



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

Bonjour, je suis Jean-Luc Maria, je suis un des quatre cofondateurs et aujourd'hui le CEO et le PDG de la société **Exotrail**.

Quel a été votre parcours d'étudiant ?

Exotrail, vous allez le voir, je vais vous expliquer après, c'est une société qui intervient dans le domaine spatial, et donc mon parcours étudiant, sans surprise, a été tourné vers les sciences d'abord. Après un cursus un peu général, j'ai intégré une prépa maths sup à la suite de laquelle j'ai intégré une école d'ingénieurs. C'est lors de ce parcours là que la passion pour le spatial s'est confirmée. Donc voilà : vu la nature de l'activité que j'ai aujourd'hui, c'est vraiment une formation scientifique qui a été celle que j'ai suivie.

Quel a été votre parcours professionnel ?

A la suite de mes études que j'ai terminées il y a quelques années, en 2002 (ça commence à faire un petit peu), j'ai intégré le **CNRS (donc le Centre National de la Recherche Scientifique en France)**, et avant ça, durant mes études, j'ai eu la chance de suivre un cursus où il y avait beaucoup de stages à réaliser en cours d'études. Et donc, j'ai pu multiplier le nombre de stages - quatre ou cinq -



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

à l'étranger, en France, dans des entreprises privées, dans des laboratoires de recherche. Cela m'a permis de voir un peu ce qui me plaisait, où est-ce qu'il pouvait y avoir des opportunités dans le domaine qui m'intéressait, qui était le spatial. A la sortie de mes études, j'ai eu l'opportunité de rejoindre le **CNRS** sur des projets de développement, d'équipements (ce qu'on appelle d'instruments), que l'on va placer sur des satellites. J'ai en particulier commencé avec un sujet assez rigolo, qui était de développer un petit instrument, un petit capteur, pour aller mesurer la météo martienne sur la surface de Mars où on allait essayer de regarder la quantité de poussière qu'il y avait dans l'atmosphère, parce que la poussière est un des éléments qui va gérer le climat sur la planète Mars.

J'ai donc démarré par-là, par un projet très technologique, spatial, et donc ça a confirmé l'intérêt que j'avais pour ce domaine-là. Finalement, j'ai continué au CNRS à intervenir en tant que ce qu'on appelle un ingénieur système mais assez vite, en prenant des responsabilités de gestion de projet, justement de développement, d'équipements, d'instruments embarqués sur le satellite pour des missions scientifiques bien sûr, le **CNRS** reste un organisme de recherche. Et donc j'ai eu la chance de travailler sur des équipements qui ont été envoyés autour de Mars, de Vénus, de Mercure en particulier.

Donc ça, ça m'a occupé pendant un peu plus d'une dizaine d'années, jusqu'en 2013 à peu près où j'ai voulu changer. Alors, toujours en restant au **CNRS**, en fait, j'ai pris la responsabilité de ce qu'on appelle une plateforme technologique, qui était un lieu où on avait des équipements qui permettait de tester des équipements spatiaux mais aussi des équipements scientifiques terrestres. C'est dans ce cadre-là que j'ai pu commencer à réfléchir au sujet



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

d'*Exotrail* via des rencontres, on va le voir par la suite, mais c'est vraiment dans cette nouvelle fonction que j'ai pu rencontrer un chercheur en particulier qui travaillait sur des thématiques de propulsion spatiale et en fait, on a monté ensemble un projet qui a donné lieu aux prémices d'*Exotrail*. Après, j'ai quitté le **CNRS**, le laboratoire, pour me consacrer à temps plein au sujet d'*Exotrail*.

Qu'est-ce qu'exotrail ?

Exotrail est une entreprise, une startup en France (pareil je pense qu'on va en parler dans la suite) mais c'est une entreprise du domaine spatial qui est dédiée au sujet de la mobilité spatiale. Très rapidement, pour vous expliquer un peu ce contexte, et puis ça sera illustré par les produits autour desquels on va discuter mais, quand vous êtes dans l'espace, vous avez besoin de bouger. Vous êtes un satellite, alors vous bougez naturellement parce que vous êtes en orbite autour de la Terre mais, en plus de ça, en fonction de la phase de vie de votre satellite, vous avez besoin de bouger. Par exemple, tout de suite après le lancement, la fusée ne va pas forcément amener votre satellite à l'endroit exact où il va devoir fonctionner, il reste un petit peu de trajet à réaliser. Donc ça, c'est de la mobilité. Une fois que vous êtes arrivés à l'orbite, à la position où vous devez fonctionner, il va falloir garder cette position pendant toute la durée de vie de votre satellite, pendant plusieurs années. Et en fait il y a plein de phénomènes dans l'espace qui font que cette position a tendance à un petit peu bouger, et donc il vous faut aussi un élément de mobilité pour rester, pour contrer un peu



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

ces effets et rester tout le temps à la bonne position, là où vous allez vraiment effectuer la mission que vous avez, et le service que vous avez.

Il y a aussi deux éléments de mobilité supplémentaires qui sont pendant votre mission et, parce qu'il y a de plus en plus d'objets dans l'espace, il y a de plus en plus de satellites; bah régulièrement, il faut que vous bougiez pour éviter de rentrer dans un autre objet, c'est-à-dire d'éviter des collisions. Là aussi, il vous faut un élément de mobilité pour vous déplacer un petit peu le temps d'éviter la collision, et puis en fin de vie, de plus en plus pour des raisons de durabilité de l'espace, il vous faut de la mobilité aussi pour bouger votre satellite; alors soit le faire rentrer dans l'atmosphère ou qu'il se consume dans l'atmosphère et que donc il ne pollue pas l'espace, ou alors le mettre à des positions qui va moins gêner l'usage de l'espace au sens large. Tout ça, ce sont des besoins de mobilité, c'est *le* sujet **d'Exotrail** et en fait on va développer et on commercialise différents produits, des produits logiciels, des produits comme des moteurs et puis des services de transport orbital qui vont permettre de résoudre ces besoins de mobilité.

Avez-vous eu une rencontre particulière durant votre parcours d'étudiant ou professionnel qui vous a influencé pour vous orienter sur une carrière liée au spatial ?



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

Alors, pas vraiment en fait. En toute honnêteté, je pense qu'il y a deux natures d'étudiants. C'est soit vous avez vraiment un objectif depuis très longtemps et vous orientez votre parcours professionnel pour *in fine* arriver à travailler sur le sujet qui vous motive, ou alors vous n'avez pas forcément une idée préconçue du domaine exact dans lequel vous voulez travailler et, dans ce cas-là, vous suivez plutôt un parcours un peu plus généraliste de formation, ce qui a été mon cas. La formation scientifique que j'ai suivie a été finalement assez généraliste, ce qui m'a permis de m'ouvrir à différents domaines. J'ai réalisé des stages pas seulement dans le spatial mais aussi dans la métallurgie, dans la chimie et, petit à petit, c'est ça qui a permis de me faire converger vers le domaine spatial, qui a été finalement celui que j'ai retenu. Mais ç'a été plutôt la construction d'un parcours généraliste nourri par des stages d'application (qui là permettaient vraiment de se confronter à des vrais domaines) qui m'a finalement permis de confirmer que c'était le spatial qui me plaisait et qui était le domaine dans lequel je voulais finalement travailler. Même après plusieurs années dans le spatial, domaine qui peut faire rêver, ça reste un domaine très pratique, très pragmatique où on a des besoins en mécanique, en optique, en électronique, globalement à peu près tous les métiers de l'ingénierie. Et donc, avec ce recul, je me dis qu'on peut arriver dans le domaine spatial avec beaucoup de formations différentes : il n'y a pas *une* formation unique pour arriver à travailler dans ce domaine-là, la plupart des métiers l'ingénierie permettent, si on le souhaite, de s'orienter ensuite dans le domaine spatial.



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

L'apparition des nouveaux lanceurs nous insère inévitablement dans un nouveau marché. Pouvez-vous en dire un peu plus ?

C'est une bonne question. Les lanceurs aujourd'hui, il y a effectivement une accélération de l'offre et donc d'une bombe d'entreprises qui essaient de fabriquer des lanceurs. Je dis "qui essaient" parce qu'il y en a beaucoup, des connus, qui y arrivent déjà : des sociétés comme **Arianespace** avec les lanceurs Ariane, comme **SpaceX** avec la fusée Falcon 9 en particulier puis beaucoup d'autres, mais il y a toute une nouvelle génération d'entrepreneurs pour le coup, c'est vraiment une approche très startup du domaine pour essayer d'augmenter encore l'offre d'accès à l'espace. Parce que même si j'ai dit qu'il y avait déjà beaucoup de sociétés qui maîtrisaient le sujet, finalement, ce n'est pas encore suffisant par rapport à tous les besoins qu'il y a et qu'il pourrait y avoir, surtout dans les années à venir. En fait, ce qui se passe aujourd'hui, c'est que le spatial a une tendance à se démocratiser. On utilise au quotidien beaucoup d'applications qui sont possibles uniquement parce qu'il y a des satellites autour de nous. Le **GPS** en est un bon exemple; le suivi de l'environnement, la météo, les prévisions, tout ça, ne sont possibles aujourd'hui que parce qu'il y a des satellites. Il y a ainsi un enjeu global, qui est que l'espace se démocratise, est rentré dans nos vies, et il y a donc de plus en plus d'applications pour répondre à des besoins terrestres qui peuvent se résoudre par l'utilisation de l'espace. A un moment donné, ce qu'il faut, c'est accéder à l'espace. Il faut donc des fusées et c'est pour ça qu'il y a cette émulation



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

aujourd'hui dans le monde, avec de plus en plus d'acteurs lanceurs -l'autre mot pour parler d'une fusée- qui permet finalement de déverrouiller ce passage, qui est compliqué d'un point de vue technologique, qui est de passer de la Terre à l'orbite. Pour revenir sur **Exotrail**, ce n'est pas du tout là où on intervient. Nous, on intervient une fois que les lanceurs sont dans l'espace. Parce que comme je vous l'ai dit, après, il y a plein d'autres besoins de mobilité, le lanceur ne peut pas tout faire, mais le lanceur est la clé justement pour accélérer des usages terrestres permis depuis l'espace.

La diversité des satellites mis dans la coiffe des nouveaux lanceurs ont besoin de différents propulseurs adaptables à leurs spécificités. Exemple : mettre sur des orbites particulières une catégorie de satellites et favoriser leur longévité pour un maximum de récolte de données. Quelles sont les caractéristiques des propulseurs mis au point par l'équipe d'Exotrail ?

Chez **Exotrail**, on développe un ensemble de solutions de mobilité pour l'espace, et une de ces solutions ce sont des propulseurs, des moteurs. Mais ce n'est pas la seule, on développe aussi des logiciels pour bien comprendre quel est le besoin de mobilité de nos clients et ça, c'est fondamental. Avant de



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

choisir une solution technique, il faut d'abord bien comprendre le problème (ça c'est l'approche scientifique) et le problème de mobilité, il se traite d'abord par un logiciel. C'est un logiciel où vous allez concevoir votre mission (on en parlera après), mais ça, c'est la porte d'entrée pour bien comprendre ce besoin de mobilité. Et puis pour résoudre ce problème, ce *besoin* de mobilité, vous avez deux possibilités. Soit vous mettez un moteur sur vos satellites, soit parfois il vaut mieux ne pas mettre de moteur, ou pas forcément un très gros moteur, et globalement acheter un ticket de bus. C'est l'analogie avec la Terre, parfois, vous possédez votre voiture -donc là on va en moteur- et puis parfois vous n'avez pas envie de posséder votre voiture et par contre vous profitez d'un service de transport en commun, et c'est un peu l'analogie. Donc pour le premier cas de figure qui est où vous voulez avoir votre propre moyen de mobilité, nous on répond à ce besoin là pour les opérateurs satellites en fournissant des propulseurs et, effectivement, ce propulseur va permettre tout ce que j'ai expliqué tout à l'heure : après le lancement, de rejoindre l'orbite opérationnel, de maintenir la position du satellite sur son orbite pendant toute sa durée de vie et, en fin de vie, de bouger le satellite, soit de le faire redescendre, soit de le mettre sur une orbite parking. Et en fait, les moteurs qu'on développe chez **Exotrail** sont on va dire des moteurs de nouvelle génération.

Très succinctement, dans l'espace, historiquement, vous avez de la propulsion des moteurs qu'on appelle chimique. Vous emportez des produits chimiques, vous les faites réagir entre eux, ça crée une réaction chimique, ça éjecte beaucoup de matière et donc c'est ça, ce principe de réaction, qui fait que votre satellite va bouger. Et puis, il y a quelques années, on a trouvé des



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

moyens plus efficaces de bouger les satellites, et c'est ce qu'on appelle la propulsion électrique. Ce n'est pas tout à fait comme sur les voitures, mais quand même un peu. C'est qu'en fait, vous utilisez les panneaux solaires du satellite pour charger des batteries et vous utilisez un moteur qui va utiliser cette énergie électrique pour accélérer de la matière. Et là, ce qu'on accélère nous, ce ne sont plus des molécules chimiques, ce sont des atomes. On descend de plusieurs ordres de grandeur en termes de taille, et par contre on va les éjecter beaucoup plus vite. On a donc des moteurs qui sont, finalement, beaucoup plus efficaces. C'est-à-dire que pour la même quantité de carburant, vous allez pouvoir aller plus loin. Alors vous poussez moins, c'est un peu le désavantage de la propulsion électrique par rapport à la pollution chimique, mais ça a aussi très souvent des avantages en termes de flexibilité de mission mais, en tout cas, vous pouvez faire des moteurs plus petits. Et ça c'est intéressant parce que vous pouvez miniaturiser les satellites. C'est typiquement ce qui s'est passé depuis plusieurs années : on est passé d'une ère à très gros satellites à une ère où aujourd'hui, les satellites sont plus petits et on en met par contre beaucoup plus autour de la terre, des cubesats, des nanosats, on va dire des petits satellites au sens large. Et quand vous en mettez plusieurs autour de la Terre, c'est ce qu'on appelle des constellations de satellites et là, c'est intéressant parce que par rapport à 1 vous allez pouvoir avoir, typiquement, une meilleure visibilité de la Terre, en tout cas plus fréquente. Il y a donc plein d'usages (de monitoring, du changement climatique, de connectivité, de positionnement) qui sont intéressants parce que vous mettez des satellites plus petits, mais vous en mettez beaucoup plus. Ce type de propulseurs qu'on développe chez *Exotrail* s'est des moteurs plus efficaces, basés sur ce qu'on appelle la propulsion électrique qui va permettre justement



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

de favoriser la mobilité de cette nouvelle génération de satellites qui sont plus petits.

Comment vous est venue l'idée de proposer cette catégorie de propulseurs pour ces catégories de satellites ?

On va remonter un petit peu l'histoire à la création **d'Exotrail** ou même un petit peu avant, où j'ai commencé à réfléchir à ce sujet-là en étant au **CNRS** et, en fait, j'ai eu la chance de rencontrer un chercheur qui travaillait depuis plusieurs années sur l'usage de certains types de matériaux qui permettaient de miniaturiser les moteurs de ce type de technologie à propulsion électrique. Ce chercheur, lui, avait une expérience matériaux, moi j'avais une expérience du domaine spatial, je gérais des projets d'équipements embarqués sur satellites et donc on a eu une rencontre un peu par hasard où on s'est dit : "comment continuer à travailler sur ce projet-là ?" donc "comment trouver des financements en particulier ?". C'est arrivé à un moment où, à la fois il y a eu un fort soutien de l'Etat français pour des projets de ce qu'on appelle de transfert de technologie, c'est à dire des projets qui étaient menés dans des laboratoires et qui pouvaient être d'un intérêt économique, donc qui pouvaient être d'intérêt pour créer une entreprise et, au même moment, il s'est trouvé que c'était le début de la transformation du marché spatial, du domaine spatial, par ce que je vous mentionnais tout à l'heure qui était la réduction en taille des satellites pour ces usages nouveaux et pour ces systèmes nouveaux sous forme



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

de constellation. Et donc, de façon un peu concomitante, à la fois cette rencontre avec ce chercheur et à la fois ce marché du spatial qui commençait à très sérieusement se transformer, et bien le sujet de la miniaturisation des moteurs est devenu évident et la conclusion a été de dire “ben voilà il faut qu'on y aille, il faut qu'on trouve la bonne technologie et surtout il faut qu'on trouve les financements pour continuer le projet et en faire une entreprise”, ce qu'on a fait; on a démarré en 2016 un projet de transfert de technologie dans le laboratoire de recherche où je travaillais et en 2017, après avoir obtenu des bons premiers résultats, on créait l'entreprise **Exotrail**.

Pourquoi en France n'avons-nous pas eu ce genre d'initiative plus tôt ?

Ça aussi c'est lié à l'évolution de ce marché où, en France, en Europe, on savait faire des moteurs, les propulseurs électriques depuis quelques années. Ce n'est pas l'Europe qui a inventé cette technologie-là, c'est globalement les russes et les américains dans les années 70, donc c'est assez ancien. C'est une technologie qui est difficile, très difficile à mettre au point, mais c'est une technologie qui jusqu'alors avait été développée pour les satellites qui existaient à ce moment-là, qui étaient des très gros satellites et donc, c'étaient des très gros moteurs parce que plus votre satellite est gros, et plus il vous faut un moteur puissant pour le bouger. Mais il y a 5-6 ans, on a commencé à voir l'émergence de plus petits satellites et donc la question s'est posée de se dire “mais il va falloir à un moment donné qu'on miniaturise aussi les moteurs”. Et là, c'est compliqué pour des acteurs industriels qui ont déjà passé beaucoup



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

d'années à développer leurs très gros moteurs, même s'ils ont potentiellement les connaissances et la capacité à développer des plus petits moteurs, c'est une question d'agilité et de rapidité d'exécution, et c'est là où on a intérêt à avoir des petites, nouvelles entreprises type start up et, très fort, parce qu'on peut nous focaliser sur un seul produit au démarrage et aller très vite dans les premières itérations. Donc ce n'est pas tant qu'en France la technologie n'existait pas, parce qu'il y a des gros acteurs industriels en France, en Europe, qui maîtrisent aujourd'hui ce type de technologie; c'est juste que ces industriels-là n'avaient pas encore décidé et ne pouvaient pas vraiment se positionner rapidement sur la miniaturisation de ses moteurs pour suivre l'évolution du marché. C'est là où nous on a saisi l'opportunité, après avoir analysé qu'on avait à la fois une technologie avec ce chercheur, la connaissance du marché avec l'expérience que j'avais, enfin pardon la connaissance du domaine spatial que j'avais en étant au CNRS, donc on s'est dit "il y a une opportunité, les gros acteurs industriels ne se mettent pas aujourd'hui sur la miniaturisation, donc il y a opportunité pour nous, on y va, on fait ce projet là et on crée **Exotrail**".

L'arrivée de ces nouveaux propulseurs peut-elle renforcer la dynamique du développement des nano-satellites du New Space ? Pourquoi ?

Alors la réponse est oui. Ce qu'il s'est passé, au début où le marché du spatial a évolué avec cette tendance à faire du tout petit satellite, c'est que la



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

miniaturisation des moteurs n'avait pas encore été faite. Et donc il y a eu beaucoup et il y a encore pas mal de tout petits satellites qui sont lancés sans propulseur. C'est-à-dire que, globalement, ils vont se détacher de la fusée, et puis ils vont rester là où ils sont éjectés, ils ne vont pas forcément pouvoir rejoindre des orbites où ils pourraient mieux fonctionner, par exemple. Donc il y a déjà un premier intérêt à voir l'arrivée de ce type de moteurs, c'est qu'on va pouvoir doter l'ensemble de tous les satellites de solutions de propulsion efficaces qui vont permettre finalement de rendre des services plus efficaces. Car c'est bien ça, finalement, l'équation intéressante, c'est que les opérateurs de satellites puissent imaginer des services pour des besoins terrestres et, en fonction de la nature de ces services, les satellites doivent être à certaines altitudes, à certaines positions qui ne sont pas forcément celles de la fusée au moment où ils sont largués et donc, il faut avoir un besoin de mobilité (embarqué ou pas, ça on va y revenir), mais il faut avoir un besoin de mobilité. Donc la réponse est oui, ces nouveaux propulseurs peuvent justement accélérer et surtout rendre plus efficaces l'usage de l'espace.

Est-ce un avantage pour l'Europe par rapport aux États-Unis ? Pourquoi ?

Je ne sais pas si c'est un avantage, en tout cas c'est très bien qu'il y ait des acteurs comme nous, on n'est pas seul bien sûr. C'est un paysage assez concurrentiel mais c'est très bien, et il faut savoir que l'Europe a beaucoup de



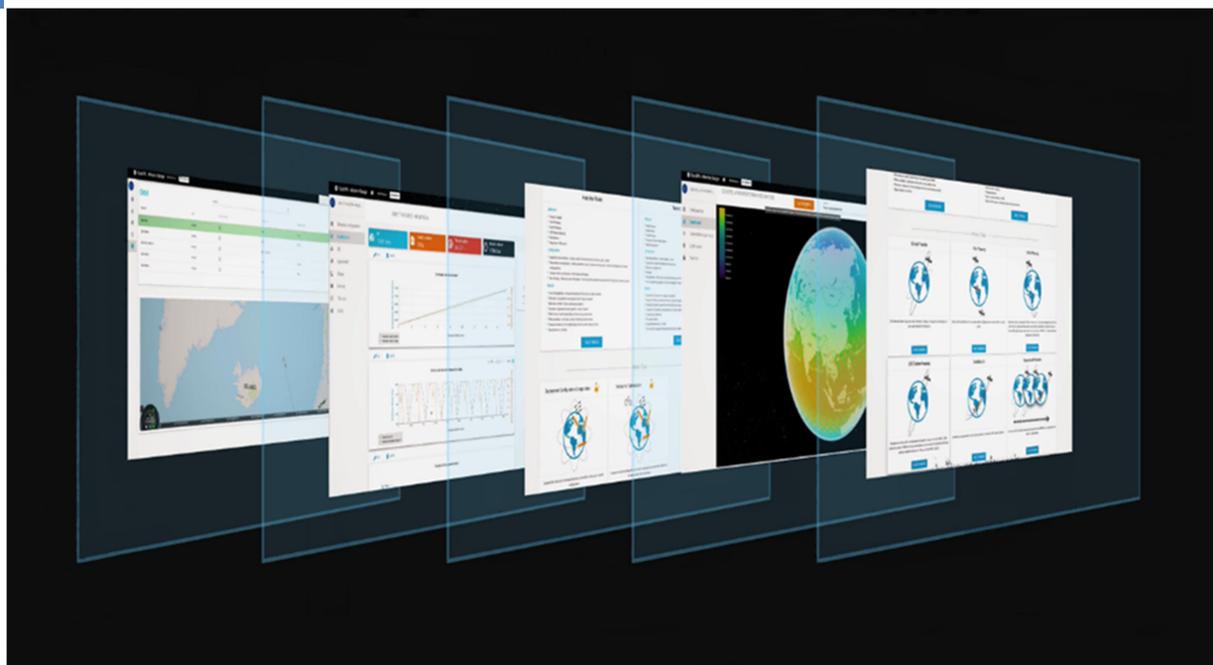
Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

compétences dans ces sujets-là. Bien évidemment, il y en a aussi beaucoup aux Etats-Unis mais, globalement, la position aujourd'hui des acteurs européens, en particulier sur les sujets de propulsion, n'est absolument pas en retard par rapport à ce qui se fait aux États-Unis. C'est un point assez notable : souvent, les États-Unis sont assez en avance d'un point de vue technologique sur la miniaturisation de la propulsion et on va dire de la prise en charge du sujet de mobilité dans son ensemble dans l'espace, l'Europe est encore avancée et a encore une carte à jouer pour potentiellement faire émerger des nouveaux leaders du spatial au même titre que **SpaceX** a émergé il y a une dizaine d'années aux États-Unis sur le sujet des lanceurs, l'Europe a encore aujourd'hui, la France en particulier, la capacité à faire émerger des nouveaux leaders de la mobilité spatiale.



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

Vous développez différents logiciels de simulation et d'opération de mission comme ExoOPS. Concrètement, comment fonctionnent ces logiciels ?



Comme je vous l'ai dit au début, nous développons un ensemble de produits de mobilité, un ensemble de solutions de mobilité. Il n'y en a pas qu'une, c'est exactement comme si vous faites l'analogie avec une société de logistique terrestre. Celle-ci va s'appuyer sur des entrepôts, elle va s'appuyer sur des logiciels d'optimisation de route pour vous livrer vos colis, et puis elle va s'appuyer sur des véhicules, des bateaux, des avions, des camions etc. Dans l'espace, ça va être la même chose. Il n'y aura pas une seule solution unique de mobilité, et donc c'est pour ça que l'approche d'**Exotrail**, qui est tout à fait



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

unique dans le monde, c'est de faire cette analogie là et de se dire : pour la logistique terrestre, pour assurer les besoins de mobilité dans l'espace, il faut à la fois du logiciel pour, comme je vous le disais tout à l'heure, bien comprendre le besoin de mobilité d'abord; donc ça c'est notre logiciel de conception de mission qui s'appelle **ExoOPS™ Mission Design**, qui est globalement un logiciel dans lequel vous allez décrire votre satellite, vous allez décrire la mission que vous voulez faire. Par exemple, vous êtes un nouvel acteur, un nouvel opérateur de l'espace et vous vous dites "moi, j'ai besoin d'aller vérifier ce qui pousse dans mes champs, ou dans tous les champs de France, pour vérifier que les récoltes sont bien arrosées, que les plantes sont bien arrosées" etc. Ce logiciel là, vous lui rentrez toutes ces informations et il va vous dire "OK, pour faire ça, il vous faut (je dis n'importe quoi mais) il vous faut 15 satellites; il vous en faut 5 à 500 km d'altitude, il vous en faut 5 à 600 km et puis les 5 derniers il faut les répartir un peu différemment et un peu de façon continue autour de la Terre". C'est ça que permet de faire ce logiciel. C'est d'abord de bien comprendre, pour votre besoin, combien il va falloir de satellites, à quels endroits il va falloir les mettre. Ça, c'est la première partie du logiciel. Après, comme je vous disais, il faut implémenter une solution sur le satellite, donc c'est soit un moteur, soit ce qu'on appelle le **SpaceVan** chez nous, qui est un service de transport, l'équivalent du ticket de bus, transport en commun. Et puis, dernier produit, qui est une fois que vous avez votre satellite dans l'espace, il faut -ce qu'on appelle- l'opérer. C'est-à-dire qu'il faut communiquer avec lui, il faut le faire bouger. Et ça, c'est un logiciel qu'on développe qui s'appelle **ExoOPS™ Operations**, qui va en fait récupérer toutes les données de bonne santé du satellite, qui va récupérer toutes les données position du satellite et qui va prévoir les mouvements du satellite pour aller le positionner



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

correctement à l'endroit où il va devoir opérer, pour aller le maintenir à la position, comme je vous disais tout à l'heure ou en fin de vie, pour le faire bouger. Et donc c'est un logiciel qui va permettre de préparer ce qu'on appelle les commandes, les ordres à envoyer aux satellites pour lui dire "OK, demain, il faut que tu allumes tes moteurs pendant tant de temps, dans telles directions, pour rejoindre la position à laquelle tu as besoin de fonctionner". Donc c'est un logiciel d'opérations de satellite et ça, ça nous permet un peu de boucler la boucle; c'est un concept de hub, de mobilité qu'on a introduit il y a quelques mois où vous définissez d'abord votre besoin de mobilité avec notre logiciel de conception-mission, vous solutionnez ce besoin par la sélection, soit d'un moteur, 'fin d'une solution moteur, soit par un service de transport et, dernière étape, c'est une fois que vous êtes dans l'espace, il vous faut opérer avec un logiciel votre satellite. Et puis si vous voulez étendre votre service, vous recommencez la boucle pour prévoir vos futurs satellites et ainsi de suite.

Qu'en est-il des solutions de stockage et de régulation fluïdique pour satellites ExoFLUID ?

ExoFLUID, chez nous, c'est un sous-produit. Nos moteurs utilisent du carburant - ce qu'on appelle un ergol dans l'espace - mais peu importe, c'est du carburant. Et du coup, le carburant qu'on utilise est un gaz. C'est un gaz noble, le Xénon, qui est finalement le gaz qui permet d'avoir les moteurs les plus performants possible dans cette technologie-là, et ça c'est fondamental parce



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

qu'il y a besoin de performances justement pour aller vite, pour être efficace et, encore une fois, pour amener vos satellites le plus vite possible, là où ils vont pouvoir opérer, et *in fine* générer leurs missions et générer du revenu pour les opérateurs qui les utilisent. Et donc, nos propulseurs intègrent une partie de gestion du carburant: on stocke d'abord le carburant, on a l'équivalent de bouteilles, un peu comme une bouteille de plongée, où on va on va stocker notre carburant, notre gaz, et puis on a un ensemble de petits éléments, sous-systèmes, qui va acheminer la bonne quantité de gaz, la bonne quantité de carburant à la bonne pression, aux endroits du moteur où on va vraiment créer la poussée qui va permettre de faire bouger le satellite. Donc c'est ça qu'on appelle **ExoFLUID**, qui est potentiellement un produit qu'on peut commercialiser seul parce qu'il y a parfois des utilisateurs dans le spatial qui ont besoin *que* de gestion de carburant, le nôtre ou d'autres types de gaz, et donc on peut être amené à proposer ce produit là comme un produit secondaire de notre portefeuille produit.



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

Vous avez également mis e place des véhicules de transport orbitaux comme le SpaceVan. Quelles sont les caractéristiques du SpaceVan ?



Vous avez bien compris, notre positionnement avec ces différents produits, parfois, comme je vous disais, il vaut mieux non pas installer un propulseur sur tous vos satellites mais prendre vraiment un ticket de transport. Donc c'est vraiment un service de transport qui, après le lancement de la fusée, va vous amener à l'endroit où vous devez opérer, où votre satellite doit fonctionner. Et ça, ça passe par ce qu'on appelle un véhicule de transfert orbital que, chez nous, on appelle le **SpaceVan**, pour que le nom soit un peu plus sympa. Et en fait qu'est-ce que c'est le **SpaceVan**, ou qu'est-ce que c'est qu'un service de



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

transport orbital ? C'est, globalement, un satellite un peu gros qui va contenir des satellites plus petits. C'est un satellite convoyeur, c'est le camion avec sa remorque, globalement. Vous imaginez encore une fois le modèle logistique : c'est un véhicule logistique, c'est l'équivalent du camion; donc nous c'est un petit camion, c'est pour ça qu'on l'appelle un Van, un **SpaceVan**. Et dans ce satellite, vous allez avoir plusieurs petits satellites et, après le lancement de la fusée (donc le SpaceVan va être accroché à la fusée), le **SpaceVan** va ensuite lui se déplacer, rejoindre les positions où les petits satellites qu'il contient doivent aller, et au moment où la position est rejointe, le satellite est largué.



Ensuite, le **SpaceVan** va à sa deuxième position pour aller larguer son deuxième satellite et ainsi de suite; donc c'est un véhicule, c'est un satellite convoyeur qui aura la capacité d'amener à plusieurs endroits dans l'espace plusieurs centaines de kilos de petits satellites.



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

Vous avez conclu un accord avec l'américain Elon Musk- SpaceX- pour mettre sur orbite, en octobre 2023, un SpaceVan via une fusée Falcon 9 ? Comment avez-vous été repéré et sélectionné ?

Alors là je vais casser un peu le mythe. Ce n'est pas qu'on a été repéré et sélectionné c'est, aujourd'hui, **Exotrail** introduit sur le marché son nouveau produit, sa nouvelle offre de services qui utilise le véhicule **SpaceVan**, qui est vraiment une offre de déploiement après le lancement. Et quand on introduit un sujet comme ça, il faut faire un premier vol pour démontrer que le produit marche bien. Ce premier vol, on l'a positionné fin d'année prochaine, donc fin 2023, et ce premier vol, il faut le réserver. Il faut acheter une place sur une fusée pour rejoindre l'espace et c'est ce qu'on a fait : on a regardé un peu toutes les fusées qui étaient disponibles pour lancer un véhicule comme le **SpaceVan** à l'horizon fin 2023, et c'est finalement la fusée Falcon 9 de **SpaceX** qui était disponible, il restait des places disponibles à bord et on a simplement acheté à **SpaceX** une place à bord, donc là c'est plutôt une relation client/fournisseur que "sélectionné et lauréat".



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

Cela reste une excellente communication à l'international, cela peut valoriser encore plus Exotrail si cela fonctionne bien et que tous les objectifs donnés soient remplis !

Exactement ! Pour valider cette nouvelle offre, ce nouveau service, il faut faire un premier vol. Si bien évidemment le premier vol est réussi, derrière, c'est une validation et c'est une commercialisation de l'objet, du service, de cette nouvelle offre, au même titre qu'on l'a fait sur le propulseur. En 2020, on a fait une démonstration, un premier vol de notre technologie de propulsion qui s'est très bien passé et, à partir de cette date-là, on a eu ce qu'on appelle de l'héritage en vol, qui est très important dans le spatial; tant que vous n'avez pas fait la démonstration que votre produit fonctionne dans l'espace, c'est toujours plus difficile de devenir un acteur commercial. C'est ce qu'on a fait sur la partie propulsion et c'est ce qu'on s'appête à refaire sur la partie **SpaceVan**.



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

De plus en plus, la nouvelle technologie semble se développer à grande vitesse via la création de start-up notamment, et celles liées au spatial en particulier. Mais l'un des défis de notre modernité est de limiter l'impact environnemental, en tenant compte de toutes les connaissances accumulées depuis plusieurs décennies sur notamment le dérèglement climatique, la fonte des glaces et la pollution. Une grande partie des entreprises s'engagent sur cette conscience collective afin de limiter leur impact sur les différents grands projets que développent les grands groupes, notamment Airbus, l'ONERA, ArianeGroup ou d'autres, il y a cette prise de conscience sur les projets qu'ils développent. Qu'en est-il chez Exotrail ?

La réponse est très simple; c'est favoriser la mobilité dans l'espace. Le but final, c'est de rendre l'espace plus efficace. Aujourd'hui, si vous envoyez des objets dans l'espace qui ne sont pas capables de bouger, ce n'est pas une utilisation durable de l'espace. Et donc, très simplement comme réponse, le



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

positionnement d'*Exotrail* est, par l'apport de solutions de mobilité, de rendre l'espace plus efficace, plus efficient, et donc plus durable; et en particulier pour la gestion des débris spatiaux puisqu'en fin de vie, nos solutions de mobilité permettent justement d'éviter de multiplier les débris spatiaux. On est donc en plein dans ce sujet-là chez *Exotrail*.

Pour terminer, que conseillez-vous aux jeunes filles et aux jeunes garçons intéressés par les sciences en général et le spatial en particulier?

La réponse est assez simple ici, c'est un peu ce que je disais au début : il y a plein de façons d'arriver à travailler dans le domaine spatial. Globalement, le spatial a besoin de tous les métiers d'ingénierie, et pas que. Quand on est une entreprise comme nous, on a besoin de plein d'autres fonctions, qu'on appelle des fonctions support. Mais en tout cas, si vous voulez vraiment travailler sur des sujets techniques dans le spatial, vous pouvez faire à peu près toutes les formations d'ingénierie qui sont disponibles. Comme je le disais, il faut de la mécanique, de l'optique, de l'électronique, du logiciel... C'est extrêmement vaste, il ne faut pas penser qu'il y a *un* type de formation donné pour arriver au spatial. Il y en a une multitude, et c'est justement par le choix de formations souvent généralistes, complétées par des stages (comme je le mentionnais au début), qui va vous permettre de vous faire une meilleure idée de "est-ce que c'est vraiment ce domaine-là qui m'intéresse?" *in fine* mais aussi "dans ce domaine-là, quel est vraiment le métier qui m'intéresse?". Et donc il ne faut pas



Jean-Luc Maria, CEO et cofondateur d'Exotrail

hésiter, c'est un peu le message, à multiplier les opportunités de faire des stages, multiplier les opportunités de rencontrer des gens aussi qui travaillent dans le spatial. On est certes très occupés mais on est aussi prêts à témoigner, comme on le fait aujourd'hui, pour essayer de donner l'envie à tous les étudiants de rejoindre ce domaine qui est passionnant.

L'équipe

- **Une interview** de Halim BENNADJA, chef de projet à l'Association Odysée Céleste
- **Réalisation/montage vidéo** : Halim BENNADJA
- **Transcription écrite** : Halim bennadja et Natalia Rojas Garcia
- **Copyright images** : Exotrail/Association Odysée Céleste