TÉMOIGNAGE D'ENTREPRENEUR

Arnaud Malvache, Unistellar

Président et fondateur d'Unistellar, entreprise développant des télescopes et des jumelles pour l'astronomie grand-public.

https://doi.org/10.1051/photon/202513513

COMMENT AVEZ-VOUS DÉCOUVERT L'OPTIQUE ET COMMENT VOUS ÊTES-VOUS SPÉCIALISÉ DANS CE DOMAINE?

Je me souviens d'un TP qui m'a marqué pendant mes études à l'École Polytechnique où l'on alignait deux miroirs face à face avec un cristal amplificateur pour obtenir un laser. Voir ce faisceau apparaître grâce à un alignement précis et à une configuration relativement simple m'a véritablement fasciné. J'ai eu envie d'aller plus loin, de rester dans ce monde de l'expérimentation optique, où un montage bien pensé peut donner naissance à un phénomène aussi spectaculaire qu'un laser. C'est pourquoi j'ai choisi de poursuivre ma formation en optique en suivant le master Optics and Photonics à Londres. Cela m'a permis d'élargir mes connaissances et d'approfondir les bases acquises à l'X. Ensuite, j'ai poursuivi en thèse, toujours en optique, mais cette fois-ci appliquée à l'interaction laser-plasma.

QUEL ÉTAIT LE SUJET DE VOTRE THÈSE?

Ma thèse s'est déroulée entre 2008 et 2011 au Laboratoire d'Optique Appliquée, situé à proximité de l'École Polytechnique. Le sujet portait sur la génération d'harmoniques d'ordre très élevé grâce à des interactions non linéaires dans des plasmas. Concrètement, on partait d'un laser infrarouge et, en focalisant ce faisceau sur une cible solide pour créer un plasma, on pouvait obtenir des rayonnements UV voire X. L'idée était de transformer un laser relativement "classique" en une source de lumière beaucoup plus énergétique, aux propriétés spectrales inédites, en exploitant des processus non linéaires dans un milieu extrême. J'ai eu la chance de travailler dans un environnement très stimulant. Ma thèse était dirigée par Gérard Mourou, bien avant qu'il ne reçoive le prix Nobel pour ses travaux sur l'amplification des lasers à impulsions ultracourtes.

QUEL A ÉTÉ VOTRE PARCOURS À L'ISSUE DE CETTE THÈSE ?

À l'issue de ma thèse, je m'étais forgé une solide expérience dans la manipulation des lasers, dans la modélisation et la simulation des interactions complexes. Mais j'avais aussi envie d'ouvrir mes horizons et de mettre mes compétences au service d'autres domaines. C'est à ce moment-là que j'ai eu l'opportunité de rejoindre un laboratoire de neurosciences à Marseille : l'Institut de Neurobiologie de la Méditerranée. À première vue, cela peut sembler un virage étonnant. Mais en réalité, beaucoup de disciplines en biologie et les neurosciences en particulier nécessitent des compétences en traitement d'image, analyse de données et modélisation. Je me suis donc naturellement retrouvé à appliquer mes savoir-faire issus de la physique et de l'optique dans un contexte très différent qu'était l'étude du cerveau.

SUR QUOI PORTAIENT VOS RECHERCHES DANS CE NOUVEAU DOMAINE ?

Je travaillais dans l'équipe de Rosa Cossart sur la question de la représentation de l'espace dans l'hippocampe, une région clé du cerveau impliquée dans la mémoire et l'orientation. L'expérience était assez spectaculaire : on faisait courir des souris sur des tapis roulants spécialement conçus, avec différentes textures comme des zones lisses, des zones rugueuses, des zones avec des picots. Pendant que l'animal courait, sa tête était maintenue fixe sous un microscope pour permettre l'imagerie. Grâce à des protéines fluorescentes exprimées par les neurones, nous pouvions observer l'activité neuronale en direct. Le microscope à deux photons, couplé à un laser, permettait d'exciter ces protéines et de filmer l'activité calcique de centaines, parfois jusqu'à un millier de neurones, en temps réel. Ces films du cerveau révélaient l'activité neuronale en corrélation avec le comportement de l'animal : sa vitesse de course, son positionnement sur le tapis, ou encore ses phases de repos.

COMMENT DANS CE CONTEXTE AVEZ-VOUS DÉVELOPPÉ L'IDÉE DU TÉLESCOPE INTELLIGENT ?

L'idée m'est venue en 2013, alors que je travaillais en neurosciences. Ce qui est intéressant, c'est que cette idée est directement issue d'un parallèle entre mes recherches sur le cerveau et l'astronomie. Dans les deux cas, on est confronté au même défi : travailler avec des signaux extrêmement faibles et bruités. En neurosciences, nous devions extraire de l'information fiable à partir d'images calciques imparfaites du cerveau. En astronomie, le problème est similaire : la lumière des objets célestes est très faible, et l'image brute est masquée par le bruit.

J'ai alors réalisé qu'il était possible d'appliquer les méthodes de traitement d'image que j'utilisais en neurosciences à l'observation du ciel. C'est là qu'est née l'idée d'un télescope numérique, que nous appelons aujourd'hui "smart télescope" : un instrument qui ne se limite pas à collecter la lumière, mais qui embarque un système de traitement en temps réel pour améliorer la qualité de l'image.

QU'EST-CE QUI DIFFÉRENCIAIT CE CONCEPT D'UN TÉLESCOPE CLASSIQUE ?

Dans un télescope traditionnel, la lumière est collectée par l'optique et l'observation se fait directement à l'oculaire. Pour obtenir de belles images, les astrophotographes prennent généralement des clichés avec une caméra et appliquent ensuite, parfois pendant des heures, des traitements ● ● ●

numériques complexes sur ordinateur. Notre idée était de réunir toutes ces étapes dans un seul instrument, simple à utiliser. La lumière captée par le télescope est envoyée sur une caméra, mais au lieu de se contenter de prendre des photos brutes, nous avons embarqué un mini-ordinateur dans le télescope. Celui-ci applique en temps réel des algorithmes de réduction de bruit et d'accumulation d'images. L'utilisateur voit directement apparaître sur un petit écran, que l'on peut considérer comme un "oculaire numérique" basé sur un écran OLED, les bras d'une galaxie, les couleurs d'une nébuleuse ou les contrastes d'un amas stellaire, et ce en quelques secondes seulement. L'expérience visuelle est transformée : avec un petit télescope équipé de traitement numérique, on obtient une richesse d'image qu'aucun œil humain ne pourrait percevoir, même avec un instrument bien plus grand.

COMMENT AVEZ-VOUS COMMENCÉ À DÉVELOPPER CE PROJET EN PARALLÈLE À VOS RECHERCHES EN NEUROSCIENCES ?

Dès que j'ai eu cette idée, j'ai contacté deux amis, l'un rencontré pendant ma thèse, l'autre au lycée, pour leur proposer de se lancer avec moi dans cette aventure. Au départ, tout s'est fait sur notre temps libre. Nous avons travaillé en parallèle sur deux fronts : d'un côté, la conception d'un prototype ; de l'autre, une étude de marché et de viabilité économique. Nous avons cherché à répondre à plusieurs questions : existe-t-il un marché pour un télescope numérique ? Quelle taille aurait ce marché ? Quel type de produit devrions-nous concevoir pour toucher un public au-delà des seuls passionnés d'astronomie ? En parallèle, nous avancions dans la conception d'un prototype fonctionnel, suffisamment convaincant pour démontrer la faisabilité du concept. Nous avons intégré l'incubateur Impulse, à Château-Gombert, dans le XIII° arrondissement de Marseille. Cela nous a permis d'être accompagnés dans les premières étapes : formaliser notre vision, analyser le marché, tester la faisabilité technique et commerciale, et préparer la création d'une entreprise. Entre 2015 et 2016, nous avons bénéficié de deux années d'incubation, ce qui nous a donné un cadre pour transformer une idée passionnante en un véritable projet entrepreneurial.

COMMENT AVEZ-VOUS DÉCELÉ LE POTENTIEL DE CE NOUVEAU TÉLESCOPE ?

L'un des moments décisifs a eu lieu lors d'une soirée d'astronomie au parc Montsouris, à Paris, en 2016. Nous étions entourés d'une dizaine de gros télescopes classiques, avec de grands miroirs impressionnants. À côté, notre prototype paraissait minuscule, avec son miroir de seulement 110 mm. Au début, les visiteurs faisaient naturellement la queue devant les gros instruments, et ne venaient vers nous qu'après coup, par curiosité. Mais très vite, le bouche-à-oreille s'est propagé : en regardant à travers notre oculaire numérique, ils découvraient des détails invisibles ailleurs, des galaxies aux bras bien dessinés, des couleurs qu'aucun autre télescope présent ne montrait. À la fin de la soirée, la file d'attente était devant notre prototype, et plus personne ne patientait devant les gros télescopes. Ce fut une révélation : nous avions vraiment entre les mains quelque chose d'exceptionnel, qui transformait l'expérience de l'observation du ciel.

COMMENT ÊTES-VOUS PASSÉS DU PROTOTYPE AU PRODUIT COMMERCIALISABLE ?

Le tournant s'est produit fin 2016, quand notre prototype a vraiment commencé à donner des résultats convaincants. C'est à ce moment-là que nous avons compris qu'il fallait aller plus loin et envisager une véritable industrialisation. Pour moi, cela signifiait aussi un choix personnel : jusqu'ici, j'étais resté chercheur au CNRS, en disponibilité partielle, consacrant un jour par semaine au projet. Mais à mesure que le prototype se perfectionnait, il devenait clair que je ne pourrais pas continuer à mener les deux activités de front. En 2017, nous avons donc franchi le pas. Nous avons lancé une campagne de financement participatif sur Kickstarter pour tester l'appétit du marché et récolter les fonds nécessaires à la production. L'accueil a été au-delà de nos espérances : en quelques semaines, nous avons pré-vendu 1 600 télescopes et levé plus de 2 millions de dollars. C'était un signal très fort : le marché existait, les gens étaient prêts à payer pour ce type de produit. À partir de là, il n'y avait plus de retour en arrière possible. Je me suis mis en disponibilité du CNRS après une année passée en tant que chercheur permanent et pour ainsi me consacrer à 100% dans Unistellar.

COMMENT ÊTES-VOUS PARVENUS À SATISFAIRE TOUTES CES COMMANDES ?

Passer du prototype artisanal à une production en série était un défi énorme. Heureusement, nous avions prévu un délai d'environ un an entre la campagne et les premières livraisons. En réalité, il nous a fallu plutôt deux ans, ce qui est courant dans le crowdfunding, mais cela nous a laissé le temps de nous structurer. Nous avons dû recruter les compétences qui nous manquaient : un spécialiste des algorithmes embarqués, un développeur d'application mobile, quelqu'un pour poursuivre le travail sur le traitement d'image, et surtout un expert en industrialisation. Car concevoir un prototype est une chose, mais transformer cette idée en un produit fiable, reproductible, fabriqué en série, en est une autre. Nous avons ensuite cherché un partenaire industriel capable de nous accompagner. Après avoir étudié plusieurs pistes en France, nous avons choisi de collaborer avec Altyor qui a assuré la partie ingénierie et suivi la fabrication. La production elle-même a été réalisée dans leur usine d'assemblage à Shanghai. C'est cette organisation qui nous a permis, malgré notre petite taille, de livrer plusieurs milliers de télescopes en quelques mois.

DURANT CETTE PÉRIODE, VOUS ÊTES-VOUS CONCENTRÉS SUR UN SEUL PRODUIT ?

Oui, et c'était un choix stratégique. Dès le départ, nous avons appris d'entrepreneurs et d'investisseurs expérimentés que lorsqu'on lance une start-up, il faut focaliser toute son énergie sur un produit unique. Multiplier les modèles aurait été une erreur : il y avait déjà tellement de défis à relever sur le plan technique, logistique et commercial qu'il fallait garder le cap. C'est seulement après avoir livré toutes les précommandes et stabilisé notre premier produit que nous avons commencé à envisager d'autres déclinaisons et de nouvelles générations.

UNISTELLAR A-T-ELLE ÉVOLUÉ DANS LES ANNÉES SUIVANTES ?

Après 2020, nous sommes entrés dans une phase que j'appelle "l'euphorie". Le produit rencontrait un franc succès, la demande dépassait même nos capacités de production, et la distribution commençait à nous passer des commandes importantes. Nous

étions portés par l'élan du marché, avec la conviction que nous avions trouvé une véritable rupture dans le monde de l'astronomie amateur. Mais comme souvent dans les start-up, cette phase a été suivie par un retour à la réalité. À partir de 2023, de nouveaux acteurs sont arrivés sur le marché. Les fabricants historiques, voyant que nous leur prenions des parts, ont lancé leurs propres smart télescopes. En parallèle, de jeunes entreprises inspirées par notre démarche ont proposé des produits concurrents. En quelques années, nous nous sommes retrouvés face à quatre concurrents directs. Cela a changé les règles du jeu. Nous n'étions plus seuls, et il a fallu revoir nos ambitions à la baisse, redimensionner nos équipes – nous étions montés jusqu'à cinquante salariés en 2023 – et trouver une stratégie différenciante pour rester compétitifs.

DANS CE CONTEXTE CONCURRENTIEL, COMMENT AVEZ-VOUS RÉAGI ?

Nous avons d'abord travaillé sur une seconde génération de télescopes, plus compacte, plus légère, avec un système d'autofocus et une conception mécanique améliorée pour garantir la stabilité de l'alignement optique. C'était une manière de capitaliser sur les retours utilisateurs et de corriger les défauts du premier modèle. Cette version a vu le jour en 2024, avec le soutien technologique de Nikon, qui est entré à notre capital et nous a apporté son expertise en imagerie et en mécanique de précision. Mais surtout, nous avons décidé de diversifier notre offre en entrant sur un nouveau marché : celui des jumelles intelligentes. L'idée était de transposer ce que nous avions appris avec les télescopes, à savoir associer optique, électronique, traitement numérique et application mobile, dans un format différent, plus accessible et aux usages élargis.

EN QUOI CONSISTENT CES JUMELLES INTELLIGENTES ?

Elles sont conçues pour enrichir l'expérience de l'observation, de jour comme de nuit. La nuit, elles guident l'utilisateur vers les objets célestes visibles comme des nébuleuses, des galaxies, des amas stellaires, en utilisant la réalité augmentée. De jour, elles affichent des informations contextuelles en surimpression : le nom des montagnes, des crêtes, l'altitude, les sentiers de randonnée…Nous avons fait le choix de commencer sans caméra embarquée, car la stabilisation d'une image captée à main levée posait trop de contraintes techniques. Mais l'intégration d'un écran et d'une couche de réalité augmentée permet déjà d'offrir une nouvelle manière d'utiliser les jumelles.

ÉTAIT-CE UN PARI RISQUÉ DE SE LANCER SUR CE NOUVEAU MARCHÉ ?

C'était un pari, oui, mais un pari calculé. Nous avons pu développer ces jumelles avec les mêmes équipes et les mêmes partenaires industriels que pour nos télescopes. Et du côté de la distribution, les jumelles peuvent être vendues dans les mêmes canaux que nos télescopes. C'était donc une diversification naturelle, qui nous permettait d'ouvrir un nouveau marché sans repartir de zéro. Le développement a avancé rapidement : nous avons terminé les prototypes, validé les démonstrateurs, et nous sommes désormais dans la phase d'industrialisation pour une mise sur le marché prévue à l'été 2026.

QUELLE PLACE OCCUPE VOTRE COMMUNAUTÉ D'UTILISATEURS DANS VOS PROJETS ?

La communauté a toujours été au cœur de notre vision. Dès le départ, nous étions convaincus que notre télescope pouvait servir non seulement à l'observation de loisir, mais aussi à la production de données scientifiques utiles. C'est ce qui nous a conduits à collaborer avec des chercheurs de l'Institut SETI à San Francisco, qui ont vu dans notre réseau mondial d'utilisateurs une ressource scientifique inédite. Aujourd'hui, plus de 20 000 télescopes Unistellar sont déployés dans le monde. Chacun d'eux est potentiellement un point d'observation actif, capable de collecter des données scientifiques en temps réel. Grâce à cette infrastructure distribuée, nous pouvons participer à des campagnes d'observation que même de très grands télescopes ne peuvent pas toujours mener.

DANS QUELS TYPES DE PROJETS SCIENTIFIQUES VOS UTILISATEURS SONT-ILS IMPLIQUÉS ?

Le cas le plus emblématique concerne l'étude des exoplanètes. Lorsqu'une exoplanète passe devant son étoile, la luminosité de cette dernière baisse très légèrement, de l'ordre de 1 %. Cette variation est minime, mais détectable par un télescope amateur bien calibré. Nos utilisateurs peuvent enregistrer ces variations, puis envoyer leurs données à nos serveurs. Elles sont ensuite traitées et partagées avec les scientifiques du SETI Institute, qui les intègrent dans leurs programmes de recherche. Autre exemple : les occultations d'étoiles par des astéroïdes. Lorsqu'un astéroïde passe devant une étoile, il éteint sa lumière pendant quelques secondes. En mesurant la durée et le moment de cette extinction depuis plusieurs lieux d'observation, on peut déterminer la taille, la forme et la trajectoire de l'astéroïde. Nos utilisateurs ont ainsi contribué à des dizaines d'observations coordonnées, parfois à l'échelle mondiale. Ce modèle de science citoyenne fonctionne remarquablement bien. Il permet à des milliers d'amateurs de devenir des acteurs réels de la recherche, et aux scientifiques de disposer de données qu'ils ne pourraient jamais collecter seuls.

QUELS SONT VOS GRANDS OBJECTIFS POUR LES PROCHAINES ANNÉES ?

À court terme, nous allons finaliser la mise sur le marché de nos jumelles intelligentes. Mais au-delà du produit, notre vision est plus large : nous voulons bâtir un écosystème cohérent, où les différents instruments communiquent entre eux et permettent une expérience continue, du plaisir de l'observation à la contribution scientifique. Nous voulons aussi élargir notre communauté. Il y a encore beaucoup de gens fascinés par le ciel mais intimidés par la complexité des instruments. Si nous parvenons à rendre l'observation astronomique aussi simple et intuitive que la photographie numérique, nous aurons atteint notre but. Enfin, nous continuerons à collaborer avec le monde académique, notamment le Laboratoire d'Astrophysique de Marseille avec lequel nous allons ouvrir un laboratoire de recherche commun, pour améliorer nos instruments et développer de nouvelles applications scientifiques. L'idée, c'est de rester dans cette zone fertile où la technologie, la science et la curiosité humaine se rejoignent.