

NANOSATELLITES

## UN PARI À PRENDRE

LES ENTREPRISES PRENDRAIENT-ELLES ENFIN LES NANOSATELLITES AU SÉRIEUX? CET OUTIL, D'ABORD UNIVERSITAIRE ET SCIENTIFIQUE, AIGUISE LES APPÉTITS DE CERTAINES SOCIÉTÉS FRANÇAISES. UNE FILIÈRE À STRUCTURER... ET À FINANCER.

Le lancement par le Cnes du club Nano lors du Toulouse Space Show fin juin marque-t-il une nouvelle ère? Ecoles, industriels, laboratoires, ils étaient plus de 30 organismes à assister à la réunion inaugurale d'un club dont l'initiative est de structurer l'écosystème national en matière de développement de nanosatellites. « Nous voulons organiser des rencontres autour des problèmes économiques, juridiques, techniques des nanosat, mais aussi développer de nouvelles approches de développement de projets et de nouvelles méthodologies », explique Lionel Suchet, directeur de l'innovation du Cnes, faisant le lien avec la mouvance du new space où la prise de risque et l'innovation cassent les codes.

D'abord des initiatives universitaires. Pas trop tôt? Sur une terre française leader dans le domaine des satellites, l'activité nanosat est bien moins développée qu'aux Etats-Unis et dans d'autres pays européens. Son essor a été favorisé par la baisse de coûts liée à la

standardisation des plateformes et par la possibilité de profiter du lancement de satellites commerciaux pour les mettre en orbite : pour ces raisons, un outil pédagogique indéniable pour les universités et écoles d'ingénieurs. Et c'est à l'Université de Montpellier que le premier Centre spatial universitaire (CSU) a été mis en place en 2011, dont les projets sont financés par le Cnes et par la Fondation Van Allen qui rassemble l'Université de Montpellier, 3D Plus, Airbus DS, le Toulousain Intespace et Zodiac Data Systems (avec 500 000 euros de budget).

Le premier cubesat (10 x 10 x 10 cm) français, Robusta 1A, y a été fabriqué, puis mis en orbite en 2012. « Nous avons deux lignes de produits, des cubesats 1U et des 3U, des technologies 100 % françaises que l'on veut mettre à disposition des partenaires de la région », précise Laurent Dusseau, professeur et directeur du CSU Montpellier, qui cristallise quinze ans d'expérience sur les nanosat. Le cubesat Robusta 1B devrait être lancé cet automne par SpaceX, avec l'objectif de vérifier une méthode de test de composant mise en place à l'université. Les cubesats 1C et 1D sont en cours de prototypage, le premier (cofinancé par l'ESA) ayant pour but de tester des composants électroniques très avancés, le second (financé par le Cern) qui doit faire voler l'instrument Radmon servant à mesurer la radiation d'un accélérateur de particules au Cern. Quant aux 3U, en cours de fabrication, Robusta 3A volera en 2019 pour le compte de Météo France, avec la mission de récupérer des données de quantités d'eau au-dessus de la Méditerranée pour améliorer les prévisions des épisodes cévenols. Tous ces cubesats sont fabriqués par des étudiants, chaque projet mobilisant entre 60 et 300 d'entre eux, pour un coût d'environ 1 M€ pour un triple cubesat.

Le nanosat, dans ce contexte, représente un double avantage : il implique une formation ap-

## L'appel de Nexeya, le (trop) précurseur toulousain

La première plateforme de nanosatellite industrielle et fiable, multimitation, adaptable et modulaire (de 6U à 27U), c'est le projet Elise mené par Nexeya à Toulouse, accompagné par Steel Electronique, Eremis, Comat, M3 Systems, TDM et IMS. « Nous cibons Airbus et Thales Alenia Space pour la partie systèmes et services, annonce Nicolas Multan, directeur de la "business line" Space Systems chez Nexeya. Il nous faudrait un partenaire pour proposer une offre globale, le Cnes, l'ESA, la DGA, qui ont des besoins plus ou moins matures... » Le problème, quand on est précurseur, c'est de trouver le premier client qui accepte de prendre un risque! Et trouver un partenaire lanceur, charge utile, collection de données... « Nous sommes en train de sélectionner

des sociétés comme le polonais Creotech, pour se positionner auprès de l'ESA dans le cadre d'une offre franco-polonaise complète (plateforme, charge utile, services, collection de données). » Les défis d'Elise? La miniaturisation, l'utilisation de l'électronique grand public (coûts maîtrisés mais durée de vie réduite), l'architecture systèmes. Les nouveaux locaux de Nexeya à Toulouse sont dimensionnés pour produire en série ces plateformes. Reste le nerf de la guerre, car les 5,5 M€ du FUJ ne sont pas suffisants. « Nous avons démarré il y a quelques années dans l'indifférence tolérée des primes. Mais si aujourd'hui les primes et les agences nous laissent en chemin, on n'y arrivera pas sans eux. Il nous faut une première commande! » appelle Nicolas Multan.

précie par les recruteurs du spatial, qui font face à des étudiants employables tout de suite, et permet aux laboratoires et industriels d'obtenir des données expérimentales de l'environnement ou de tester des technologies, à moindre coût et rapidement.

## ENFIN UN CSU À TOULOUSE.

Le lancement par le Cnes du projet Janus (Jeunes en apprentissage pour la réalisation de nanosatellites au sein des universités et des écoles de l'enseignement supérieur) a donné le coup d'envoi sur le territoire français : aujourd'hui, plus d'une dizaine d'écoles et d'universités en partenariat avec laboratoires et industriels sont impliquées. A Toulouse, un CSU a été créé en juin dernier, lors du Toulouse Space Show. Dans ce groupement d'intérêt scientifique, on compte l'Isae-Supaéro, le CNRS, l'Enac, l'Université Toulouse III-Paul Sabatier, l'Onera, l'Insa Toulouse et l'INP Toulouse. Sa mission : fédérer les actions de recherche et de formation pluridisciplinaires dans les nanosystèmes spatiaux.

Mais l'écosystème toulousain n'a évidemment pas attendu 2016 pour se mettre dans la course. En 2010, l'Isae-Supaéro

a ainsi gagné l'appel d'offres QB50 auprès du Von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKI), qui projette de lancer 50 nanosat pour étudier l'atmosphère. L'un d'entre eux, EntrySat (3U) a été conçu et fabriqué à l'Isae-Supaéro avec le soutien de l'Irap et de l'Onera, et la participation d'étudiants de l'Université Paul Sabatier (UPS). Il est aujourd'hui en cours d'intégration et sera lancé par l'ISS en 2017. Un second projet est en cours (Nymph), avec Thales Alenia Space, le Cnes, l'Onera, le LAAS (responsable de la charge utile) et UPS. Ce nanosat 3U, lancé en 2019, devra tester en orbite des composants optoélectroniques. « Cette mission est plus technologique que scientifique, évoque Bénédicte Escudier, professeur, coordinatrice des affaires spatiales à l'Isae, et directrice du CSU Toulouse. La communication optique spatiale est un enjeu important pour les industriels. » Et d'ajouter : « Le nanosat est un outil formidable pour les étudiants, qui peuvent travailler de la conception à la réalisation, et multidisciplinaire puisqu'il implique de la mécanique, de l'électronique, de l'informatique, du contrôle navigation, etc. »

Il s'agit maintenant de se mettre en réseau avec les autres CSU. Le CSU Toulouse réfléchit à des axes de coopération avec le CSU Montpellier (échanges d'étudiants, voire de moyens) et coopère déjà avec le CSU Grenoble, sur son premier projet de nanosat. « L'atout du CSU Grenoble se joue sur la miniaturisation, alors que le nôtre est sur le spatial, note Bénédicte Escudier. Nous discutons également avec Grenoble au sujet de la constitution d'un réseau nanosat européen. » Au-delà du sol français, le CSU peut aussi devenir un outil de coopération intéressant à l'international. « Nous avons déjà des liens universitaires avec la Russie, le Japon. Comment travailler ensemble, par exemple sur des réseaux de station sol internationaux? »

## LES ENTREPRISES ATTIRÉES.

Si le monde académique et scientifique se passionne pour le nanosat, celui de l'entreprise, surtout en France, a mis plus de temps à y trouver de l'intérêt. Certaines entreprises y ont mis un pied très tôt, comme Nexeya (voir encadré), ou encore Zodiac Data System et 3D Plus, membres de la Fondation Van Allen, le premier vou-

lant surveiller l'état de l'art en matière d'antennes et de protocoles de communication, le second désireux de tester ses composants électroniques en trois dimensions dédiés au spatial. « L'intérêt augmente aujourd'hui chez les industriels », confirme Frédéric Saïgné, directeur de la Fondation Van Allen. Dans le bâtiment flamboyant neuf où le CSU Montpellier vient d'emménager, plusieurs so-

ciétés s'installent, comme les Toulousains Intespace et Trad, ou encore Tecnalía et Systheia.

**LE LABO D'INTESPACE.**

Membre fondateur de la Fondation Van Allen, Intespace (140 employés et 26 M€ de chiffre d'affaires) veut déployer dans ce nouveau bâtiment un centre d'essai en support au CSU. Une stratégie guidée par plusieurs raisons,

comme l'explique Frank Airoidi, président d'Intespace. « Nous voulons faire de la R&D avec l'Université de Montpellier sur les capteurs et les mégadonnées, nous rapprocher de nos clients en Rhône-Alpes... et être présents dans le futur cluster nanosatellites de Montpellier. » Ce laboratoire, doté entre autres d'un caisson de vide thermique, d'un système de vibrations et d'une chambre CEM,

est destiné aux clients d'Intespace, qui sera l'opérateur. Si la salle blanche est aujourd'hui opérationnelle, les moyens d'essai (d'une valeur moyenne de 3 M€) le seront en 2017. « Nous visons les équipements embarqués sur les satellites et les nanosatellites », précise Frank Airoidi. Intespace est impliqué depuis longtemps dans les nanosat, ayant contribué à écrire des normes sur les cubesats avec l'ESA. « Le marché du cubesat est naissant, mais on ne peut pas rater le coche. Il deviendra important pour nous plus tard, avec la miniaturisation. »

**CRÉATION D'ENTREPRISES.**

Si ce marché en devenir aiguise les appétits des sociétés traditionnelles du spatial, il suscite aussi des créations d'entreprise, comme Earthcube (voir encadré) ou Systheia. Stéphane Beauvivre, à la tête de l'entreprise suisse Micro-Cameras & Space Exploration, qui a notamment réalisé des caméras embarquées sur l'atterrisseur Philae, a ainsi créé Systheia à Montpellier pour utiliser ses technologies comme produits pour le spatial et le « new space », dont les nanosatellites. « Avec notre expertise du spatial, nous savons quelles sont les technologies et les procédures que nous devons maintenir et quelles sont celles que nous pouvons lâcher, de manière à réduire les coûts et les cycles de développement », explique-t-il. L'idée est de développer des systèmes d'imagerie et de processing pour les nanosat (et le nucléaire civil) avec un objectif industriel fort. « On sent tout le potentiel des nanosat, on n'imagine même pas tout ce que l'on peut faire avec cet outil. Et à Montpellier, nous avons nos briques technologiques qui peuvent se concrétiser en produits. » Pour ne pas attendre les millions d'euros nécessaires pour financer une constellation de nanosat français, Systheia (quatre collaborateurs) s'emploie à monter des initiatives industrielles avec des clients non européens, utilisateurs de nanosat.

Earthcube, 1<sup>re</sup> offre de services issus des nanosat

**C**réer et vendre des services de surveillance depuis l'espace, sur des endroits très étendus avec un besoin fréquent de surveillance : tel est l'objectif de la start-up Earthcube, fondée en mars dernier à Toulouse et dotée également d'un bureau parisien. Aux manettes, Arnaud Guérin, président, et Renaud Allieux, directeur technique. Ce dernier était auparavant chez Airbus Defence & Space. « Je voyais à l'époque ce qui se passait autour des nanosat aux Etats-Unis, avec de nouvelles technologies moins chères et moins risquées. Je me suis dit qu'il y avait un projet à mener. Les nanosatellites sont une nouvelle porte en termes de fréquence d'image, qui nous permet d'atteindre un marché de niche », explique-t-il. Earthcube développe deux briques, une brique logicielle (détection automatique d'anomalies) et une brique matérielle (caméra infrarouge). L'idée est de venir en complément des solutions existantes. « On utilise des images de Sentinel auxquelles on ajoute des images de nanosatellites, de plus haute fréquence mais de moins bonne résolution », précise Renaud Allieux.

La start-up vise un lancement de dix nanosat d'ici fin 2018, équipés de ses caméras. Un préservice sera disponible sur des images gratuites, grâce à deux prototypes lancés fin 2017 avec des clients pilotes (des discussions sont en cours avec des acteurs de l'environnement et de la Défense). Côté fabrication, une phase de définition et de faisabilité est en cours avec une société européenne. « L'écosystème français a encore du retard pour la fourniture de plateformes de nanosatellites par rapport à ses voisins européens », regrette le directeur technique. L'avantage du nanosatellite ? « C'est seulement un outil, presque une commodité. Il nous permet de nous focaliser sur le service et le client, quand avant on se concentrait sur le hardware - le satellite. » Et on peut aller très vite : il est possible de développer un prototype en moins de douze mois et de fabriquer de nanosat à la chaîne en trois mois. Pour financer ses ambitions, Earthcube (lauréat de l'ESA BIC) lève actuellement des fonds. Pour être rentable, à terme, il faudra à la start-up entre 500 000 euros et 1 M€ de chiffre d'affaires par nanosatellite.



REN-THOMAS

Quatre questions à Laurent Francillout, délégué aux projets R&D espace à Aerospace Valley

« Les investisseurs privés doivent rapidement s'intéresser aux nanosat »

**Le nanosatellite est-il un sujet d'intérêt pour le pôle Aerospace Valley ?**

Oui, depuis 2011, lorsque le pôle a soutenu le premier projet lié aux nanosatellites, Nadege, porté par Nexeya et financé par l'Etat et la région, puis le projet Elise financé dans le cadre du FUI, qui implique aussi des acteurs en Occitanie et Nouvelle-Aquitaine. C'est le rôle d'Aerospace Valley de capter des signaux qui constituent des changements de paradigmes dans la filière. Et nous avons senti très tôt ces signes de rupture. Notamment pour des applications dans les secteurs industriels - la filière commerciale est plutôt axée sur des nanosat de 6, 12 à 27 unités, tandis que les nanosatellites étudiants sont des 1U ou 3U (1 à 10 kg).

**Le pôle a ensuite mis l'accent sur la charge utile ?**

En effet, nous avons lancé en 2015 un appel à idées sur une charge utile dont le volume peut aller jusqu'à 8 litres, à embarquer sur la plateforme Elise, ce nanosatellite de 20 kg orbitant entre 500 et 700 km. Nous avons reçu seize réponses, notamment de l'étranger. Nous avons retenu quatre projets : Nuvustar, porté par CLS, Météo Spatiale (Onera), Space M2M (Thales Alenia Space et Telespazio) et Noiot (Syntony). L'un d'entre eux est en cours de dépôt de financement FUI.

**Constatez-vous un engouement parmi la filière industrielle ?**

Oui, notamment lors de notre première réunion à Toulouse sur ce thème, en avril 2016, qui a réuni une centaine de participants, des PME aux groupes, représentant toute la chaîne de valeur (segment sol, fournisseurs spatiaux, fournisseurs de services...). Certains industriels se disent que

les nanosat sont porteurs de marchés et se tournent vers les CSU pour des partenariats. Ce qui est intéressant, c'est que le nanosat n'est pas seulement une miniaturisation. C'est un nouveau business model, de nouveaux process, il s'adresse à des services différents et il est clairement tiré par un usage. On voit donc arriver des acteurs qui viennent du monde numérique, et pas de celui des satellites. Ils ne connaissent pas toujours les difficultés de mise en œuvre, du coup, ils sont innovants. Après, aucune start-up américaine aujourd'hui ne fait encore vraiment de bénéfices sur les nanosat. Mais elles sont néanmoins soutenues par de nombreux fonds d'investissement et de capital-risque. En France, ces investisseurs ne s'intéressent pas encore à ce secteur. Le frein au développement de la filière est très clairement lié au coût d'accès à l'espace.

**Quelles actions Aerospace Valley pourrait-il mettre en œuvre sur les nanosat ?**

Nous réfléchissons à soutenir la structuration de la filière. Il faudrait regarder du côté des technologies low cost des systèmes spatiaux, transférer des savoir-faire aéronautiques vers le spatial, regrouper des compétences du secteur non spatial et du secteur spatial... Il y a aussi la problématique des lanceurs qui ne sont pas adaptés aux nanosatellites. Au pôle, nous allons mettre en place des ateliers puis des projets. Nous commençons à nouer des contacts avec des capitaux privés français pour les intéresser à cette filière. La région Occitanie, en tout cas, est l'endroit en Europe où tous les acteurs technologiques peuvent faire émerger cette filière. Il faut seulement que les investisseurs prennent le risque de parier sur les nanosat, et rapidement !

**NEW SPACE.**

Cet intérêt grandissant, le CSU Toulouse l'a également repéré. « Les entreprises nous sollicitent aujourd'hui de plus en plus, confirme Bénédicte Escudier. Cette coopération se joue sur l'utilisation des compétences de nos étudiants, sur des projets innovants conjoints, sur du partage d'expérience. Ils savent que, grâce aux nanosat, nous pouvons les aider à tester leurs algorithmes, leurs équipements, leurs technologies, au sol comme à bord. » La nouveauté, c'est l'arrivée d'entreprises qui ne viennent pas du monde spatial, comme le groupe espagnol Alcor, évoluant dans l'aéronautique et l'automobile, qui a racheté une start-up spécialisée dans les nanosat, Karten Space.

Exemples édifiants également du côté du club des partenaires de la Fondation Van Allen, avec des membres comme Edgeflex, Ocea-soft ou Omicron qui ne sont pas du sérail mais ont repéré de nouvelles opportunités. Dans la logique

du new space, les entreprises de services, à l'instar d'Earthcube, se multiplient (notamment outre-Atlantique), faisant rentrer le spatial, traditionnellement très étatique, dans une ère très compétitive. Et les nanosat, pour ces nouveaux

entrants, sont aussi un moyen de réaliser des tests.

Mais où sont les grands du spatial, dans ce paysage appétissant ? Pas tellement là, regrettent certains. « Sur le plan de la fabrication, les groupes spatiaux n'investiront pas, appuie Lionel Suchet, du Cnes. Mais ils regardent ce qui se passe. » Un peu comme le Cnes lui-même, qui observe depuis quelques années la maturation des technologies de miniaturisation... « Le Cnes n'était pas absent dans ce domaine, se défend Lionel Suchet. Nous avons soutenu des projets pédagogiques. Aujourd'hui, le moment est venu de fédérer les énergies pour créer une offre nano en France. »

■ A Toulouse, Agnès Baritou d'Armagnac



Les étudiants de l'Isae-Supaéro travaillent sur le cubesat EntrySat.

CSU - TOULOUSE