n'allions pas demander aux investisseurs privés d'engager leur argent contre l'UE qui défendait par la suite une approche gratuite de l'accès aux données spatiales. »

Candace voit un parallèle avec les discussions récentes autour du nouveau programme spatial IRIS². À horizon 2030, ce programme européen qui a vocation à constituer le premier réseau de satellites multi-orbite de l'UE est cofinancé par la Commission, l'ESA et des acteurs privés. Près de 300 satellites composeront la constellation. C'est un projet de politique industrielle qui a été suggéré à l'origine par Airbus et Thales Alenia Space à Thierry Breton. « Au début, l'UE et la Commission européenne allaient tout payer. Maintenant c'est le consortium SpaceRISE composé d'Eutelsat, d'Hispasat et de SES qui a été choisi par la Commission européenne pour construire et exploiter la constellation. Mais on aurait pu aboutir à la même chose en lançant un appel d'offres, et ensuite en achetant les services développés par les fournisseurs. Dans cette configuration, tout le monde aurait répondu présent dès le début au lieu de perdre quatre ans et beaucoup d'argent. » Candace s'est elle-même plusieurs fois investie dans des projets privés New Space avec une orientation commerciale dès le début. Souvent très en avance de projets gouvernementaux.

L'avance stratégique du Luxembourg

Au début des années 80, lorsque le Grand-Duché du Luxembourg se cherchait un quatrième pilier économique pour prendre le relais des trois piliers historiques (acier - union monétaire avec la Belgique- broadcasting), le spatial s'est imposé comme une évidence et Candace n'y a pas été étrangère. Rappelons qu'elle a été mariée avec un ambassadeur luxembourgeois. Grâce à l'aide de Candace et de son réseau, du premier ministre d'alors, Pierre Werner, et d'autres astrophiles visionnaires, le Grand-Duché a su créer les conditions de création de SES ASTRA dans les années 1983-1985, le premier système privé de satellites de télévision transfrontalière dans le monde. Quinze ans plus tard, Candace devient *Chief Architect* de SES Global, leader mondial des communications par satellite. Dès 2014, le Luxembourg occupe une position importante dans la filière globale spatiale (complètement disproportionnée à sa taille) et continue sa stratégie de croissance en impulsant l'initiative SpaceResources qui attire plusieurs sociétés privées et des initiatives publiques, telles que l'ESRIC, un centre dédié à la recherche et au développement en lien avec les ressources spatiales. L'Agence spatiale luxembourgeoise a par ailleurs le vent en poupe depuis plusieurs années et aujourd'hui, le Grand-Duché est le premier investisseur en Europe, en dédiant 0,135 % de son PIB à la filière spatiale (au troisième rang en termes relatifs après les États-Unis et la Russie).

SpaceX, LEO, bande Ka...

Sur les enjeux principaux du secteur, Candace reste lucide. « En Europe, nous avons perdu dix ans en faisant le choix de ne pas inclure le secteur privé entrepreneurial dans les appels d'offres upstream de l'Agence spatiale européenne. Pendant ce temps, Space X a avancé à une vitesse foudroyante. Nous avons quelques sociétés privées pionnières comme PLD Space et Dawn Aerospace qui ont avancé de leur propre élan et je suis très fière d'elles. »

Sur l'encombrement des orbites et l'appétence actuelle pour les LEO (Low Earth Orbits), Satellady plaide pour une vue plus large des choses. « Tout le monde parle aujourd'hui du potentiel des orbites basses (LEO pour Low Earth Orbit). Le spectre spatial est une ressource précieuse. Il faut penser à utiliser toutes les orbites et même à les utiliser ensemble, chaque orbite pouvant apporter quelque chose. Les orbites géostationnaires restent très fiables. L'utilisation de la bande Ka par faisceau, de manière focalisée, est très efficace par exemple, notamment pour les milieux insulaires, et c'est beaucoup plus résilient quand la bande passante est non partagée. Il n'y a pas de perte de bande passante non plus. Il faut savoir que 70 % de la bande est perdu quand un satellite en orbite basse passe au-dessus de l'océan... »

anticipated the potential uses of space from an early age. Infinite. Starting with telecommunications. She readily recounts how every Sunday she used to go to the home of one of her parents' friends, Esterley C. "PX" Page, who had a CB radio. Citizen Bands were in their infancy at the time and it's easy to imagine a little girl's fascination when she discovered the power of communicating with remote areas. Her taste for technological innovation was certainly born from this and before she was 10, Candace was convinced that all good things came from space. It was on this premise that she built her career.

After the White House, her father was appointed Commander General of the *Pacific Air Force Communication Center*. Candace was still at secondary school at the time, and this period left her with a particular attachment to the Indo-Pacific region. Then came military retirement and the move into the private sector. Four children in higher education weighed heavily on his finances in the United States... Western Union Telegraph Company (her father was at the helm for the launch of Westar in 1974, the first domestic communications satellite in the United States), Fairchild Industries and its in-house start-up American Satellite, Vitalink Communications, Telebit, back to Fairchild... From the career path of Johnny Johnson, co-founder of several pioneering American satellite telecommunications companies and a fervent supporter of ethical venture capital, Candace would go on to resolutely retain the strength of private leverage, which she would then apply fully to her own career path.

What is your view of the main issues facing the industry and the way Europe is tackling them?

"I'm against any industrial policy on principle". That has the merit of being clear and of setting out the debate on free data. "I think that this mentality of grants and government programmes is a problem for Europe. When Galileo was being developed in Europe, I set up a consortium of private investors and we were able to do it for 1 billion. The Commission put 10 billion on the table. Of course, we pulled out, because we weren't going to ask private investors to pledge their money against the EU, which subsequently defended a free approach to access to space data".

OWNSAT/Kacific

En 2012, Candace est contactée par deux jeunes femmes néo-zélandaises qui souhaitent son aide pour obtenir de l'Australie une capacité spatiale pour l'internet à haut débit dans leur pays. Candace a répondu : « Pourquoi aller en Australie ? Construisez votre propre satellite ! » Un an plus tard, elles créaient toutes les trois OWNSAT (Oceania Women's Network Satellite) avec 50 autres femmes du Pacifique et du monde entier. OWNSAT est depuis devenu le premier investisseur de Kacific - kacific.com - qui apporte aujourd'hui l'internet à haut débit aux écoles, aux hôpitaux et aux villages dans plus de 25 pays du Pacifique.

Où en est-on de la coopération internationale ?

« Il est impératif que nous travaillions tous ensemble dans l'espace. C'est cela notre force. Regardez l'ISS. Même en temps de guerre. Tout le monde travaille ensemble sur l'International Space Station. Il ne faut pas que les nations ou les régions entrent dans une logique de silo en poussant une politique de souveraineté technologique. Il faut qu'on ait des normes qui mènent à l'interopérabilité entre systèmes. » Cet enjeu d'interopérabilité est très concret dans l'exploration spatiale, spécifiquement dans tout ce qui va toucher à la logistique des prochaines missions habitées sur la Lune (système de communication, système de transport, système de refueling...). L'enjeu est d'éviter tout monopole. Et ce sujet n'est pas à prendre à la légère.

Dans son cheminement personnel, Satellady a d'abord utilisé l'espace pour faciliter l'accès universel du public aux innovations technologiques. L'accès à la télévision avec SES ASTRA dans les années 80. L'accès aux télécommunications et aux communications mobiles un peu plus tard avec Loral Teleport Europe et Iridium. L'accès à Internet avec Europe Online. L'accès aux lanceurs avec ILS en 1995, qui a été la première joint-venture du monde entre la Russie et les États-Unis en rapprochant Khrounchev avec Lockheed Martin.

Satellady a ensuite utilisé l'espace pour observer la Terre, l'environnement, le changement climatique, avec un point de vigilance particulier pour les zones à risque.

Aujourd'hui, son champ s'est élargi. Il s'agit de façonner les réseaux de l'Univers. Comment récupérer l'énergie solaire dans l'espace ? Comment stocker, transmettre et traiter des données à partir de datacenters sur la Lune ? comment interconnecter les gens qui vont bientôt travailler « en extra-terrestre »... OneSpace. C'est l'appel de Candace. Fast Space aussi. « Grâce à l'impression 3D, à l'IA, aux avancées en robotique, aux nouveaux propulseurs et matériaux, nous pouvons construire les lanceurs, les satellites, les rovers, beaucoup plus vite, pour beaucoup moins d'argent. »

Comme elle se plaît à le dire, Space for All and All for Space.

Je me permets d'ajouter Forever si nous savons collectivement nous y prendre. ●

Seraphim

Le fonds d'investissement Seraphim Capital a été cofondé par Anthony Clarke, en 2006. C'était un fonds de capital-risque généraliste et Anthony s'était entouré de professionnels de l'investissement. En 2014, les administrateurs du fonds se sont posé la question de commencer un fonds de capital-risque pour l'espace. Toutes les grandes sociétés ont mis au pot, Airbus, SES, Teledyne, Telespazio, SSTL MDA, l'Agence spatiale européenne et britannique. En tout, 133 SpaceTech compagnies. Candace est approchée pour prendre la présidence du conseil consultatif et pour devenir associée du Seraphim Space Fund. Trois constitutions de fonds ont d'ores et déjà été faites avec des objectifs ambitieux (1 milliard de dollars) et sans contrainte géographique dans les investissements. « Nous investissons partout dans le monde - au Japon, aux États-Unis, en Inde, en Europe », dit Candace. Au vu du secteur, c'est important en effet de ne pas se limiter géographiquement.

En collaboration avec ses collègues d'EBAN Space, Candace a coécrit le Manifeste pour un Espace équitable et paisible pour tous :



Candace sees a parallel with recent discussions around the new IRIS² space programme. This European programme, which aims to create the EU's first multi-orbit satellite network by 2030, is co-financed by the Commission, ESA and private players. Nearly 300 satellites will make up the constellation. This industrial policy project was originally suggested to Thierry Breton by Airbus and Thales Alenia Space. "At first, the EU and the European Commission were going to pay for everything. Now it's the SpaceRISE consortium made up of Eutelsat, Hispasat and SES that has been chosen by the European Commission to build and operate the constellation. But the same thing could have been achieved by issuing a call for tenders and then buying the services developed by the suppliers. That way, everyone would have been on board from the start, instead of wasting 4 years and a lot of money." Candace herself has on several occasions been involved in private New Space projects with a commercial focus from the outset. Often well ahead of government projects.

Luxembourg's strategic edge

In the early 80s, when the Grand Duchy of Luxembourg was looking for a fourth economic pillar to take over from its three historical pillars (steel - monetary union with Belgium - broadcasting), space was an obvious choice and Candace was no stranger to it. She was also married to a Luxembourg ambassador. With the help of Candace and her network, the then Prime Minister, Pierre Werner and other visionary astrophiles, the Grand Duchy was able to create the conditions for the creation of SES ASTRA in 1983-1985, the world's first private cross-border television satellite system. 15 years later, Candace became Chief Architect of SES Global, the world leader in satellite communications. As of 2014, Luxembourg occupies an important position in the global space sector (completely disproportionate to its size) and continues its growth strategy by driving the SpaceResources initiative, which attracts several private companies and public initiatives, such as ESRIC, a centre dedicated to research and development related to space resources. The Luxembourg Space Agency has also had the wind in its sails for several years, and today the Grand Duchy is the leading investor in Europe, devoting 0.135% of its GDP to the space sector (ranking third in relative terms after the United States and Russia).

SpaceX, LEO, Ka band...

Candace remains clear headed about the main issues facing the sector. "In Europe, we lost 10 years by choosing not to include the private entrepreneurial sector in the European Space Agency's upstream calls for tender. Meanwhile, Space X has advanced at lightning speed. We have some pioneering private companies like PLD Space and Dawn Aerospace that have moved forward on their own and I'm very proud of them".

On orbital congestion and the current appetite for LEO (Low Earth Orbits), Satellady argues for a broader view of things. "Everyone is now talking about the potential of Low Earth Orbit (LEO). The space spectrum is a precious resource. We need to think about using all the orbits and even using them together, as each orbit can contribute something. Geostationary orbits remain very reliable. Using the Ka-band by beam, in a focused way, is very effective, for example, particularly for island environments, and it is much more resilient when the bandwidth is not shared. There is no loss of bandwidth either. Bear in mind that 70% of the bandwidth is lost when a satellite in low orbit passes over the ocean..."

Sophia Business Angels

Lorsque Candace Johnson arrive sur Sophia Antipolis, elle cofonde Sophia Euro Lab, un fonds d'amorçage axé sur l'innovation technologique, en collaboration avec la Caisse des Dépôts, AXA et la banque allemande Bayerische Landesbank. « J'étais étonnée à l'époque de voir que les grandes sociétés demandaient aux petites sociétés de leur montrer un bilan assuré pour trois ans avant de leur confier un contrat... » En 2002, Candace Johnson cofonde les Sophia Business Angels avec Edgardo da Fonseca. En un peu plus de vingt ans, plus de 250 startups ont été accompagnées par près de 900 partenaires investisseurs. Une quarantaine d'entreprises ont connu un franc succès.

What is the current state of international cooperation?

"It's imperative that we all work together in space. That is our strength. Look at the ISS. Even in wartime. Everyone works together on the International Space Station. We must not allow nations or regions to enter into a silo mentality by pushing a policy of technological sovereignty. We need standards that lead to interoperability between systems". This issue of interoperability is very specific in space exploration, specifically in everything that will affect the logistics of future manned missions to the Moon (communications system, transport system, refuelling system, etc.). The challenge is to avoid any monopoly. And this is not an issue to be taken lightly.

In her personal journey, Satellady first used Space to facilitate universal public access to technological innovations. Access to television with SES ASTRA in the 80s. Access to telecommunications and mobile communications a little later with Loral Teleport Europe and Iridium. Internet access with Europe Online. Access to launchers with ILS in 1995, which was the world's first joint venture between Russia and the United States, bringing together Khrunichev and Lockheed Martin.

Satellady then used space to observe the Earth, the environment and climate change, with a particular focus on high-risk areas.

Today, the scope of her work has broadened. It's all about shaping the networks of the Universe. How can we harness the sun's energy in space? How can we store, transmit and process data from data centres on the moon? How can we interconnect the people who will soon be working 'as extra-terrestrials'... OneSpace. That's Candace's call. Fast Space too. "Thanks to 3D printing, AI, advances in robotics, new thrusters and materials, we can build launchers, satellites, rovers, much faster, for much less money."

As she likes to say,
Space for All and All for Space.

I would add Forever if we manage to do it collectively. ●

SKEMA BUSINESS SCHOOL

ESDHM

Le choix de la réussite

BAC+2 / BAC+3

Licence d'Économie-Gestion
ou Licence de Droit Privé

+ préparation aux concours
d'entrée des Grandes écoles

GLOBAL BBA

Choose your way*

BAC+4

12 à 24 mois à l'international
100% en anglais
14 spécialisations

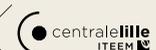


*Choisissez votre voie

BACHELOR MANAGEMENT ET SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

VISÉ BAC+4

Avec Centrale Lille - ITEEM
Enseigné en anglais
1 an à l'international



Possibilité d'intégrer en admissions parallèles

Contactez-nous : info-bba@skema.edu ou info-esdhem@skema.edu

WWW.SKEMA.EDU/FR

Vis ma vie d'acheteur de satellites...

Marc Benhamou a travaillé près de vingt ans chez Thales Alenia Space avant de passer du côté d'un de ses clients. 2014. Virage professionnel chez Inmarsat, un des opérateurs majeurs de communications par satellite à l'époque, d'ancrage britannique, depuis racheté par le géant américain Viasat. La rédaction l'a rencontré dans ses fonctions de Senior Director Space Programs pour lui demander son avis d'expert sur les évolutions en cours...



À gauche, Marc Benhamou © DR / à droite, Galaxies IC 2163 and NGC 2207 (Webb and Hubble image) © NASA, ESA, CSA, STScI

Vous êtes acheteur de satellites pour Viasat. Airbus et Thales Alenia Space font partie de vos fournisseurs. Quelles tendances sont pour vous les plus marquantes dans les connectivités satellite ?

Aujourd'hui, le sujet sur lequel tous les opérateurs travaillent pour voir comment exploiter cette nouvelle technologie, c'est le NTN - Non-Terrestrial Network - appliqué à la 5G. En termes de potentiel, très concrètement, l'utilisation des normes 5G dans les communications spatiales va permettre de connecter directement des smartphones et autres équipements 5G à des services non terrestres sans passer par des relais sol. Il y a beaucoup de projets en cours en ce moment pour aller vers ce que l'on appelle le D2D, c'est-à-dire le Direct to Device. Bientôt, on téléphonera avec son portable en passant directement via une connexion satellite, sans s'appuyer sur les infrastructures sol. Cela rebat les cartes des télécommunications telles que nous les concevons aujourd'hui, avec des opérateurs télécoms historiques et leurs antennes sol en intermédiaires.

Un avantage certain du D2D est que cela va permettre une couverture réseau en continu, il n'y aura plus de zones blanches. On a tous connu ces moments en voiture où la connexion se coupe. Si on intègre un système de connectivité D2D au smartphone, lorsqu'il y a une perte de signal, le système va permettre de passer directement à un réseau satellite pour prendre le relais. On peut aussi penser à complètement s'affranchir des relais sol pour fournir un accès internet complet par satellite. C'est ce type de réflexion qui est aujourd'hui sur la table avec plusieurs projets de constellations prévues pour des orbites basses, dans la lignée de Starlink. On peut citer Kuiper, le projet d'Amazon, ou LightSpeed chez Telesat. Également les projets chinois.

Life as a satellite buyer...

Marc Benhamou worked for Thalès Alenia Space for almost 20 years before moving to one of its customers. 2014. Career move to Inmarsat, one of the major satellite communications operators at the time, based in the UK and since acquired by the American giant Viasat. The editors caught up with him in his role as Senior Director Space Programs to ask him for his expert opinion on current developments...

You are a satellite buyer for Viasat. Your suppliers include Airbus and Thales Alenia Space. What do you see as the most significant trends in satellite connectivity?

Today, the subject on which all operators are working to see how to exploit this new technology is NTN - Non-Terrestrial Network - applied to 5G. In very specific terms, the use of 5G standards in space communications will make it possible to connect smartphones and other 5G equipment directly to non-terrestrial services without using ground relays. There are many projects underway at the moment

Qu'est-ce qui change, organisationnellement ?

Fondamentalement, ce qui est en train de se passer, c'est une reconfiguration des modèles d'infrastructures. On est en train de passer à des modèles multi-orbites, hybrides, qui vont constamment faire le va-et-vient entre des constellations en orbite basse et des relais géostationnaires. Chaque hauteur d'orbite en effet a ses avantages et ses inconvénients.

Tous les acteurs majeurs du secteur sont donc actuellement en train d'ajuster leur stratégie. Le marché est en train de changer et les opérateurs télécoms redéfinissent et/ou affinent leur cible de clients pour composer les meilleures architectures qui répondent à cette cible. Aujourd'hui, Starlink prend énormément de parts de marché parce qu'ils ont une importante avance technologique et une grande rapidité de développement et de déploiement en orbite. Personne ne peut lutter aujourd'hui en Europe et c'est un défi très important pour l'industrie spatiale européenne. Va-t-elle pouvoir se renouveler suffisamment vite ? C'est un réel enjeu. Les projets qui sont lancés aujourd'hui, comme la constellation IRIS² par exemple, ne seront pas opérationnels avant plusieurs années et on peut légitimement se demander à la vitesse où va l'innovation actuellement en Europe si ces programmes seront dans la course. Aujourd'hui, on est encore dans le schéma où tout le monde court après Starlink.

Comment Viasat se positionne dans cette reconfiguration du marché ?

Nos marchés historiques sont bien sûr concurrencés par Starlink. Notre flotte actuelle est principalement géostationnaire, rassemblant les satellites ex-Inmarsat, ainsi que la flotte Viasat. Nous capitalisons sur la richesse de notre portefeuille de fréquences et de positions orbitales permettant différents types d'applications. Historiquement, Inmarsat est associée à des fréquences assez basses (bande L), robustes aux aléas climatiques.

« Déployer une constellation est de l'ordre du milliard. Déployer un satellite géostationnaire se compte en quelques centaines de millions »

Nous sommes en effet dépositaires depuis longtemps d'une délégation internationale de service public pour assurer les services de sécurité maritime et aérienne. Quand un navire envoie un signal de détresse, ça passe par notre système. C'est une grande fierté et en même temps, cela nous oblige car des contraintes sont associées. Cela force notamment à doubler les satellites au cas où il y ait une anomalie car il ne faut pas de discontinuité sur le service de prévention et de gestion des sinistres en mer. N'oublions pas qu'Inmarsat a été créé pour cela au départ et qu'à la base, avant de devenir un acteur privé, c'était une organisation internationale axée sur le maritime (INTERNATIONAL MARITIME SATELLITE ORGANISATION).

Un axe majeur de notre développement est de renforcer notre offre haut-débit en complétant notre couverture globale assurée par la flotte actuelle. Nous déployons donc les satellites Viasat3, et nous développons avec Airbus trois satellites géostationnaires, GX 7, 8, 9, pour assurer un apport de capacité ciblé sur ce que nous appelons des hotspots (les grands aéroports et les routes de vol très fréquentées par exemple). Cela va apporter une capacité additionnelle en bande Ka, dans des fréquences beaucoup plus hautes qui permettent d'avoir des débits plus importants pour les utilisateurs. Cela va notamment permettre de couvrir des applications de wifi dans les avions et des applications de data pour les flottes de navires.

On travaille aussi sur le déploiement de constellations (en particulier sur les aspects D2D) mais il faut savoir que ce sont des investissements très importants. Il faut pouvoir fabriquer et lancer plusieurs centaines de satellites en même temps, c'est sans commune mesure avec les coûts de développement d'un satellite géostationnaire. Pour vous donner un ordre de grandeur, déployer une constellation va être de l'ordre du milliard. Déployer un satellite géostationnaire se compte en quelques centaines de millions...

Que de chemin parcouru depuis E.T. Téléphone. Maison. ●

to move towards what is known as D2D, or Direct to Device. In the near future, people will be able to use their mobile phones to make calls directly via a satellite connection, without relying on ground infrastructure. This will change the face of telecommunications as we know it today, with incumbent telecoms operators and their ground antennas as intermediaries.

One clear advantage of D2D is that it will provide continuous network coverage, so there will be no more dead zones. We've all experienced those moments in the car when the connection goes down. If we integrate a D2D connectivity system into the smartphone, when there is a loss of signal, the system will switch directly to a satellite network to take over. We can also think about doing away with ground relays altogether and providing full Internet access by satellite. This is the type of thinking that is currently on the table, with several constellation projects planned for low earth orbits, following on from Starlink. These include Amazon's Kuiper project and Telesat's LightSpeed. There are also Chinese projects.

What is changing organisationally?

Basically, what's happening is a reconfiguration of infrastructure models. We're moving towards multi-orbit, hybrid models, which will constantly move back and forth between constellations in low orbit and geostationary relays. Each orbital height has its advantages and disadvantages.

All the major players in the sector are therefore currently adjusting their strategy. The market is changing, and telecoms operators are redefining and/or refining their customer targets to create the best architectures to meet them. Today, Starlink is taking a huge share of the market because they have a significant technological lead and are very quick to develop and deploy in orbit. No one in Europe can compete with them today, and this is a major challenge for the European space industry. Will it be able to renew itself quickly enough? This is a real challenge. The projects that are being launched today, like the IRIS² constellation for example, will not be operational for several years, and at the current rate of innovation in Europe we can legitimately wonder whether these programmes will be in the running. Today, we are still in a situation where everyone is chasing Starlink.

How is Viasat positioning itself in this reconfiguration of the market?

Our traditional markets are, of course, facing competition from Starlink. Our current fleet is predominantly geostationary, comprising the ex-Inmarsat satellites as well as the Viasat fleet. We capitalise on the wealth of our portfolio of frequencies and orbital positions, enabling various types of applications. Historically, Inmarsat has been associated with relatively low frequencies (L-band), which are robust against adverse weather conditions. We have long been entrusted with an international public service mandate to provide maritime and aeronautical safety services. When a vessel sends a distress signal, it goes through our system. This is a great source of pride, yet it also imposes constraints on us. It necessitates doubling up on satellites in the event of any anomaly, as any discontinuity in the service for preventing and managing maritime incidents is unacceptable. Let us not forget that Inmarsat was originally established for this purpose and, initially, before becoming a private entity, it was an international organisation dedicated to maritime matters (INTERNATIONAL MARITIME SATELLITE ORGANISATION).

One of the main drivers of our development is to enhance our high-speed offering by complementing the global coverage provided by our current fleet. We are therefore deploying the Viasat3 satellite and, in partnership with Airbus, developing three geostationary satellites – GX 7, 8 and 9 – to deliver targeted capacity in what we refer to as « hotspots » (for example, major airports and heavily trafficked flight routes). This will provide additional capacity in the Ka band, operating at much higher frequencies, which allow for significantly greater speeds for users. Notably, this will enable the provision of in-flight Wi-Fi and data applications for shipping fleets.

We are also working on the deployment of constellations (particularly in relation to D2D aspects), but it should be noted that these represent very significant investments. It requires the ability to manufacture and launch several hundred satellites simultaneously, it's a challenge that is on an entirely different scale from the development costs of a geostationary satellite. To give you an order of magnitude, deploying a constellation is in the region of a billion, whereas deploying a geostationary satellite costs only a few hundred million...

We've come a long way since ET phone home. ●

Marc Benhamou est souvent en déplacement mais reste basé dans la région où il cultive des relations partenariales avec plusieurs industriels et des écoles d'ingénieurs. Il enseigne notamment à EURECOM.

Restructurer la filière un impératif européen

Loïc Chanvillard, délégué Alpes-Maritimes et filière espace du pôle SAFE, s'est prêté au jeu des trois questions avec la rédaction pour échanger sur les actualités de la filière. Sans langue de bois, en amont de la conférence ministérielle fin 2025 qui va déterminer les contributions de l'ensemble des pays européens au programme de l'ESA, tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le secteur sans avoir jamais osé le demander...

Vous êtes le représentant azuréen du pôle de compétitivité dédié aux secteurs aéronautique, spatial, sécurité et défense. Quel regard portez-vous sur les enjeux principaux de la filière à ce jour ? Et est-on bien armé pour les relever ?

Au niveau français et européen, il est clair qu'il faut reprendre notre juste place au niveau mondial. Nous avons tout ce qu'il faut pour être et rester un acteur majeur du spatial mondial. Pour autant, la perte de compétitivité et d'influence de la France comme de l'Europe est bien réelle sur les quinze dernières années.

L'enjeu principal, de mon point de vue, est un enjeu de restructuration avec une orientation beaucoup plus orientée vers les marchés. Une réalité à prendre en compte aujourd'hui est que le poids du secteur spatial augmente dans tous les pays. Jusqu'à relativement récemment, on avait cinq ou six pays aux manettes. Aujourd'hui, tout le monde a son agence et tout le monde développe des applications à base de données géospatiales, voire lance ses propres satellites. La concurrence s'organise et il y a un réel enjeu de positionnement à deux niveaux : d'une part, sur les marchés stratégiques les plus porteurs, et d'autre part sur les rapports entre les acteurs historiques et les nouveaux entrants, et entre les grands acteurs historiques et les nouveaux entrants qui sont souvent plus petits.

Il est indispensable que la filière se réinvente au vu de ce nouveau contexte. La commande européenne est encore très classique. Pourquoi fait-on du spatial en France et en Europe ? Essentiellement pour deux raisons. La première est une question de souveraineté et d'indépendance stratégique et opérationnelle. On a fait Galileo pour ne pas dépendre de GPS, on a fait Copernicus parce qu'on voulait nos propres jeux de données environnementales, on lance IRIS² pour ne pas être dépendant de StarLink... La deuxième raison est liée aux besoins des missions scientifiques. Même si ces deux objectifs sont légitimes et pertinents, ils sont très peu liés au départ aux logiques de marché et de développement macroéconomiques.

On arrive à la limite de ce système. Toute la structuration du spatial européen a été bâtie de manière verticale. Autour des agences et des gros industriels en premier lieu qui s'appuient sur une chaîne de sous-traitance d'excellence certes, mais qui reste dépendante des contrats générés par les premiers. La relation donneur d'ordre/sous-traitant reste une culture dominante à cette heure. Mais quand le secteur est en mutation et que les règles du jeu changent, il est important de savoir se réorganiser d'une manière plus pertinente. De mon point de vue, on gagnerait à se réorganiser sur des logiques de grappe technologie/business, de manière collaborative, en se centrant sur des objectifs partagés dès le départ et notamment sur des objectifs commerciaux. Il faut viser le passage d'un modèle de sous-traitance à celui de partenariats commerciaux.

En termes de marchés, comment se positionne-t-on ?

Je pense qu'il n'y a pas de soucis à se faire concernant l'activité de Thales Alenia Space et d'Airbus DS sur les marchés institutionnels historiques. Cette activité reste relativement pérenne vu qu'elle est adossée à l'impératif de souveraineté et aux besoins régaliens de systèmes de défense. Si on ajoute à cela le développement de nouvelles missions scientifiques européennes et internationales, ce carnet de commandes-là n'est pas vraiment remis en cause.

L'inquiétude vient plutôt de la part privée des marchés qui est adressée par l'industrie française et européenne. Celle-ci a amorcé une forte décroissance. Le nombre de concurrents extra-européens en croissance exponentielle et leur capacité à se faire largement financer par des capitaux privés limitent très fortement la compétitivité des acteurs européens dans le secteur.

Un enjeu pour l'Europe, en termes de positionnement, est de trouver notre propre modèle et une nouvelle identité au sein de la filière mondiale, sans chercher à copier systématiquement la concurrence. Les Américains, les Chinois, les Israéliens et les autres puissances montantes s'appuient sur d'autres atouts que les nôtres. Il nous faut nos propres programmes et nos propres gammes de produits innovants. Le projet ASCEND est un bon exemple de ce que l'Europe peut arriver à faire. Le projet a pour ambition de déployer des data centers spatiaux en orbite autour de la Terre, avec le double objectif de faciliter le traitement des données issues des satellites, mais



The European space industry, a need for restructuring

Loïc Chanvillard, Alpes Maritimes and Space Sector Delegate for the SAFE cluster, took time out to answer three questions about the latest developments in the industry. In the run-up to the ministerial conference at the end of 2025, which will determine the contributions of all European countries to the ESA programme, here's everything you always wanted to know about the sector but were afraid to ask...

You are the Côte d'Azur representative for the competitiveness cluster dedicated to the aeronautics, space, security and defence sectors. What is your view of the main challenges facing the sector today? And are we well equipped to meet them?

At French and European level, it's clear that we need to regain our rightful place in the global arena. We have everything we need to be and remain a major player in the global space industry. However, the loss of competitiveness and influence for both France and Europe over the last fifteen years is very real.

From my point of view, the main challenge is to restructure and become much more market-oriented. One reality we need to consider is that the importance of the space sector is increasing in all countries. Until relatively recently, 5 or 6 countries were in the driving seat. Today, everyone has their own agency and everyone is developing applications based on geospatial data or even launching their own satellites. Competition is becoming more organised and there are real positioning issues at two levels: on the one hand, in the most buoyant strategic markets, and on the other, in the relationships between the historic players and the new entrants, and between the major historic players and the new entrants, who are often smaller.

It is essential for the industry to reinvent itself in light of this new context. The European demand remains very traditional. Why do we engage in space activities in France and Europe? Essentially for two reasons.

The first is a matter of sovereignty and strategic and operational independence. We developed Galileo to avoid dependence on GPS, Copernicus to have our own environmental data sets, and we are launching IRIS² to reduce reliance on Starlink.

The second reason is linked to the needs of scientific missions. While both objectives are legitimate and relevant, they were initially only loosely connected to market dynamics and macroeconomic development.

We are reaching the limit of this system. The whole structure of the European space industry has been built vertically. These are supported by a chain of excellent subcontractors, but they remain dependent on the contracts generated by the former. The principal/subcontractor relationship remains a dominant culture at this time. But when the sector is in flux and the rules of the game change, it's important to know how to reorganise in a more relevant way. In my view, we would do well to reorganise along technology/business cluster lines, in a collaborative way, focusing on shared objectives from the outset, and in particular on commercial objectives. We need

aussi de limiter l'impact environnemental du développement massif de l'intelligence artificielle. En matière de souveraineté numérique, l'enjeu est de taille. On parle de déployer 1 gigawatt de capacité en orbite avant 2050. C'est innovant, ça ne copie personne, et si l'on s'y prend bien, on est capable de créer toute une nouvelle gamme de produits et de services qui vont être développés et distribués par les gros industriels européens et aussi par des opérateurs non spatiaux. L'enjeu est là. Penser les programmes européens flagship, ancrés dans des modèles économiques réalistes, rentables, originaux et structurants.

Quelle est la marge de manœuvre des petits acteurs de la filière ?

Elle est importante et stratégique pour l'ensemble de l'écosystème. Avant, le nombre d'acheteurs de satellites était limité et tout se passait exclusivement par appel d'offre, sur base des cahiers des charges techniques. L'industrie spatiale ne se posait pas trop la question de l'usage final du satellite ni de son impact sociétal et économique pour les utilisateurs finaux (ou alors de manière très indirecte). Il est à noter au passage que la filière spatiale faisait figure d'exception par rapport aux autres filières sectorielles. Mais la donne a changé. Aujourd'hui, à l'instar des autres secteurs économiques plus classiques, il faut aller chercher le client beaucoup plus en aval dans la chaîne de valeur. Le client est maintenant aussi un utilisateur et il faut être capable de comprendre ses besoins fonctionnels et opérationnels les plus élémentaires.

Cette démarche n'est pas ancrée dans notre écosystème européen et les acteurs historiques sont peu habitués à cette nouvelle culture. Les petits acteurs, en revanche, sont les plus exposés au marché. Et tout l'enjeu actuel est d'arriver à rebattre les cartes en jouant sur la complémentarité des acteurs. Les grands maîtres d'œuvre sont incités à se mettre à l'écoute des nouveaux acteurs, plus petits, et de venir en soutien des business qu'ils sont capables d'adresser. Souvent l'inverse n'est plus viable pour des questions de réactivité, d'agilité ou de connaissance microéconomique de marchés de plus en plus morcelés. C'est ce changement radical de culture qui est complexe à mettre en œuvre. Cela requiert de la confiance réciproque et de nouveaux modes de collaboration.

Au niveau financier, la marge de manœuvre des petits est théoriquement significative. Dans le cadre du programme France 2030, 860 millions sur les 1,3 milliards de budget affecté au spatial ont été fléchés vers les nouveaux acteurs (PME). Ceci étant dit, il serait intéressant de connaître la part de ce budget qui leur a été effectivement adressée... ne serait-ce que pour s'assurer que cette stratégie était la bonne.

Au-delà de la question de l'intégration des nouveaux acteurs, pour beaucoup de monde à ce jour, un objectif pragmatique est de conserver le savoir-faire des acteurs historiques et d'assurer leur pérennité au vu de la concurrence. Avant d'essayer de créer des emplois chez les nouveaux acteurs, sauvagons les 10 000 emplois et compétences de la filière française existante. L'argument est valide, le juste équilibre n'est toutefois pas simple à trouver. Les acteurs historiques sont-ils capables de se restructurer assez en interne en intégrant les nouveaux acteurs ? Car c'est seulement à ce prix que la filière européenne et française retrouvera sa place dans une compétition mondiale pour laquelle les règles ont clairement changé.

Question 3bis... Quelle est la place de la technopole dans tout ça ?

Sophia Antipolis a un rôle essentiel à jouer dans le développement du spatial. La Communauté d'agglomération en a d'ailleurs fait une filière stratégique. Sophia s'est historiquement bâtie autour du numérique, ce qui a lui donné le surnom de Telecom Valley. Ensuite par glissement, elle est devenue une « Automotive Valley ». Devenir une « NewSpace Valley » est aujourd'hui dans le champ des possibles. On parle exactement des mêmes compétences, des mêmes technologies clés, les mêmes valeurs ajoutées : innovation, IA, microélectronique, mécatronique, optique/photonique, logiciel... voire des mêmes domaines applicatifs. La région Sud, et plus particulièrement le groupement de communautés d'agglomération CAP AZUR qui inclut la technopole de Sophia Antipolis, la Communauté d'agglomération Cannes Lérins et le Pays de Grasse, font partie des territoires français à qui le changement de paradigme du NewSpace a le plus bénéficié ces dix dernières années en termes de développement. Ce n'est pas un hasard si l'Agence spatiale française (le CNES) et le Commandement de l'espace s'intéressent de près à ce territoire. Dans le domaine du NewSpace, nous sommes passés en seulement quelques années d'une activité anecdotique sur la technopole reposant sur quelques acteurs de poids comme ACRI-ST à une activité que beaucoup d'acteurs locaux regardent aujourd'hui comme une opportunité de développement de premier plan. ●

to move away from a subcontracting model towards one of commercial partnerships.

In terms of markets, how are we positioned?

I don't think we need to worry about the activities of Thales Alenia Space and Airbus DS in their traditional institutional markets. This business remains relatively sustainable, given that it is based on the imperative of sovereignty and the needs of defence systems. If we add to this the development of new European and international scientific missions, this order book is not really in doubt.

The concern stems more from the private share of markets addressed by French and European industry. This has started to decline sharply. The number of competitors from outside Europe is growing exponentially, and their ability to raise large amounts of private capital is severely limiting the competitiveness of European players in the sector.

One of the challenges for Europe, in terms of positioning, is to find our own model and a new identity within the global industry, without systematically trying to copy the competition. The Americans, the Chinese, the Israelis and the other rising powers are relying on assets other than our own. We need our own programmes and our own ranges of innovative products. The ASCEND project is a good example of what Europe can achieve. The aim of the project is to deploy space-based data centres in orbit around the Earth, with the dual objective of facilitating the processing of data from satellites and limiting the environmental impact of the massive development of Artificial Intelligence. When it comes to digital sovereignty, the stakes are high. We're talking about deploying 1 gigawatt of capacity in orbit before 2050. It's innovative, it's not copying anyone else and if we get it right, we can create a whole new range of products and services that will be developed and distributed by major European manufacturers and also by non-space operators. That's where the challenge lies. Thinking about European flagship programmes, anchored in realistic, profitable, original and structuring business models.

What room for manoeuvre do the smaller players in the sector have?

It is important and strategic for the entire ecosystem. In the past, the number of satellite buyers was limited, and everything was done exclusively by invitation to tender, based on technical specifications. The space industry didn't think too much about the end use of the satellite or its social and economic impact on end users (or only very indirectly). It should be noted in passing that the space industry was an exception compared with other sectors. But the situation has changed. Today, as in other more traditional economic sectors, we have to look for the customer much further down the value chain. Customers are now also users, and we need to be able to understand their most basic functional and operational needs.

This approach is not deeply rooted in our European ecosystem, and the traditional players are not used to this new culture. Smaller players, on the other hand, are the most exposed to the market. And the current challenge is to reshuffle the deck by playing on the complementary nature of the players. The major contractors are being encouraged to listen to the new, smaller players, and to support the business they are able to address. The reverse is often no longer viable, for reasons of responsiveness, agility or microeconomic knowledge of increasingly fragmented markets. It is this radical change of culture that is complex to implement. It requires mutual trust and new ways of working together.

In financial terms, the room for manoeuvre for the smaller players is theoretically significant. As part of the France 2030 programme, 860 million of the 1.3 billion budget allocated to space has been earmarked for new players (SMEs). That said, it would be interesting to know how much of this budget has actually been allocated to them... if only to ensure that this strategy was the right one.

Beyond the question of integrating new players, for many people today, a pragmatic objective is to preserve the know-how of the historic players and ensure their long-term survival in the face of competition. Before trying to create jobs with the new players, let's safeguard the 10,000 jobs and skills in the existing French industry. The argument is valid, but finding the right balance is not easy. Are the incumbent players capable of restructuring sufficiently internally to integrate the new players? This is the only way for the European and French industry to regain its place in a global competition where the rules have clearly changed.

Question 3+... Where does the science park fit into all this?

Sophia Antipolis has a crucial role to play in the development of the space sector. The local urban community has even made it a strategic industry.

Historically built around digital technologies, earning the nickname « Telecom Valley, » Sophia later evolved into an « Automotive Valley. » Today, becoming a « NewSpace Valley » is well within reach. The same skills, key technologies, and value propositions are at play: innovation, AI, microelectronics, mechatronics, optics/photonics, software... even the same application domains. The South region, particularly the CAP AZUR metropolitan cluster - that includes the Sophia Antipolis technology park, the Cannes Lérins urban community, and the Pays de Grasse - has been one of the French territories that has benefited most from the paradigm shift of NewSpace over the past decade. It is no coincidence that the French Space Agency (CNES) and the Space Command are closely interested in this region. In just a few years, Sophia Antipolis has gone from having a minor presence in the NewSpace sector, supported by a few key players like ACRI-ST, to becoming an area where many local stakeholders now see a major opportunity for growth. ●



Quoi d'9?

Comment bien diffuser les sciences ? Comment démocratiser les étoiles ? Le tissu associatif est une extension bienvenue pour tout curieux et technophile, et les associations fiables combinent souvent ancrage scientifique et animation. Dans les actualités de la technopole, EURECOM est résolument en orbite et exerce une force gravitationnelle croissante tandis que Sophia Club Entreprises change de direction au 31 mars, l'occasion de saluer son dirigeant sortant. Sans oublier les Brèves...

How do we get the science out there? How can we democratise the stars? The network of associations is a welcome extension for all the curious and technophiles and reliable associations often combine a scientific base with entertainment. In other technology park news, EURECOM is firmly in orbit and exerting a growing gravitational pull, while Sophia Club Entreprises will be changing management on 31 March, giving us the opportunity to salute its outgoing leader. And let's not forget the News in Brief...

Quand recherche et association se croisent pour expliquer les étoiles

Pierre Cruzalèbes est chercheur CNRS au laboratoire Lagrange de l'Observatoire de la Côte d'Azur et utilise les plus gros télescopes du monde pour étudier les étoiles. Il y a plus de trente ans, avec un collectif de passionnés, il a créé l'association Provence Sciences Techniques Jeunesse pour diffuser les sciences dans la société et les rendre accessibles aux plus jeunes. La rédaction l'a rencontré au CIV de Valbonne, un vendredi soir d'hiver...



Une soirée d'observation © PSTJ

Dans sa vie de chercheur, Pierre Cruzalèbes utilise au quotidien l'un des instruments d'observation les plus modernes du monde. L'instrument (appelé MATISSE) a été assemblé à l'Observatoire de Nice et est maintenant installé au nord du Chili, dans le désert d'Atacama, sur le site européen du Very Large Telescope. Le VLT est un ensemble de quatre télescopes principaux de 8 mètres espacés de 130 mètres, et de quatre télescopes auxiliaires espaçables jusqu'à 200 mètres. La particularité est que l'agencement spécifique entre les télescopes permet d'avoir l'équivalent d'un instrument de plus de 100 mètres de diamètre. Pierre l'utilise tous les jours pour scruter les étoiles géantes et supergéantes dans l'infrarouge pour en analyser la surface et leur environnement proche.

En parallèle de cette casquette de chercheur, Pierre a créé il y a plus de trente ans l'association Provence Sciences Techniques Jeunesse (PSTJ), reconnue aujourd'hui d'intérêt général à caractère éducatif, scientifique et culturel et agréée Éducation nationale, Jeunesse et Éducation populaire. PSTJ fait partie du réseau des écoles mises en place par l'Association française d'Astronomie (AFA, éditrice de la revue Ciel et Espace) et est école référente dans les Alpes-Maritimes.

L'aventure associative est née en 1992 d'un collectif de jeunes animateurs partageant la passion des astres. Le leitmotiv, diffuser les sciences au maximum, notamment aux plus jeunes. Comme l'indique Pierre : « Nous n'avons pas voulu créer un club d'astronomie. Notre credo dès le début s'est porté sur la diffusion des sciences. On s'est ainsi regroupé avec d'autres animateurs qui faisaient de la robotique, de l'informatique, de l'environnement, des fusées, et on a créé une association multi-sciences avec dès le départ une offre d'activités extrascolaires et des centres de séjour de vacances pour des profils de jeunes entre 8 ans et 16 ans. C'est une activité qu'on a toujours maintenue, même dans les années où l'on n'avait pas beaucoup de participants. »

Hébergée sur le campus du Centre International de Valbonne, l'association aujourd'hui compte une centaine d'adhérents dont cinq clubs et associations. Une trentaine de médiateurs scientifiques se sont mobilisés en 2024 et le conseil d'administration compte vingt membres, tous bénévoles. La majorité des revenus de l'association provient de l'autofinancement issu de la vente de services. Pierre explique : « Notre activité scolaire est montée en puissance. Un médiateur est embauché à mi-temps toute l'année sur ce volet. Nous avons investi dans un planétarium mobile.

« Nous avons investi dans un planétarium mobile, une structure gonflable qui permet de reproduire le ciel en plein jour »

C'est une structure gonflable qui permet de reproduire le ciel en plein jour. Les structures sont assez imposantes. Nous disposons d'un petit dôme qui fait 2m30 de haut et d'un grand dôme qui fait plus de 3m20 de haut et qui permettent d'accueillir une vingtaine de personnes chacun. À l'intérieur, les gens sont assis pour des séances de planétarium et nous avons un projecteur numérique sous la coupole qui permet de recréer le ciel de nuit en journée. Cette activité est très demandée. »

Pour les soirées d'observation grand public, PSTJ mobilise une dizaine d'animateurs et met à disposition ses télescopes. La Nuit de l'équinoxe du 21 mars est cette année l'occasion d'inaugurer un télescope accessible



À gauche, le télescope au CIV, don du docteur François Giraud / à droite, une manière comme une autre de grimper au ciel © PSTJ

aux personnes à mobilité réduite. L'équipement - un « Handiscope » - a été acheté grâce à des subventions de la Mairie de Valbonne et de la Société française d'Astronomie et d'Astrophysique (SF2A). Pierre explique : « Il n'y a pas beaucoup de personnes à mobilité réduite qui se déplacent à nos événements. Quand c'est arrivé, je regrette de ne pas avoir pu les accueillir correctement pour leur montrer le ciel. C'est la raison pour laquelle on a pris la décision de se doter d'un équipement spécifique. »

L'association cherche actuellement des relais dans les collèges, les lycées, les comités d'entreprise et les collectivités pour élargir son périmètre d'intervention, toujours dans l'intérêt de mieux diffuser les sciences.

À bon entendeur... ●

Les prochains rdv

- Séjours de vacances de découverte des sciences pour les 8-16 ans :
 - o 6-13 avril 2025, Peïra-Cava (Alpes-Maritimes)
 - o 6-13 juillet, Saint-Front (Haute-Loire)
 - o 14-27 juillet, Saint-Front
 - o 6-27 juillet, Saint-Front
- Ateliers scolaires et séances de planétarium :
 - o tout au long de l'année en milieu scolaire, périscolaire et extra-scolaire
- Stages d'initiation et de pratique à partir de 16 ans (au CIV de Valbonne) :
 - o 8-9 mars, initiation et perfectionnement à l'astrophotographie
 - o 3 mai, pratique de l'observation astronomique (niveau 1)
 - o 31 mai, pratique de l'observation astronomique (niveau 2)
 - o 28 juin, pratique de l'observation astronomique (niveau 3)
- Manifestations sur le thème de l'astronomie et l'espace :
 - o 21 mars, Nuit de l'équinoxe, Valbonne (conférence grand public de l'Observatoire de la Côte d'Azur à 18h, salle Michel-Rolant, interlude musical à 19h, inauguration officielle de l'Handiscope à 20h, découverte du ciel aux télescopes à partir de 21h, terrasse du Pré des Arts)
 - o 29 mars, entre 11h et 13h, observation de l'éclipse partielle de Soleil depuis le parc des Bouillides (côté La Source)
 - o 3 avril, afterwork place Bermond avec découverte de la Lune aux télescopes (16h-21h)
 - o 7 juin, On the Moon Again (village de Valbonne)
 - o 1er août, Nuit des Étoiles (village de Valbonne),
 - o 22-24 août, Festival AstroValberg (Valberg)
 - o 11 octobre, Jour de la Nuit (village de Valbonne)
- Club d'astronomie tous les vendredis à partir de 20h30 au CIV (selon météo et hors périodes de pleine lune)

Tu fais quoi vendredi ?

Et si au lieu de regarder le ciel en amoureux ou en solitaire, on allait faire un tour du côté du CIV de Valbonne ? PSTJ a lancé un club d'astronomie l'année dernière avec Christophe Buchmann et Pierre Cruzalèbes aux manettes. Chacun peut amener son instrument et les aficionados du ciel peuvent aussi bénéficier d'un instrument quasi-professionnel, propriété de l'Observatoire de la Côte d'Azur. Le diamètre de l'instrument est de 40 centimètres et son poids avoisine les 700 kilogrammes. « Un beau jouet » dans les mots de Pierre... L'instrument est un instrument migrateur puisqu'il a d'abord été assemblé méthodiquement, pièce par pièce, par Monsieur François Giraud, un médecin de Trans-en-Provence, membre du club d'astronomie Copernic de Fréjus Saint-Raphaël, qui l'avait installé sur son garage. À son décès, son épouse en a fait don à l'Observatoire. L'instrument est d'abord parti sur les hauteurs de Grasse, sur le site du CERGA, à l'époque où l'Observatoire de la Côte d'Azur disposait encore de locaux là-bas (le site a ensuite été squatté pendant plusieurs années avant d'être racheté et réhabilité par la société ACRI-ST). Et lorsque les astronomes ont définitivement plié bagage en 2004, l'instrument a été démonté puis remonté au CIV, précisément là où PSTJ est enfin hébergé de manière pérenne, après plusieurs années de nomadisme dans le département.



ASTROphoto



A	B
C	D

A - La Voie lactée
Trébas (13 - Aveyron)
11/08/2013
ISO 6400
Canon 600 D
Samyang 8 mm (Fisheye)
Exposition de 30 s

B - M31 - Galaxie d'Andromède
Valbonne
03/10/2022
ISO 800
Canon 600 D
ASKAR 230 FMA (230 mm)
Exposition de 26 x 120 s

C - M42 - La nébuleuse d'Orion
Valbonne
21/03/2022
ISO 1600
Canon 600 D
Sigma (70 - 300 mm) 300 mm
Exposition de 18 x 30s

D - M45 - Les pléiades
Valbonne
13/01/2023
ISO 200
Canon 600 D
ASKER 230 FMA (230 mm)
Exposition de 15 x 300 s

E	F
G	

E - M13 - L'amas d'Hercules
Valbonne
17/06/2022
ISO 400
Canon 600 D
ASKAR 230 FMA (230 mm)
Exposition de 50 x 60 s

F - Comète Neowise
Gigean (34 - Hérault)
17/07/2020
ISO 800
Canon 600 D
Sigma (70 - 300 mm) 238 mm
Exposition de 10 x 30s

G - La lune gibbeuse
Sète (34 - Hérault)
23/08/2013
ISO 100
Canon 600 D
1000 mm (Télescope Newton
200 / 1000)
Exposition de 1/320 s

EURECOM à la pointe de la connectivité NTN

EURECOM a le vent en poupe et enchaîne la signature de partenariats stratégiques et de projets structurants. L'école d'ingénieurs a annoncé en fin d'année dernière la création d'un centre de calcul dédié à l'IA, CIRCALIS, en partenariat avec la Région Sud, et Kyndryl, la spinoff d'IBM spécialisée dans les infrastructures managées, est récemment entrée en partenariat avec l'établissement en parrainant la promotion 2027. David Gesbert, directeur d'EURECOM, nous a reçus pour évoquer l'actualité de l'école.



Le Bureau des élèves d'EURECOM © Jacem Hagui

Pourquoi avoir impulsé ce centre de calcul ?

L'IA est au cœur des enseignements d'EURECOM, de l'école d'ingénieurs jusqu'au doctorat. Près de 70 personnes travaillent sur l'IA tous les jours. Dans nos cours, dans nos projets, nous avons besoin d'avoir une infrastructure adaptée. La France - l'Europe en général - est assez en retard sur cet aspect en comparaison avec d'autres pays. On commence à s'en rendre compte et des annonces gouvernementales sont faites pour se renforcer sur cet aspect ; en attendant, au niveau de l'école, nos besoins sont pressants dans nos enseignements et dans nos TP. La pédagogie de l'apprentissage par projet fait partie de l'ADN d'EURECOM. Nous voulons que nos étudiants aient un apprentissage très pratique de l'IA, qu'ils puissent tester et expérimenter. Cela ne peut se faire qu'avec des moyens de calcul. Il ne suffit plus d'avoir de bons profs. C'est une raison majeure pour avoir impulsé la création de CIRCALIS. Plus on a de moyens de calcul également, plus les tests sont rapides.

La deuxième raison est que sur certains projets de recherche avec des entreprises, nous n'avons pas le droit de faire sortir les données d'EURECOM en raison de clauses de confidentialité. Nous avons donc besoin d'avoir notre propre structure. Nous avons dû renoncer à certains projets proposés par des partenaires industriels en raison d'un manque d'infrastructures de calcul. On en a quelques-unes, à travers le 3IA notamment, et on achète également des moyens de calcul dans le privé. Mais d'une part, cela finit par devenir très cher, et d'autre part se pose la question

de la souveraineté des données.

L'automne dernier, la Région Sud a voté son plan IA où elle s'est engagée financièrement à hauteur de 70 millions d'euros. Ce plan IA sert d'ombrelle au plan Sud ingénieur. C'est dans ce cadre que nous avons soumis le projet de centre de calcul CIRCALIS. C'est un coût total de trois millions d'euros, la Région a accepté d'en financer la moitié.

Nous allons faire l'installation en interne, au niveau de l'école. Il faut qu'on fasse des travaux, et notamment renforcer le sol car les machines pèsent lourd. Nous sommes en train de démarrer le processus d'acquisition des machines. On va étaler les achats sur un an et demi, deux ans, car la technologie évolue tellement vite que ce n'est pas peine de tout acheter tout de suite pour minimiser l'obsolescence.



David Gesbert, directeur d'EURECOM © DR



Le campus EURECOM vu du ciel © DR

Quelles sont les dernières tendances en matière de communication ? Et comment l'école se positionne sur ce volet ?

La technologie 5G actuelle est essentiellement terrestre. Quand on passe une communication via une technologie 5G¹, le téléphone se met en connexion avec une antenne qui est généralement située sur un toit, pas très loin d'ici, et le service est opéré par un opérateur comme Orange ou SFR. Dans la prochaine version de la 5G - et également dans la 6G - l'idée est d'intégrer une partie de réseau non terrestre au réseau terrestre pour passer les communications en gagnant en couverture. Sous ce parapluie NTN pour Non Terrestrial Network, on trouve les satellites mais aussi des plateformes de haute altitude, comme des ballons dirigeables, qui peuvent évoluer à plusieurs centaines de mètres au-dessus du sol et servir d'antenne avec l'avantage de couvrir une empreinte géographique importante. On trouve aussi les drones. EURECOM a d'ailleurs présenté un démonstrateur au dernier WAICF avec un premier drone équipé de modules radio 5G OpenAirInterface agissant comme un relais 5G pour fournir une connectivité transparente à un autre terminal 5G, qui peut d'ailleurs aussi être un drone fonctionnant comme un utilisateur de terminal aérien.

Cette nouvelle génération 5G équipée NTN va permettre des applications industrielles de la géolocalisation très précises, au décimètre voire au centimètre. Si l'on se projette dans une usine où humains et robots travaillent ensemble, l'enjeu est d'éviter que les humains se fassent arracher le bras par un robot parce que le robot n'aurait pas vu l'humain... La question du positionnement très précis se pose donc pour ce type de cas d'usage et l'idée que la communauté tech poursuit en ce moment est de combiner les signaux satellitaires avec les signaux qui proviennent des stations-relais terrestres. Fusionner ces données permettrait d'augmenter le niveau de précision. L'avantage des signaux terrestres

en effet est qu'ils reçoivent des signaux à tout moment, d'une diversité d'antennes-relais. Ces signaux de signalisation peuvent être utilisés pour se repérer plus finement dans l'espace.

Quelles actualités souhaitez-vous mettre en avant ?

Nous sommes d'abord très fiers que Maria Zuluaga, professeure assistante au département Data Science, ait obtenu récemment une prestigieuse subvention du Conseil européen de la recherche (ERC Consolidator Grant). Cette subvention de 2 millions d'euros, répartie sur cinq ans, va soutenir son projet de recherche CARAVEL qui renforce le rôle de premier plan d'EURECOM dans l'application de l'IA à la médecine. En collaboration avec des neurologues et chercheurs du King's College London et du CHU de Nice, CARAVEL vise à créer le premier atlas spatiotemporel multi-résolution capable de cartographier l'architecture vasculaire vieillissante du cerveau à l'échelle de la population. En relevant des défis méthodologiques critiques pour extraire, modéliser et analyser l'arbre vasculaire cérébral, l'objectif est d'élucider les mécanismes du vieillissement et les contributions vasculaires aux maladies neurologiques, ouvrant la voie à des avancées majeures dans les neurosciences. Le projet exploite les avancées les plus récentes en IA, vision par ordinateur, statistiques avancées et médecine pour modéliser et analyser les vaisseaux cérébraux avec une précision inégalée à date.

Nous venons par ailleurs d'accueillir la cinquième promotion de startups au sein de l'incubateur Tech Forward, que nous co-encadrons en partenariat avec l'EDHEC et l'Institut Mines Telecom, notamment pour leurs projets en IA. Exploration spatiale, biotechnologie, e-santé... Cette promotion est à suivre de près. ●

Des partenaires industriels au cœur de la pédagogie d'EURECOM

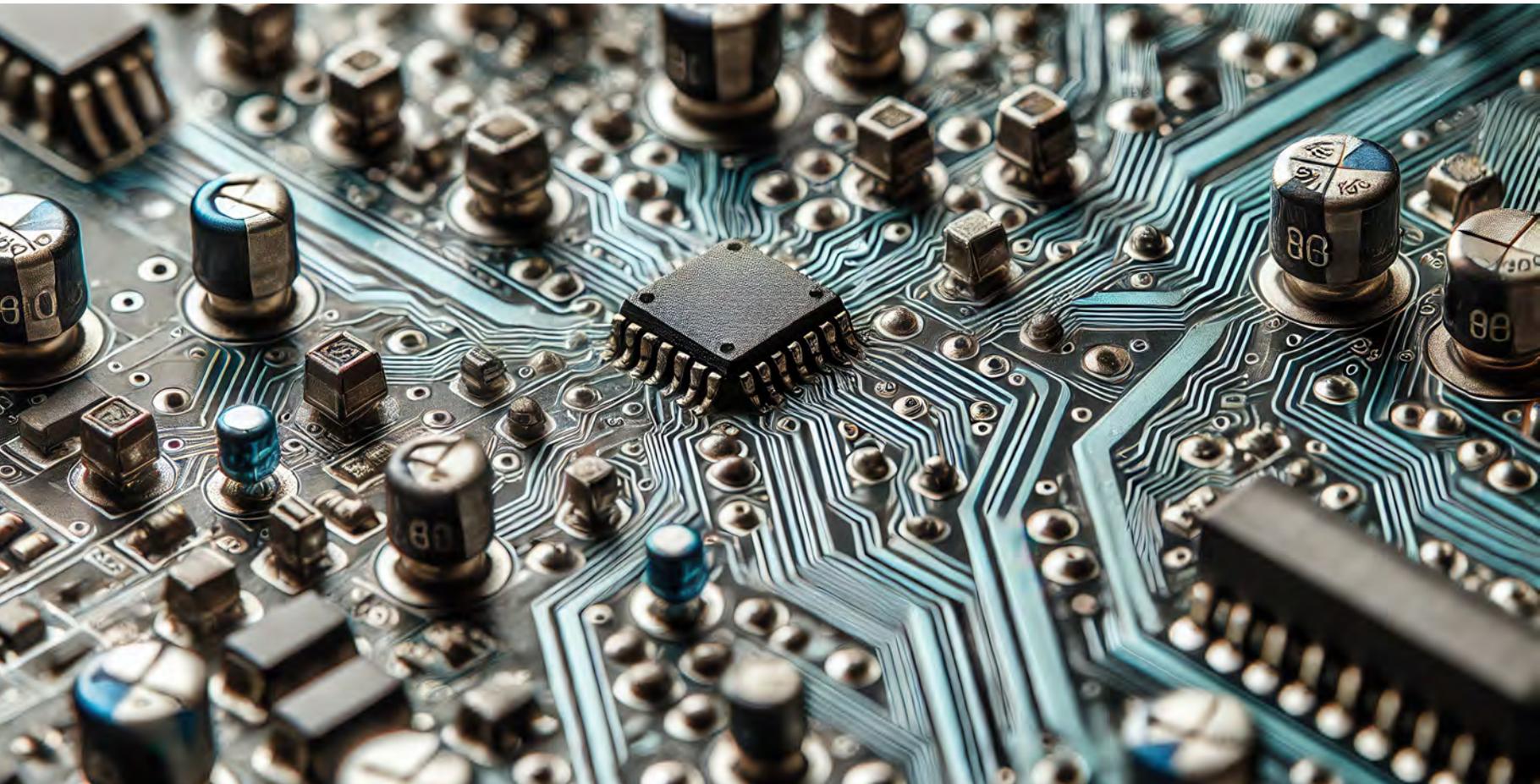
EURECOM collabore en priorité avec les membres industriels et institutionnels de son consortium (BMW, Orange, NortonLifeLock, IABG, Principauté de Monaco) mais aussi au-delà avec une quarantaine de grands noms du numérique et des acteurs transversaux. Les capacités de calcul du centre CIRCALIS joueront un rôle clé dans le développement futur de l'activité en recherche partenariale avec les entreprises.

5 startups à suivre dans la nouvelle promotion Tech Forward

- PowerinSpace – Transmission d'énergie sans fil par laser pour alimenter drones, satellites et équipements critiques.
- POLYCHAETA – Valorisation des déchets organiques en production durable de vers marins, réduisant pollution et pression sur les stocks naturels.
- PEARCODE – Stockage révolutionnaire sur ADN synthétique, ultra-durable et économe en énergie pour l'avenir des data centers.
- Deep Io Tech – IA et vision par ordinateur pour une télé-médecine plus performante et un meilleur suivi des patients.
- Specgen – L'IA qui simplifie et accélère les réponses aux appels d'offres pour libérer les entreprises des tâches chronophages.

40 ans de microélectronique vus par Etienne Delhaye

*En un peu plus de douze ans aux manettes opérationnelles du Sophia Club Entreprises, Etienne Delhaye a coordonné avec ses équipes une restructuration de fond du club en impulsant une dynamique d'ouverture. L'association compte aujourd'hui 226 sociétés membres et continue à s'élargir en accueillant des entreprises engagées dans l'intérêt collectif de la technopole. Etienne passe la main le 31 mars 2025.
Retour sur son parcours singulier de témoin expert de la microélectronique...*



© AdobeStock

Vous avez atterri à Sophia il y a un peu plus de quinze ans avec la casquette de DG ST-Ericsson France. Vous avez un doctorat en microélectronique et un DEA en physique des semi-conducteurs. Qu'est-ce qui vous a amené à la microélectronique au départ et quels ont été vos moments charnières dans ce secteur ?

Quand j'étais étudiant, je me suis intéressé à la miniaturisation des composants. En 3^e année d'école d'ingénieur Telecom, j'ai suivi l'option microélectronique à l'Institut national polytechnique de Grenoble. C'était essentiellement des bases de physique et des techniques de conception. Le traitement de signal numérique était encore peu abordé à l'époque, on était au début des années 80. J'ai fait mon stage de 3^e année chez Philips, dans leur laboratoire d'électronique. C'est pour moi la première charnière. J'ai commencé à faire des choses pratiques en microélectronique et ça m'a incité à aller plus loin et à poursuivre en thèse où j'ai travaillé sur des applications numériques, notamment sur un démonstrateur de multiplieur numérique capable d'effectuer un milliard de multiplications par seconde. Un record à l'époque... qui n'a pas duré très longtemps.

Mon titre de docteur en poche, j'ai été embauché chez Philips et j'ai poursuivi mes travaux de recherche. Je travaillais à l'époque sur la mise au point d'une technologie de semi-conducteur émergente, sur des matériaux binaires ou ternaires à base d'arséniure de gallium qui présentaient des propriétés électrophysiques très supérieures au silicium courant. L'objectif de cette R&D était de fabriquer des transistors beaucoup plus performants. En microélectronique, à chaque nouvelle génération technologique, il est toujours possible de choisir le dosage entre vitesse et consommation d'énergie. Est-ce qu'on privilégie d'aller vite au niveau de l'équipement ou est-ce qu'on préfère mettre en avant la sobriété énergétique ? Si on choisit d'aller vite, on consomme...

L'apport de la technologie sur laquelle je travaillais conduisait à des compromis bien plus performants dans cet équilibre. Avec ces nouveaux composants, on pouvait faire des applications numériques mais aussi des applications analogiques et d'hyperfréquences, jusqu'à plusieurs dizaines de gigahertz. Et en termes d'amplification de puissance, il était possible d'atteindre des niveaux de performance très intéressants, compatibles avec de faibles tensions d'alimentation de batteries rechargeables. Récepteurs et émetteurs télécoms étaient miniaturisés, consommaient peu, et étaient faciles à mettre en œuvre.

1998, deuxième charnière pour moi. Je suis nommé responsable d'une unité pré-industrielle à Caen pour préparer l'industrialisation de plusieurs produits, et en particulier sur le marché des télécoms mobiles qui est en train d'exploser. La demande est très forte du côté de l'industrie et la technologie devient de plus en plus mature. On commence à vendre des fonctions, SAGEM est notre premier client. Je me souviens qu'on faisait



Etienne Delhaye, directeur exécutif du Sophia Club Entreprises de 2014 à 2025 © DR

tourner notre outil de production jour et nuit et les week-ends, et je me rappelle avoir passé plusieurs samedis et dimanches dans la salle de test pour vérifier que les rendements étaient bons et que le programme de tests n'était pas tombé en rade... Des taxis partaient vers les usines de SAGEM tous les jours. C'était l'âge d'or des télécoms mobiles, on venait de mettre le bateau à l'eau, il y avait du vent, on avait mis les bonnes voiles, ça allait super vite...

Au début des années 2000, Philips entre en partenariat avec Motorola. On s'est alors mis à développer nos fonctions dans les usines Motorola de Phoenix aux États-Unis qui étaient plus modernes. Cela nous a permis de suivre au plus près la demande du marché, qui était toujours en progression exponentielle. L'année 2005, nos clients ont produit 100 millions de téléphones. J'étais alors à la direction du segment des hyperfréquences et de l'analogique, toujours basé à Caen.

Le marché a ensuite évolué dans la direction des solutions logicielles toutes prêtes et les clients ont cessé d'acheter uniquement les circuits intégrés. On est entré dans l'ère de la microélectronique industrielle et les produits sont devenus des systèmes. Il fallait aller vite, nos clients voulaient sortir des nouveaux téléphones tous les six mois, à chaque fois plus performants au niveau graphique, mémoire et consommation d'énergie.

En 2006, Philips Semiconducteurs devient NXP. En 2007, NXP rachète un pan d'activité de Silicon Labs qui maîtrise la technologie de radio RF CMOS. Je prends alors la responsabilité de la partie radio/téléphonie et c'est pour moi un changement de décor. L'époque d'Austin aux États-Unis. En 2008, NXP, ST Microelectronics et Ericsson fusionnent pour produire des systèmes complets de téléphonie, chacun capitalisant sur ses technologies (système, numérique, RF). C'est l'orientation du marché à ce moment-là et nous comptons alors parmi nos clients LG,

Sony et Samsung. Le chiffre d'affaires à cette période se compte en centaines de millions.

Peu de temps après la fusion, la partie téléphonie de Nokia meurt. Nokia faisait partie de nos plus gros clients. De nouveaux acteurs entrent en même temps dans le champ concurrentiel, avec notamment Huawei et des industriels indiens qui centrent leur marché sur le low cost.

2009. Troisième moment charnière pour moi. Je suis nommé directeur général de ST Ericsson France, basé à Sophia Antipolis. Nous sommes alors 7 000 répartis sur 77 sites dans 40 pays sur les cinq continents. Dans les cinq années qui suivent, beaucoup d'actions de restructuration organisationnelle et sociale sont menées. Une fermeture de site. Plusieurs plans de départ volontaire... Je suis nommé vice-président en charge du business historique mais les ventes globales ne progressent pas assez et 2014 marque l'arrêt de la coentreprise. Nous n'étions pas parvenus à nous restructurer assez vite au vu de la métamorphose profonde du marché. En 2014, 3 000 personnes sur les 7 000 étaient encore salariées du groupe, dont 1 000 sur le pôle Italie-France.

Quel regard portez-vous aujourd'hui sur les enjeux principaux de la filière ?

Tous les deux ans, le niveau de complexité d'un circuit intégré double. C'est la loi de Moore, quasiment inchangée depuis les années soixante, quand Gordon E. Moore, alors ingénieur chez Intel, l'a énoncée pour la première fois. La seule limite finalement est celle de la physique. On commence aujourd'hui à parler d'électronique quantique, où les dispositifs sont tellement miniaturisés, qu'ils atteignent la dimension d'une seule molécule !!! Les transferts de charge sont infinitésimaux, ce qui joue en faveur de la vitesse et de la faible consommation d'énergie. On commence également à parler d'électronique

biologique avec l'émergence de technologie qui permet d'ultraminaturiser le stockage de données sur de l'ADN synthétique. L'avantage, un bilan énergétique nul et la très faible place que ces datacenters miniatures vont prendre. Restent maintenant à trouver les solutions de lecture...

Et si l'enjeu principal de la microélectronique était justement de sortir de la microélectronique ? Pour moi c'est la vraie question. Chercher à répliquer toutes les fonctions actuellement proposées, mais d'une manière différente, qui permet d'aller encore plus loin dans la miniaturisation et dans la réduction de consommation énergétique. Toutes ces innovations trouvent évidemment un écho particulier par rapport aux enjeux contemporains de sobriété.

Comment passe-t-on de la direction d'une entreprise de microélectronique à la direction d'une association ? Qu'est-ce qui change, organisationnellement et en termes de vision ?

Quand j'arrive sur Sophia en 2009 à la tête de ST Ericsson France, je rencontre Frédéric Fourquin, alors responsable du site de Galderma et président du Club des Dirigeants. Je deviens membre du club puis administrateur. En 2014, quand la coentreprise s'arrête, je fais le choix de ne pas rejoindre ST-Microelectronics. Gérard Giraudon, directeur de l'Inria et président du club à cette période, me propose alors de faire évoluer le club. Il venait juste d'y avoir un audit interministériel de Sophia Antipolis qui avait préconisé une animation de la technopole par les entreprises. C'est dans ce cadre que le Club des Dirigeants a évolué et qu'il s'est ouvert à tout le monde, même aux plus petites sociétés. Gérard Giraudon m'a demandé de préparer la transformation du club, les statuts, l'équipe, le plan stratégique, et j'ai présenté le tout en AG le 2 décembre 2014. Si ça passait, j'en devenais le directeur. Les membres ont accepté la proposition de restructuration. Le Club des Dirigeants s'est mué en Sophia Club Entreprises ce jour-là et c'est devenu un club d'entreprises et non d'individus.

Ce qui a changé fondamentalement pour moi dans cette fonction, c'est la liberté. J'ai eu la chance que tous les présidents que j'ai connus m'aient fait entièrement confiance. Tout est simple quand tu pilotes une petite structure et que tu sais où tu vas...

Parmi les grandes fiertés, on a développé Sophia Talent Hub. On l'avait monté à l'époque avec Frédérique Ferrié, de la société sophilopolitaine Altedia (devenue LHH). On avait remarqué un turnover de salariés intra-Sophia très faible, autour de 1 %. Cela nous paraissait incompatible avec le dynamisme et l'évolutivité d'une grande technopole. Nous avons donc créé une plateforme d'accompagnement des carrières et de développement des compétences, de nature à augmenter la fluidité de l'emploi sophilopolitain. Une réussite, qui peut toutefois encore monter en impact dans les années qui viennent.

Etienne Delhaye n'a conseillé qu'une chose à Yannick Blancafort, sa successeur : « *Lever la tête et regarder loin* ». Avec un tel message de passation, nul doute que le club reste entre de bonnes mains. ●

Notre finalité

Nous, entrepreneurs du Pays de Grasse, nous engageons, par la coopération et la transmission d'expériences, à trouver et promouvoir des solutions innovantes, aux

écologiquement, socialement et économiquement robustes pour répondre problématiques communes des entreprises et des autres acteurs du territoire.

Notre constat

L'incertitude du monde actuel et l'impact négatif de nos modèles économiques sur la planète rendent la tâche des entrepreneur(e)s de plus en plus complexe. En proposant un véritable changement de paradigme, notre territoire peut devenir un lieu de référence d'une transition choisie et réussie vers la post-croissance où il fait bon vivre qui offre aux jeunes générations un avenir souhaitable.

Notre approche

Pour répondre aux enjeux profonds du siècle, nous puisons notre force dans une **communauté d'entrepreneur(e)s diversifié(e)s** et déterminé(e)s à :

Notre méthode

Privilégier le collectif et l'intérêt général et non l'intérêt individuel et privé uniquement
Pratiquer l'intelligence collective
Respecter chaque acteur, ses décisions, son cheminement, ses modèles
Capitaliser sur notre expérience en ingénierie de projet multi-acteurs
Rester responsable, agile, inventif et enthousiaste



REJOIGNEZ-NOUS AU

Mercure Sophia Antipolis



DÉCOUVREZ NOS ESPACES POUR VOS RÉUNIONS

Retrouvez nos salons entièrement équipés : vidéoprojecteur ou TV haute définition, nouvelle sonorisation hors pair, paperboard, eaux et toute autre demande !
De 45m² à 230m², nous accueillons tous types de groupes, le tout, à la lumière du jour.

Profitez d'une journée d'étude complète qui mêle, travail dans un espace convivial et confortable, pause dans une ambiance conviviale et déjeuner dans notre restaurant.



HILLSIDE BRASSERIE MAISON | VALBONNE

Notre restaurant HillSide, Brasserie Maison, vous accueille dans une ambiance cosy et raffinée.

La cuisine de notre Chef, Nicolas Masses, incarne la simplicité, le goût et la vivacité !



Pour réserver : <https://hillside.brasseriemaison.fr>



Les Afterworks du Mardi

Tous les Mardis soirs retrouvez-nous à partir de 18h00 pour un Happy Hour suivi d'un Live Music jusqu'à 20h30.

Un petit verre pour éviter le trafic quotidien !



Nos Brunchs du Dimanche !

Tous les Dimanches de 11h à 15h, rejoignez nous pour un **Brunch complet**.

Entre amis ou en famille venez profiter d'un Show cooking, de la piscine, de jeux pour enfants, DJ ...



Ceci n'est pas un conteneur... C'est un PoliCloud @ powered by hivenet

David Gurlé, fondateur de Hivenet et de la startup PoliCloud, a présenté lors du dernier WAICF un cloud sécurisé innovant, souverain et écologique, unique en Europe à date. Ce premier micro data center, déployé sur le bassin cannois à la demande des collectivités territoriales, initie une véritable révolution du marché du cloud en Europe. Grâce à son réseau décentralisé de data centers similaires, PoliCloud offre une alternative face à la dépendance croissante aux global hyperscalers du secteur pour le stockage des données et l'entraînement de modèles d'IA. La technologie Hivenet permet de fédérer et de mutualiser les capacités de stockage et de calcul de l'ensemble du réseau et offre un cryptage avancé et un système de redondance des données qui assurent leur confidentialité et protection. En cas de déconnexion d'un centre, les données restent accessibles depuis d'autres points du réseau. Ce projet place les communes et les collectivités locales azuréennes au cœur des transitions technologiques en cours. ●

SeADvance annonce une levée de fonds en pré-seed

SeADvance, startup introduisant une maintenance prédictive de nouvelle génération au profit des équipements industriels, a annoncé il y a quelques semaines la réussite de sa première levée de fonds. Réalisée avec le soutien d'ADVANS Lab et de Rise Partners, cette opération marque un tournant stratégique pour l'entreprise, issue du programme d'accélération ADVANS Accelerator. En parvenant à simuler le vieillissement de l'équipement électromécanique selon l'usage et à l'échelle de la durée de vie, SeADvance lève un verrou technologique et introduit une rupture au regard des solutions usuelles de maintenance prédictive. SeADvance prédit le comportement sur le très long terme des 24/72 mois, pour ne plus subir la panne ou le défaut de l'équipement industriel. Cette levée de fonds de type pré-seed intervient à l'issue d'un programme de R&D de quatre ans et permettra à SeADvance de délivrer son premier démonstrateur opérationnel chez un industriel et d'amorcer un premier développement sur ses marchés cibles. ●

Validation clinique pour eyonis™ LCS de Median Technologies... Un grand pas en avant dans le diagnostic du cancer du sein

Median Technologies, développeur d'eyonis™, une suite de logiciels dispositifs médicaux basés sur l'IA pour le diagnostic précoce des cancers, a participé au dernier congrès européen de Radiologie qui s'est tenu à Vienne, du 26 février au 2 mars. eyonis™ LCS (pour Lung Cancer Screening) a récemment atteint son critère d'évaluation primaire de façon statistiquement significative dans RELIVE (identifiant ClinicalTrials.gov : ID NCT06751576), la seconde des deux études pivot requises pour l'obtention des autorisations de mise sur le marché aux États-Unis et en Europe. eyonis™ LCS a ainsi finalisé avec succès sa validation clinique. En conséquence, les dossiers réglementaires pour l'obtention du 510(k) de la FDA et du marquage CE d'eyonis™ LCS sont en passe d'être soumis aux agences au second trimestre de 2025. Median Technologies fait aujourd'hui partie des leaders mondiaux de la fourniture d'analyse d'images par IA et de services centraux d'imagerie pour les essais cliniques en oncologie de l'industrie biopharmaceutique. ●

SAP Labs France devient mécène de la Fondation Sophia Antipolis

Avec SAP Labs France, c'est l'un des grands acteurs technologiques de la technopole qui rejoint le Club des mécènes de la Fondation Sophia Antipolis. Reconnu comme l'un des leaders mondiaux dans le domaine des logiciels de gestion d'entreprise (ERP pour Enterprise Resource Planning), SAP est arrivé sur la technopole de Sophia Antipolis en 1998 et s'est installé en 2001 dans son bâtiment emblématique du Font-de-l'Orme qui rassemble aujourd'hui 250 ingénieurs. SAP compte 21 Labs dans le monde, dédiés à la R&D et à l'innovation. L'installation dans la technopole était mûrement réfléchi puisqu'il y a 25 ans, Sophia était déjà connue comme pôle européen du logiciel quand SAP cherchait des talents dans ce domaine. La société cultive depuis ses liens avec l'écosystème et travaille régulièrement avec les écoles d'ingénieurs EURECOM et Polytech Nice Sophia. Le Labs France s'est affirmé comme un moteur de l'innovation logicielle et technologique en Europe et fait partie des membres fondateurs d'ICAIR, le Conseil industriel pour la Recherche en IA. ●

Triplé gagnant IoT Business Hub pour l'innovation de My Keeper au service de la sécurité

Société familiale basée à Sophia Antipolis, My Keeper a annoncé il y a quelques semaines trois distinctions majeures : le Grand Prix IoT Business Hub 2024, le Trophée IoT Business Hub Smart Building et la Médaille d'Argent Expoprotection Sûreté-Sécurité. Ces trophées saluent SecurIT, la solution connectée développée par My Keeper, couvrant le multirisque (intrusion/attentat, risques majeurs, incendie, incivilités, protection des travailleurs isolés) en automatisant toute la chaîne d'alerte. Le système inclut la liaison directe avec les secours et intègre une technologie innovante de cascade d'appels. En 2024, My Keeper a sécurisé 3 500 établissements, dont 470 lycées franciliens et 160 écoles toulousaines, et a vendu plus de 10 000 équipements. Grâce à une croissance de 57 % de son volume d'affaires en 2024 et 5 recrutements prévus en 2025, l'entreprise confirme son rôle d'acteur innovant en matière de sécurité. ●

Bee2BeeHUB, accélérateur de visibilité des startups

Bee2BeeHUB a récemment annoncé le lancement de la plateforme éponyme qui offre un outil (inter)national innovant pour promouvoir la visibilité des startups et booster leur croissance. Grâce à un bureau virtuel interactif, Bee2BeeHUB permet aux startups d'élargir leur réseau, de se connecter à des investisseurs et à des partenaires stratégiques, et d'accéder à des opportunités commerciales. La plateforme repose sur un logiciel éprouvé depuis seize ans, personnalisé pour répondre aux besoins spécifiques des startups en croissance, et sur une stratégie basée sur une activation marketing collaborative. Le principe repose sur les vertus de l'effet boule de neige qui a le potentiel d'amplifier l'impact de chaque action et sur une approche de cercle vertueux de croissance. La plateforme permet notamment de prolonger l'engagement au-delà d'un événement B2B physique et contribuer à un écosystème collaboratif qui alimente un cercle vertueux de visibilité dans une optique d'opportunités business. ●

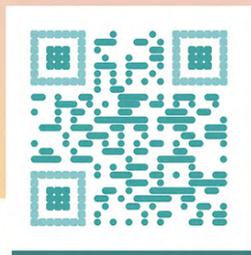


ARENAS

NICE CHALLENGE

JEUDI 19 JUIN 2025
DE 16H30 À 23H

L'AFTERWORK SPORTIF DÉDIÉ AUX ENTREPRISES - ARENAS



REJOIGNEZ-NOUS





APPEL À PARTICIPATION

2025



ANNÉE DE L'OCÉAN

UN PROJET "JEUNES ENGAGÉS POUR L'OCÉAN" AVEC:



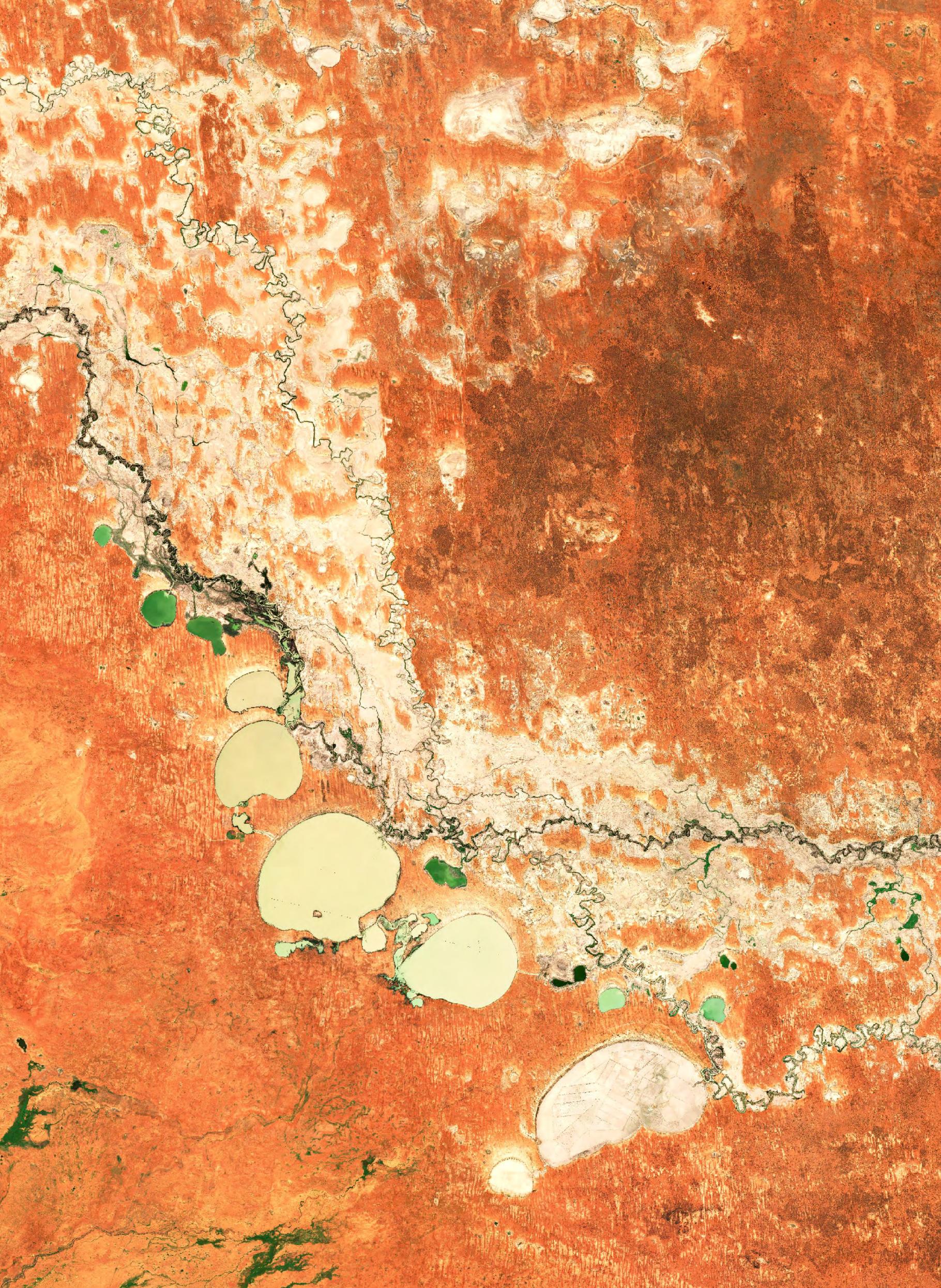
SCAN ME



Ifremer

**UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR**

**MÉTROPOLE
NICE CÔTE D'AZUR**



ARTS

en scène

Quand les marionnettes vampent la Scène 55... Quand l'esplanade du Pré des Pêcheurs se transforme en lieu d'art moderne et contemporain et met design et métiers d'art à l'honneur... Quand l'Opéra de Nice fête ses 140 ans sur fond d'acte créatif total... Quand deux collectionneurs se lancent dans le plateau-crochet... Quand anthéa invente ses 48H... Sortir du canapé. Sortir explorer les espaces de proximité. Sortir. Tout simplement.

When puppets steal the spotlight over at Scène 55... When the Pré des Pêcheurs esplanade is transformed into a venue for modern and contemporary art, with design and arts and crafts taking pride of place... When the Opéra de Nice celebrates its 140th anniversary with an all-out creative flourish... When two collectors get involved in a theatre talent show... When Anthéa invents its 48H... Get off the sofa. Go out and explore the local area. Just get out there.

Quand les marionnettes vampent la Scène 55 (et pire encore)

À Mougins, un festival célèbre chaque printemps l'art marionnettique sous toutes ses formes, y compris pour adultes. Vampire, es-tu là ? Le comte Dracula lui-même va faire frissonner la programmation...

par Frank Davit



Dracula - Lucy's dream © Christophe Raynaud de Lage

« Moi je construis des marionnettes, avec de la ficelle et du papier, elles sont jolies les mignonnettes... », chantait Christophe dans l'un de ses tubes. Ce n'est pas forcément ainsi que l'entend la Scène 55 pour enchanter son public à l'occasion du Printemps de la Marionnette et des Formes animées. Conçu et organisé par la salle de spectacle mouginoise, le festival, qui en est à sa neuvième édition cette année, vise à sortir des clichés qui entourent encore trop souvent cet art théâtral à part entière. Montrer la diversité et la vitalité de ce secteur de création, bien au-delà de son ADN en lien avec le monde de l'enfance, l'ambition de la Scène 55 se situe bel et bien là. Bel et bien car l'endroit est labellisé théâtre conventionné Art et Spectacle pluridisciplinaire, avec la danse et la marionnette en accords majeurs, et ce qui s'y joue convoque des productions au diapason d'un tel label qualitatif. Le divertissement jeune public et familial y a largement et légitimement sa place le temps du festival, lequel sait aussi aller voir ailleurs pour trouver des bonheurs destinés à une audience plus adulte qui n'en a pas moins gardé un brin d'enfance au cœur. C'est un peu ce qui se passe quand des cinéphiles peuvent autant se prendre de passion pour le cinéma que pour le cinéma d'animation. À l'aune de ce regard sans œillères, il est alors vivement recommandé d'établir une passerelle entre théâtre et ce qu'on appellera du coup théâtre d'animation.

Le mal du vampire

À la mi-mars, dans cette ligne de mire, cinq spectacles vont ainsi se partager l'affiche de la Scène 55, mettant en exergue le travail inventif de compagnies régionales et accueillant une figure majeure de la profession en la personne de la marionnettiste Yngvild Aspeli. Artiste associée au CDN Dijon-Bourgogne, récemment nommée à la direction du Nordland Visual Theatre, celle-ci a plusieurs spectacles en tournée. Après son *Moby Dick* encore dans toutes les mémoires

qui avait transité par Mougins en 2021, elle présentera cette fois sa vision d'un mythe total de la pop culture, *Dracula*, d'après le roman de Bram Stoker. Une production que l'artiste a créée avec sa compagnie venue de Norvège, *Plexus polaire*, et dont la première française a eu lieu fin 2021.

Titre du spectacle, *Dracula - Lucy's dream*. Pourquoi cette variation autour de la star des vampires a tout ce qu'il faut pour que vous soyez mordu ? Joué par des marionnettes à taille humaine et les comédien(ne)s qui leur prêtent vie à vue, le spectacle nous procurera certes notre dose d'atmosphère « flippante », comme attendu dans une telle histoire, mais surtout, Yngvild Aspeli a voulu nouer l'intrigue sous un autre jour. Dans une autre nuit qui est celle où Lucy, la véritable héroïne du spectacle, se débat avec ses cauchemars. Est-elle la proie de Dracula ou bien Dracula est-il l'incarnation fantasmée des démons qui la hantent ? À travers les affres de la jeune femme, il est question d'emprise, de domination, de force autodestructrice. S'il y a quelque chose d'un « giallo » à la scandinave dans l'approche d'Yngvild Aspeli, la focale privilégiée



Pierre Caussin, directeur artistique de Scène 55 © DR

ici n'en affirme et revendique pas moins son engagement du côté d'un féminisme ardent, comme cela est à l'œuvre avec *Maison de poupée*, d'Henrik Ibsen, le nouveau spectacle de la marionnettiste. Serti de ces lueurs qui lui confèrent un pouvoir d'envoûtement singulier, conte gothique et manifeste féministe, son *Dracula - Lucy's dream* scintille en clair-obscur, en majesté ! Représentation événement du festival dont il assurera la clôture en apothéose, le spectacle n'est toutefois pas à mettre sous tous les yeux (à partir de 14 ans...)

Des spectacles en mutation, protéiformes

En sa qualité de directeur artistique de la Scène 55 depuis l'ouverture des lieux en 2017, René Corbier est l'un des initiateurs du Printemps de la Marionnette et des Formes animées. Après huit années à la tête de l'établissement, il vient de passer le flambeau du théâtre et du festival à Pierre Caussin (sur nomination à ce poste par la Ville de Mougins après appel à candidature).

Auparavant directeur du Forum Jacques Prévert de Carros, Pierre Caussin a une longue expérience du spectacle vivant. À Mougins, celui qui a pris les rênes de la Scène 55 fourmille de nouveaux projets pour cette belle maison culturelle. « René Corbier a mené ici un formidable travail, déclare son successeur, il a donné une identité à la Scène 55 et je vais poursuivre ce qui a été impulsé, tout ce qui a fidélisé le public pour venir dans un endroit créé ex nihilo. Pas question de saboter les fondations du lieu, on garde la formule jeune public et famille en proposant ici et là des touches de nouveauté. Je pense notamment à des spectacles à 360 degrés,

pour partager des expériences immersives, où les spectateurs pourront vibrer autrement et vivre une expérience globale plutôt que juste regarder, où ils seront acteurs de ce qui se passe avec les artistes d'une production conçue dans cet esprit de partage et de convivialité. La saison prochaine, on accueillera par exemple la compagnie La Grive pour Cépages dansants, un spectacle en mode cabaret autour de la gastronomie, de l'œnologie et de la danse. Le public sera convié pour ainsi dire à une fête des sens avec dégustation à la clé. Le spectacle vivant est protéiforme, à côté de représentations classiques, on va aussi partir dans ce genre d'aventures... »

À propos de la place de la marionnette et de la danse dans la programmation de la Scène 55, Pierre Caussin souhaite également « étoffer la palette » des propositions. Jouer la carte de l'éclectisme et de l'exigence artistique, montrer les choses sous plus d'une facette avec des choix forts... Autant de points cardinaux pour indiquer une direction à suivre. Et comme une bonne nouvelle, le nouveau directeur d'annoncer déjà qu'à partir de 2026, le Printemps de la Marionnette et des Formes animées sera prolongé de dix à quinze jours ! ●



scene55.fr

La scène dont les princes sont des enfants

Parce qu'ils sont la prunelle de nos yeux et parce qu'ils le valent bien, des spectacles font des chatouilles plein les mirettes des enfants dans le cadre de la programmation du Printemps de la Marionnette et des Formes animées. Parmi les compagnies régionales invitées qui s'illustrent dans ce registre aux portes de l'émerveillement et de l'imaginaire, a été convié à se produire sur la Scène 55 l'Anima Théâtre avec son nouvel opus *Mythos* (visible dès 8 ans). Soit une odyssée dans la mythologie grecque racontée par des marionnettes fabriquées par impression en 3D. Entre l'antique et le digital, cette création se drape dans la texture d'une esthétique contemporaine pour mieux broder les motifs de ses récits fabuleux.

Les tout-petits sont eux aussi à la fête avec deux spectacles de poche pour les 3-4 ans. Et puis par la Soupe Cie fait éclore une ode à l'environnement via la poésie visuelle de son histoire, tandis que le Collectif Quatre Ailes opte pour une fantaisie ludique et chatoyante avec *Mille secrets de poussins*. À ces trois « enfantillages » qui promettent rêverie et évasion, la compagnie HDH - Hasards d'Hasards - vient ajouter une autre proposition au parfum de conte et de parabole. Celle que lui ont inspirée les vraies péripéties d'un lion du zoo de Kaboul et qui ont donné naissance au spectacle *Marjan, le dernier lion d'Afghanistan*, auquel ont participé deux comédiens et marionnettistes afghans, Abdul Haq Haqjoo et Farhad Yaqubi.

Marjan @ Morteza Herati



Festival
« Printemps de la Marionnette
et des Formes animées »
Scène 55, Mougins,
du 18 au 28 mars

Antibes classe Art Fair

Le plus important Salon d'art moderne et d'art contemporain après Paris reprend ses quartiers de printemps sur l'esplanade du port antibois pour une nouvelle édition 100 % chic et charmés !

par Frank Davit



Bernard Buffet, Annabelle nue allongée de dos, huile sur toile, 90 x 200 cm © Galerie Michel Estades, Antibes Art Fair 2025

Rendez-vous d'anthologie d'une certaine idée du raffinement et de la création artistique. Rencontre de la pièce unique et du vintage. La 53^e édition d'Antibes Art

mais sans s'afficher dans une exacerbation de codes bourgeois. Du mobilier d'édition sous le signe de l'épure ou des exubérances modernes ont fait bouger les lignes au détriment des

« Déambulation fructueuse ou juste rêveuse devant les beautés et merveilles proposées au gré des allées... »

Fair décline à l'envi les fondamentaux d'une manifestation qui, au fil des décennies, a toujours su cultiver un sens des élégances intérieures et des esthétiques picturales et sculpturales à toute épreuve. Entendez par là que, loin de s'amidonner dans une formule surannée, le Salon d'Antibes a évolué avec son temps, avec les goûts d'une nouvelle clientèle, selon d'autres canons et d'autres tendances en vogue aujourd'hui. Un certain sens de la déco faste a perdu de sa superbe, s'est cherché d'autres traductions dans l'expression de la modernité et d'un design d'exception par son originalité et son cachet, voire sa patine,

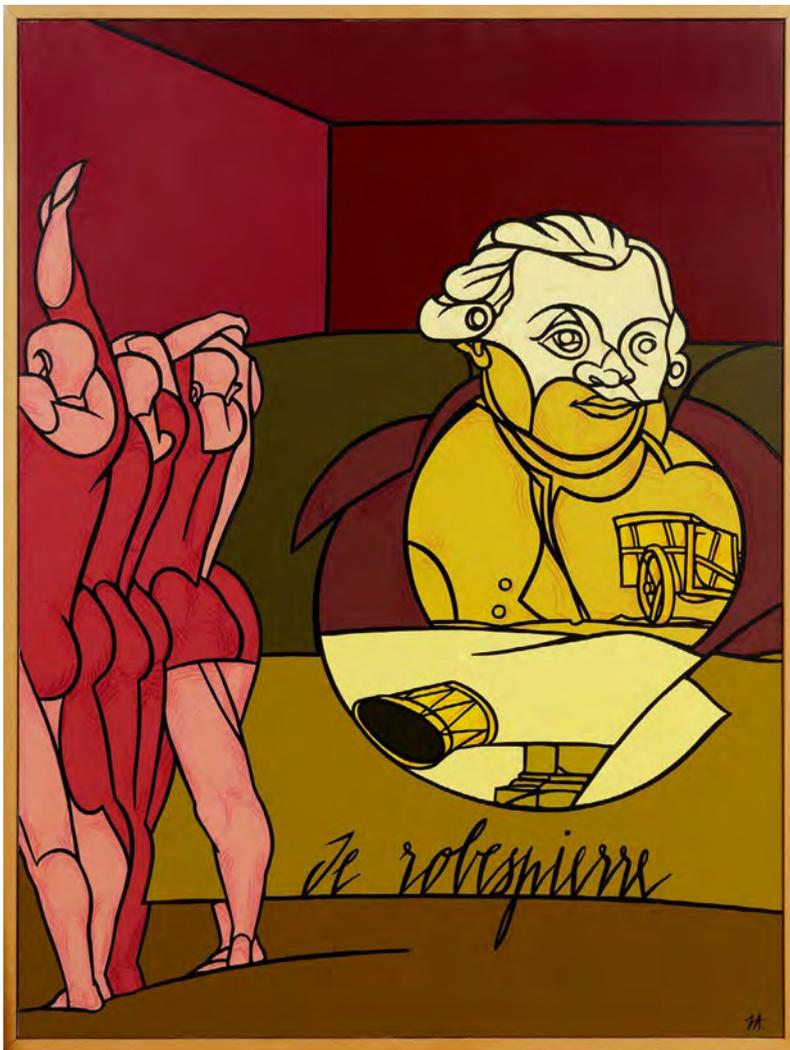
grands meubles de style et d'époque. Autant d'évolutions qu'Antibes Art Fair a retranscrites dans ses orientations et dans sa capacité à se renouveler d'édition en édition. En témoigne cette année encore sa sélection d'une centaine d'exposants, désormais galeristes et marchands, privilégiant ainsi des affinités électives du côté de l'art moderne notamment.

Éclectisme inspiré

Dans le droit fil de ce repositionnement du Salon et dans le large éventail de ses attrait, sur place, c'est tout un espace de plus de 3

500 mètres carrés qui s'offre au visiteur et au chineur pour une déambulation fructueuse ou juste rêveuse devant les beautés et merveilles proposées au gré des allées. Le site du Salon se déploie essentiellement sous chapiteau, tout en bénéficiant aussi d'une extension en plein air. Tout comme dans un musée, se retrouver là au milieu des formes débridées du génie humain dans ses représentations artistiques et/ou artisanales agit comme un puissant euphorisant. On peut également tout aussi bien rester songeur devant des excentricités, devant des prix... C'est tout cela qui fait la valeur chic et choc (parfois) d'un haut lieu du Beau new-look à l'image du rendez-vous d'Antibes !

Partition aux accords polyphoniques, le Salon joue ainsi une musique haut de gamme grâce à ses exposants, instrumentistes orfèvres chacun dans sa spécialité. À ce diapason du brio et de la diversité, on notera entre autres les galeries AD (spécialiste de la Figuration libre et narrative, et du Nouveau Réalisme avec des œuvres de Hans Hartung, César...), Saliel (Maîtres de la peinture et de la sculpture du 20^e), Estades (Ambrogiani, Buffet, Capistrone, Venard...), JAF (Marfaing, Schneider, Venet), ABCD (JonOne, Buren, Soulages...), Schanewald (Maîtres du



Valerio Adami, De Robespierre, 152 x 144 cm, 1984, Acrylique sur toile
© Galerie Saltiel, Antibes Art Fair

20^e siècle), AFM (École de Nice, art contemporain), Elena Shaura...

Parmi les grandes œuvres d'ores et déjà annoncées, citons notamment des pièces maîtresses de Arman, Bernard Buffet, César, Robert Combas, Hervé Di Rosa, Hans Hartung, JonOne, Georges Mathieu, Bernar Venet. Du côté des arts décoratifs, ce sont notamment les galeries Eric Du Maroussem, Haussmann, Davide Antichità et Francesco Palama (mobiliers et luminaires italiens, modernes et anciens) qui donnent le la des réjouissances.

Autres harmonies sous le signe d'un éclectisme inspiré, celles qui font écho au design et aux métiers d'art. Dans un espace dédié du Salon, sur plus de 1 000 m², la Ville d'Antibes-Juan les Pins y présente en effet sa propre sélection de créatrices et créateurs. Leurs productions ciselées s'ouvrent à d'autres matières et d'autres galbes pour renouveler une fabrique résolument éthique et originale d'un travail de qualité néo-artisanale.

Une fête pour les yeux

Bien sûr, comme à l'accoutumée, Antibes Art Fair n'oublie pas d'être une fête pour les yeux. La manifestation est une invitation au voyage dans le temps et une ode sans frontières à la célébration des arts et des savoir-faire, où les trésors du passé dialoguent avec la manufacture de la modernité et ses créations en liberté.

Antiquités grecques et romaines de la galerie Antinoë. Présentation de créations en verre de grands artistes par la galerie Daniel Guidat. Arts anciens et créations emblématiques de l'art contemporain asiatique pour la galerie Catier. Bronzes sous la bannière de Marie-Thérèse Boyrié et des galeries Boromé et Estades. Lettres manuscrites, autographes et photographies anciennes proposées par Manuscripta. L'Atelier du Tilio et Boisoleil pour leurs services de restauration et de réparation de tableaux et autres œuvres d'art. Bagagerie, mobilier et accessoires de mode vintage avec les galeries italiennes...

En mêlant les registres et les époques, le Salon, d'allée en allée, cartographie un territoire où il fait bon aventurer ses regards de surprises en découvertes, de ravissements en coups de cœur ! ●



Antibes Art Fair,
du 12 au 21 avril

ANTIBES ART FAIR

53^e

ART MODERNE & CONTEMPORAIN DESIGN & MÉTIERS D'ART

12-21 AVRIL 2025
ESPLANADE PRÉ DES PÊCHEURS

ANTIBESARTFAIR.COM   
ANTIBESDESIGN-METIERSDART.COM









02/2025 - GRAPHIE 4

Sur la scène de l'Opéra de Nice

Sous le plus grand chapiteau du monde, proclame un titre de film hollywoodien des années 50. Piste aux étoiles au bord de la baie des Anges, le théâtre lyrique de la capitale azurée a lui aussi, à sa façon, tout d'une superproduction flamboyante. Accrochez-vous à votre fauteuil !

par Frank Davit



Pontus Lidberg © Luca Ianelli

Cent quarante ans d'âge sous ses ors cette année, l'Opéra de Nice se porte comme un charme. Désuète, l'expression ne laisse pas bien entendre à quel point l'endroit résonne avec son temps. Car, halte aux idées reçues : aller à l'opéra n'a rien d'un pensum chic pour bourgeois endimanchés. Qu'on aille y voir un spectacle chanté, un ballet ou même un concert, bien souvent (pour ne pas dire la plupart du temps fort heureusement), les choses ne se passent pas du tout comme ça ! Elles sont taillées dans une autre étoffe, celle d'un acte créatif total qui ne recule ni devant l'audace ni devant l'émotion, qui joue de toute une nuance de grisierie entre la tradition et la modernité.

**L'opéra : un acte créatif total qui ne recule
ni devant l'audace ni devant l'émotion...**

Baignant dans cette énergie qui renouvelle les lois du genre, l'Opéra de Nice revendique à part entière un tel positionnement artistique dans toute sa portée, iconoclaste parfois même. Pilotée par Bertrand Rossi, son entreprenant directeur qui a soif de sensations authentiques, la maison taille ainsi sa route avec un joli sens du panache et une vraie superbe ! « On est un opéra du 21^e siècle, se plaît à dire celui-ci, avec des artistes d'aujourd'hui pour un public actuel, et on fait de la création millésimée 2025. Notre instrument de travail recouvre un répertoire de quatre siècles mais

précisément, il offre toute une gamme d'échos qui peuvent résonner avec notre monde et notre époque. Tout évolue, l'art de l'opéra au même titre... »

Sons, formes et couleurs

Dont acte avec l'actualité printanière de la programmation. Celle-ci avait déjà bien démarré, sous les auspices de spectacles aventureux, se cherchant en dehors des sentiers battus. *Edgar*, ouvrage de jeunesse de Puccini peu représenté. *Transfiguré*, concert collage d'œuvres de Schönberg et de vidéos en douze tableaux théâtralisés, signé par le cinéaste Bertrand Bonello. Une *Flûte enchantée* revisitée par un autre réalisateur, Cédric Klapisch. *Cendrillon*, ébouriffante féerie dansée pour les Fêtes sur une chorégraphie de Thierry Malandain...

Après ce début de saison foisonnant, qui a donné sons, formes et couleurs en version très originale à des coproductions aussi différentes qu'inspirées, l'Opéra de Nice continue sur sa lancée et va s'afficher en grand de plus belle, avec



Trois Gnessiennes © DR

d'autres créations qui s'annoncent tout aussi palpitantes. Au nombre de ces réjouissances, une pépite oubliée du compositeur tchèque Bohuslav Martinů, *Juliette ou la clé des songes*. Deux trésors inoxydables qui sont aussi d'immenses tubes du répertoire lyrique, *Le Barbier de Séville* de Rossini et *Carmen* de Bizet.

Côté ballet, un spectacle en forme de cercles concentriques autour de la danse néoclassique et de quatre grands chorégraphes qui ont ricoché sur cette syntaxe du corps et du mouvement, William Forsythe, Hans van Manen, Claude Brumachon et Alexander Ekman. Un concert de prestige dirigé par Lionel Bringuier, le chef attiré de l'Orchestre philharmonique de Nice, pour saluer la tenue d'un grand événement qui aura lieu à Nice en juin, la conférence de l'ONU sur l'Océan en présence de chefs d'État et de sommités scientifiques... À la chronique de ses variations sur le même thème, à savoir le plaisir du public, l'Opéra a plus d'un émoi et plus d'un paradis !

« L'atout maître de la maison, c'est son facteur humain, ses forces vives permanentes, tous les corps de métier qui s'illustrent sous sa bannière »

Forces vives permanentes

Fort de quoi, malgré le contexte de crise nationale du spectacle vivant, l'établissement niçois se maintient au beau fixe et n'a pas vu ses ambitions se réduire comme peau de chagrin. Fonctionnant en régie municipale, sa dotation lui permet d'irriguer une dynamique de fond où il peut pleinement jouer son rôle sur tous les tableaux de ses prérogatives : le lyrique, la musique et la danse.

« Contrairement - hélas - à tant d'autres théâtres en France, souligne Bertrand Rossi, l'Opéra de Nice a la chance, grâce au soutien de la municipalité, de pouvoir présenter une vraie saison lyrique avec huit titres, et cette jauge sera encore quasi inchangée la saison prochaine, avec sept ouvrages. Au-delà de ces chiffres, l'atout maître de la maison, c'est son facteur humain, ses forces vives permanentes, tous les corps de métier qui s'illustrent sous sa bannière. Du ballet au chœur, des équipes costumes et décors de la Diacosmie où travaillent les ateliers de création de l'Opéra aux machinistes et aux régisseurs de plateau, des musiciens à l'administration, cet effectif dans toute sa belle pluralité constitue une vraie valeur ajoutée, représente la clé de voûte de notre potentiel créatif... »

Identité créative renforcée

À cette équation fructueuse vient s'ajouter un coefficient multiplicateur débridé : les trois mousquetaires de l'Opéra de Nice qui sont donc Bertrand Rossi, son directeur, Lionel Bringuier, son chef d'orchestre officiel, et son tout nouveau directeur de la danse, le chorégraphe suédois de stature internationale Pontus Lidberg. Ce triumvirat semble nourrir un dessein aussi original qu'ambitieux pour « son » théâtre.

Visibilité accrue du chœur et du philharmonique niçois sur la scène musicale hexagonale, appelés prochainement à se produire à la Philharmonie de Paris après un passage remarqué par les Folles Journées de Nantes. Collaborations de haut vol, avec des artistes engagés dans une vision novatrice ou transgressive des ouvrages qu'ils mettent en scène, à l'image d'Olivier Py, de Lucinda Childs, de Bertrand Bonello ou de Jean-Philippe Clarac et Olivier Deloëuil (Le Lab).

Dans les différents signes de sa vitalité artistique, à travers les coproductions qu'il noue avec des institutions de prestige, l'Opéra de Nice ne cesse d'affirmer une identité créative entreprenante. Sans doute Pontus



Bertrand Rossi, directeur de l'Opéra de Nice © DR

Lidberg, dont on découvrira le travail la saison prochaine, apportera-t-il lui aussi sa pierre à l'édifice. « À partir du socle néoclassique du ballet de l'Opéra, il a vraiment envie de donner un nouvel élan à la compagnie, d'inviter les meilleurs chorégraphes à travailler avec elle, de présenter de l'inédit », promet Bertrand Rossi. La barre est placée haut. Tant mieux ! Tout l'Opéra de Nice vibre à ce diapason... ●



opera-nice.org

Nés sous le signe des plateaux

Les damoiseaux du texte fort

Allez sur leur terrain de jeu et vous verrez par vous-même... Julien Nacache et Louis-Aubry Longeray forment l'attachant duo au cœur de la troupe des Collectionneurs, fougueux collectif théâtral qui a le goût des aventures scéniques échevelées. La preuve, leur nouveau projet tout fou : 48H anthéa.

par Frank Davit



Julien Nacache et Louis-Aubry Longeray © DR

Pour l'amour du risque ou *Drôle de drame*. Appelez ça comme ça vous chante. Assaisonnez-le d'un zeste de *Stage fright* si vous voyez les choses ainsi. Bref, remuez autant que vous le voudrez des titres de films et de séries pour donner un nom à ce qu'ils vont tramer prochainement du côté d'Anthéa, l'essentiel est que ces deux-là passent aux actes. Et ils ne vont pas s'en priver ! Mais avant de vous dévoiler leur projet antibois, procédons d'abord à l'entrée des artistes, tous deux d'ici (des enfants saint-paulois à la base).

Julien Nacache et Louis-Aubry Longeray (par ordre d'apparition à notre rendez-vous en vue de cet article) se sont précisément rencontrés gamins, à l'école, et ils ne se sont plus quittés pour ainsi dire. Le démon des planches les a pris ensemble, leur a fait vivre moult péripéties nonobstant leur jeune âge et les voilà aujourd'hui, bien implantés dans le paysage théâtral azuréen. Ils ont monté leur propre compagnie, les Collectionneurs, ont su s'attirer les faveurs de Daniel Benoin, directeur d'Anthéa, parce que ce sont de

fieffés bateleurs dans l'âme et la suite, c'est eux qui la racontent.

« En fait, parlent-ils d'une seule voix, il y a quatre ans, nous avons voulu passer le concours d'entrée au Conservatoire national supérieur de Paris. On a travaillé à fond plein de textes pendant quatre mois en vue du concours, hélas sans succès. Et puis voilà, par un heureux tour du destin, au même moment, Anthéa nous appelle et nous propose de créer un spectacle itinérant pour un public scolaire. On a aussitôt accepté l'offre et de là, avec tous les rôles qu'on avait préparés pour le Conservatoire, nous est venue une idée pour honorer notre engagement : proposer aux gosses une formule de théâtre à la carte. »

Comme au resto, parfaitement, vous ouvrez le menu et entrées, plats, desserts, vous choisissez ce qui vous va pour être bien dans votre assiette, comme dans un fauteuil (d'orchestre) ! Car oui, on a zappé l'info cruciale dans tout ça : devant le succès suscité par l'idée, *Théâtre à la carte* est devenu un délice signature maison des Collectionneurs

et la chose s'est déclinée à l'échelle du public adulte. « Une table, deux chaises en guise de décor, à partir de notre menu, les spectateurs choisissent des extraits de pièces, classiques, comiques, actuelles... et à nous de jouer !, explique Julien. On s'est produits l'été dernier dans le off du festival d'Avignon sur ce principe et on y retourne l'été prochain. Avec la logistique, on part à huit, on joue à quatre sur scène. Fort de l'engouement qu'il a rencontré, le concept est un peu comme le poumon de la compagnie... »

**« Double messieurs,
savoureux croqueurs de scène »**

48H anthéa, ça planche pour eux...

Ils ont la tchatche, ils ont la niaque. Double messieurs savoureux qui croque la scène,



Le Petit Chose © Gaëlle Simon

passionnés par les métiers du spectacle, nos deux garçons dans le vent vont de l'avant, multiplient les casquettes. Metteurs en scène, acteurs, auteurs, ils ont fourbi leurs charmes auprès de leurs pairs, Daniel Benoin, Michel Boujenah, le collectif La Machine. Il y a eu aussi une brève escale par le Conservatoire de Nice. Tirez le fil et revenez à la case départ de cet article, qui n'est surtout pas un point d'arrivée, juste une nouvelle étape de leur parcours : l'organisation d'un plateau-crochet, 48H anthéa.

**« 48H anthéa,
marathon théâtral
pour promouvoir la création »**

Quoi donc ? Comment ? Les lascars précisent leur projet. « Avec le soutien d'Anthéa, qui nous accompagne et nous coproduit au long cours, nous invitons les compagnies théâtrales de tout poil à participer à un week-end de création en immersion. Au préalable, il faut présenter un dossier de candidature puis il y a sélection et une dizaine de compagnies retenues. Ensuite, loin d'un esprit de compétition, d'un concours, on veut que l'expérience repose sur une équation sympa, soit un challenge d'artistes qui veulent faire connaître ou montrer leur univers, leur

patte, et qui saisissent cette occasion comme un tremplin... »

Dans les faits, sur le modèle du théâtre parisien du Rond-Point, cela donne un sacré week-end en perspective, qui aura lieu début mai. Le vendredi à 18 heures, les compagnies sélectionnées découvrent la thématique autour de laquelle elles vont devoir imaginer, broder, écrire un opus d'une dizaine de minutes maximum, qu'elles joueront en public, à Anthéa, le dimanche. Thriller, comédie, conte, vaudeville... chacune d'elles se verra attribuer par tirage au sort un registre d'action et s'accommodera de bâtons dans les roues, histoire de corser la donne. Une même réplique à caser dans le dialogue, un accessoire à intégrer dans l'intrigue, un personnage « mistigri » en figure imposée, et la même déco pour tous, inamovible. Le dispositif est aussi prometteur qu'amusant : il s'agit de titiller les talents sur les starting-blocks de l'aventure avec juste un rien de piment. « À travers 48H anthéa, soulignent les Collectionneurs, on veut mettre en œuvre un spectacle de qualité, avec au final une soirée divertissante que l'on présentera en annonçant chaque création des compagnies. »

Le maître mot de ce marathon théâtral est bel et bien là, c'est de promouvoir la création. Anthéa est très attaché à cette dynamique, à se faire vecteur de cette énergie porteuse de renouveau, d'échanges. Daniel Benoin mais aussi Michel Boujenah et le Collectif 8, des proches de l'établissement, seront d'ailleurs des parrains de l'événement. ●

2 gars, 1 frite

Après 48H anthéa, après le off d'Avignon, les Collectionneurs n'auront pas dit leur dernier mot pour autant. Si tout se passe comme prévu, à l'invitation de Michel Boujenah, on les retrouvera en fin d'été du côté de leur fief de Saint-Paul de Vence pour ce qui devrait être la première édition d'un festival de l'humour et de la comédie, du 12 au 14 septembre. Entouré par leurs potes de la compagnie, le duo sème aussi ici et là, sur différentes scènes, son plaisir de jouer, a jeté son dévolu sur Le petit chose d'après Alphonse Daudet ou Deux frères de Fausto Paravino pour se donner de nouveaux rôles.

Quant à un prochain spectacle, il est déjà en cours d'écriture, « à quatre mains et dix pieds pour le jouer sur scène... », plaisante Julien Nacache. À quoi surenchérit Louis-Aubry Longera : « On travaille beaucoup, à peine si parfois on trouve encore le temps de dormir mais on choisit nos insomnies ! » On vous avait prévenu, ce tandem, il est extra, c'est d'la dynamite !

48H anthéa

du vendredi 9 mai à partir de 18h jusqu'au dimanche 11 mai, représentation et spectacle final à 19h.

Inscription des compagnies jusqu'au 15 mars sur le site d'Anthéa :

anthea-antibes.fr



les-collectionneurs.fr

Astronomie - Astrophysique
**CERTIFICAT DE FORMATION
EN SCIENCES DE L'UNIVERS**

WORK HARD, LIVE NICE



TRAVAILLEZ DUR, VIVEZ À FOND.



A CONFERENCE CENTER CONNECTED TO THE WORLD

UN CENTRE DE CONFÉRENCE CONNECTÉ AU MONDE

Hub BUSINESS

Meetings | Events | Coworking*



*Rencontres • Évènements • Coworking.



NICE.AEROPORT.FR

AEROPORT
NICE COTE D'AZUR

#AEROPORTNICE

INTERNATIONAL SPACE HACKATHON

ACT IN SPACE

2026

START THE MISSION

24 HOURS
TO COMPLETE
THE MISSION