La route des lasers : une odyssée humaine et technologique

L'histoire de la Route des Lasers[1] est celle d'une ambition scientifique devenue une révolution industrielle. Elle débute avec un défi colossal : comment garantir la pérennité de la dissuasion nucléaire française sans recourir aux essais grandeur nature ? Ce qui, au départ, semblait une contrainte allait pourtant donner naissance à l'une des plus grandes aventures scientifiques et technologiques de l'Hexagone.

https://doi.org/10.1051/photon/202513222

Hervé FLOCH,
Pôle de compétitivité ALPHA-RLH, Institut d'Optique d'Aquitaine, rue François Mitterrand, 33400 Talence
***h.floch@alpha-rlh.com**

Ce projet ne se limita pas à l'univers militaire. Il devint le catalyseur d'une transformation scientifique, économique et industrielle qui fit de l'Aquitaine un territoire d'excellence en photonique et en lasers. Derrière les infrastructures high-techs et les avancées scientifiques, ce sont des hommes et des femmes qui ont œuvré pour bâtir un écosystème unique, reliant chercheurs, ingénieurs, techniciens, industriels et décideurs politiques. Ce récit nous plonge dans la genèse de cette épopée, de la décision stratégique de la fin des années 1990 jusqu'à l'émergence d'un pôle d'innovation reconnu à l'international.

Un soir de juin 1995 : l'annonce qui change tout

L'onde de choc traverse la France entière ce soir-là. La radio et la télévision diffusent une nouvelle qui va marquer un tournant : le Président de la République Jacques Chirac annonce la reprise des essais nucléaires dans le Pacifique. Après des années de suspension sous François Mitterrand, cette décision suscite autant de réactions que d'inquiétudes, aussi bien sur le plan diplomatique que scientifique.

Mais dans l'ombre, une autre réflexion est déjà en cours. Ce retour aux essais ne sera que transitoire. Un virage historique est amorcé : l'ère de la simulation des essais nucléaires doit prendre le relais.

Dès janvier 1996, la France s'engage à l'arrêt définitif des essais nucléaires grandeur nature. Une problématique majeure se pose alors : comment garantir la fiabilité et la sûreté de l'arsenal nucléaire sans expérimentations réelles et en pleine conformité avec le Traité d'Interdiction Complète des Essais nucléaires (T.I.C.E.) ?

Trois axes vont structurer cette transformation :

- La modélisation avancée des phénomènes physiques qui interviennent lors du fonctionnement d'une arme nucléaire, essentielle pour comprendre le comportement des armes.

[1] Marque déposée par le CEA

- La simulation numérique, à proprement parler, qui permet de développer des méthodes numériques en lien avec l'évolution des modèles physiques, tout en s'appuyant sur les supercalculateurs de nouvelle génération. Elle offre ainsi la possibilité de réaliser des simulations d'une précision extrême.
- Enfin, des expériences qui sont réalisées en laboratoire, à très petite échelle, afin de valider les modèles physiques. Contrairement aux essais nucléaires — qui permettaient une validation en grandeur réelle et en une seule opération — cette démarche repose sur une validation progressive, par éléments, des modèles physiques et des codes de calcul associés. Cette validation expérimentale s'appuie notamment sur des dispositifs tels que le Laser Mégajoule (LMJ), situé près de Bordeaux (en Aquitaine), et l'installation radiographique Epure, implantée à Valduc (en Bourgogne).

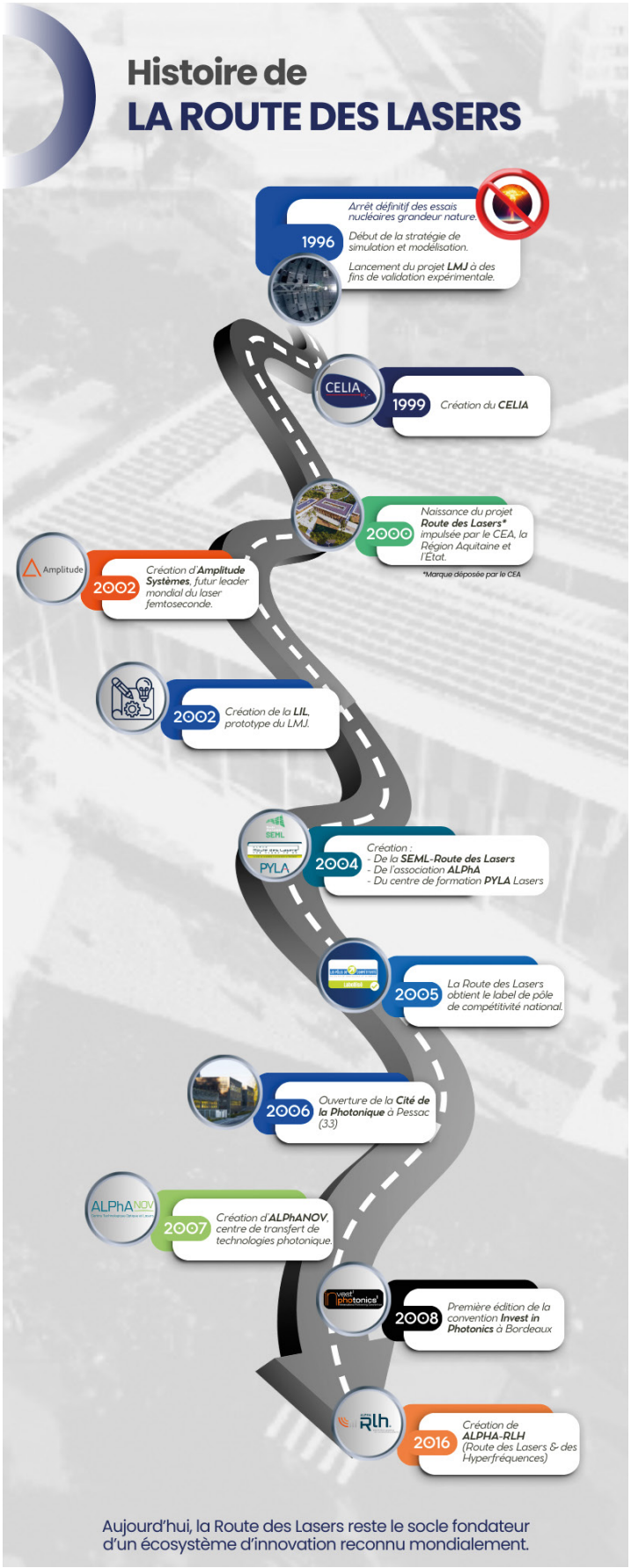
C'est ainsi que naît le projet du LMJ, une infrastructure scientifique d'exception capable de reproduire les phénomènes physiques au cœur d'une explosion thermonucléaire. Objectif : concentrer jusqu'à 1,3 mégajoule d'énergie en quelques nanosecondes sur une cible de fusion, grâce à 176 faisceaux laser parfaitement synchronisés. Le LMJ devient rapidement le pilier du programme Simulation du CEA. Il se distingue par ses dimensions hors normes : 300 mètres de long, 150 mètres de large, et 38 mètres de haut.

L'Aquitaine, un territoire stratégique

Le choix de son implantation devient un enjeu stratégique et c'est finalement le CESTA (Centre d'Études Scientifiques et Techniques d'Aquitaine) du CEA (Commissariat à l'Énergie ● ● ●

« UNE AVENTURE HUMAINE, SCIENTIFIQUE ET TERRITORIALE » – TÉMOIGNAGE DE HERVÉ FLOCH, DIRECTEUR GÉNÉRAL DU PÔLE ALPHA-RLH

« La Route des Lasers, c'est une histoire que j'ai vécue de l'intérieur, et qui a marqué ma vie professionnelle et personnelle. »
En 1998, Hervé Floch rejoint le CEA-CESTA, animé par un fort engagement envers le programme Simulation et le projet Laser Mégajoule (LMJ). Il y met à profit son expertise dans le développement du procédé Sol-GeL pour les optiques à haute résistance aux flux lasers, une innovation qui lui avait valu le prix CEA en 1994. Très vite, il perçoit que le LMJ dépasse les seuls enjeux militaires pour devenir le moteur d'une transformation à l'échelle régionale.
« J'ai vu naître la Route des Lasers. J'y ai trouvé une formidable aventure humaine, où se croisaient science et technologie, industrie, politique, et formation. Chaque journée était différente. On avançait avec une énergie incroyable, portée par des figures comme Serge Durand, alors directeur du CESTA. »
En 2011, il prend la direction du pôle de compétitivité ALPHA – Route des Lasers. À son arrivée, tout reste à faire. Il faut reconstruire une dynamique, fédérer, structurer. Avec Bertrand Viellerobe, il remet la « machine à projets » en route... En quelques années, le pôle prend une nouvelle dimension : des centaines d'adhérents, des projets d'innovation structurants, des événements tels que des rencontres professionnelles rassemblant de nombreux acteurs autour de thématiques précises, et une stratégie claire.
« Ce que nous avons bâti ensemble, c'est plus qu'un cluster. C'est un écosystème. Un moteur de développement économique fondé sur la recherche et l'innovation. Ce modèle, j'en suis profondément fier. »
À la tête d'ALPHA-RLH depuis quinze ans, Hervé Floch voit aujourd'hui le pôle comme un levier stratégique pour la France. Il milite pour que l'État et les Régions poursuivent leur soutien à cette dynamique, pour accompagner la croissance des PME vers le statut d'ETI, motiver les jeunes à se former dans les sciences, et faire rayonner l'innovation française à l'Europe et l'international.
« Ce pôle, c'est un projet de territoire. Il incarne l'idée qu'on peut créer des emplois, de la valeur, de la souveraineté technologique, dans le respect des grandes transitions sociétales – en partant d'une ambition collective. »



Atomique), situé sur Le Barp, près de Bordeaux, qui est désigné pour accueillir ce projet ambitieux.

Ce choix ne doit rien au hasard. La région bénéficie déjà d'un écosystème scientifique, technologique et industriel solide, notamment grâce à l'Université de Bordeaux. Cette institution a vu émerger des figures marquantes du domaine de l'optique et de la photonique, dont Alfred Kastler, physicien de renom, qui y enseigna de 1936 à 1941. C'est là qu'il initia ses recherches sur l'interaction entre la lumière et les atomes, des travaux qui lui vaudront le Prix Nobel de Physique en 1966.

Mais le projet ne peut se limiter à une simple installation pour la Défense nationale. Des acteurs locaux perçoivent rapidement une opportunité bien plus large. Alain Rousset, président fraîchement élu de la région Aquitaine, comprend l'enjeu et fédère un cercle d'influence autour de cette ambition. À ses côtés, le préfet de région Christian Frémont, le secrétaire général aux affaires régionales Yannick Imbert, le président du conseil général de Gironde Yves Lecaudey et Serge Durand, Directeur du CESTA, engagent des discussions avec les industriels et les chercheurs, afin d'explorer toutes les voies qui permettront de tirer parti de la locomotive LMJ. L'Université de Bordeaux et l'Institut d'Optique d'André Ducasse deviennent également des acteurs clés de cette structuration.

Une idée prend alors forme : la Route des Lasers. Elle ne sera pas un simple corridor technologique, mais un catalyseur de talents, un espace d'expérimentations collectives, une fabrique à innovations : un pôle d'excellence économique et technologique, unissant recherche, formation et industrie.

Les premiers pas d'un pôle unique en France

Dès la fin des années 1990, les fondations de cet écosystème se mettent en place, bien avant la décision de création des pôles de compétitivité. En 1999, la création du CELIA (Centre d'Études Lasers Intenses et Applications) marque le premier jalon, offrant un cadre de recherche dédié aux lasers de haute intensité.

En 2002, la Ligne d'Intégration Laser (LIL) voit le jour, servant de prototype au LMJ et permettant d'effectuer des tests de validation avant la construction finale de ce dernier.

L'année 2004 marque une étape clé avec la naissance de l'association ALPhA, qui structure et anime l'ensemble du pôle. En 2005, la Route des Lasers prend son envol avec l'obtention du label de pôle de compétitivité national. Sous l'impulsion du Directeur du CESTA, de l'Institut

Figure 1. Chronologie de la Route des Lasers.

d'Optique et de l'Agence Aquitaine Développement Innovation (2ADI), l'initiative se concrétise. L'objectif est clair : transformer la recherche en innovations technologiques et applications industrielles et exploiter les avancées du LMJ bien au-delà du cadre de Défense nationale.

Une transformation qui dépasse la Défense

Très vite, le LMJ attire des entreprises en quête de technologies de rupture. Amplitude Systèmes, fondée en 2002, devient un leader mondial des lasers femtosecondes, capables de découper la matière à l'échelle du micron. Azur Light Systems se spécialise dans les lasers à fibre continus, utilisés en biophotonique ou en communication quantique. Muquans conçoit les premiers gravimètres quantiques portables, utilisés en métrologie et géophysique. Imagine Optic, entreprise pionnière en métrologie optique, fournit au LMJ des capteurs de front d'onde et développe des miroirs déformables en lien avec l'écosystème local. Autour de ces entreprises, un tissu dense d'ETI, de start-ups et de laboratoires se constitue.

Pour accompagner cette mutation technologique, de nouvelles infrastructures voient le jour. En 2004, le centre de formation PYLA est créé, fruit d'un partenariat entre le CEA, l'Université de Bordeaux, et le pôle de compétitivité Route des Lasers, pour former des experts en photonique et des techniciens laser. La même année, la SEML-Route des Lasers lance la zone d'activité Laseris, dirigée par Isabelle Laporte, accueillant les PME partenaires du LMJ, à proximité immédiate du site. En 2006, la Cité de la Photonique ouvre ses portes à Pessac (33), offrant un espace aux entreprises du secteur. Enfin, en 2007, ALPhANOV, le centre de transfert de technologie, voit le jour, facilitant le passage de l'innovation à l'industrialisation.

TÉMOIGNAGE DE SERGE DURAND, UN DES FONDATEURS DE LA ROUTE DES LASERS

Serge Durand, directeur du CESTA de 2001 à 2006, partage avec enthousiasme son expérience dans l'aventure de la Route des Lasers : « Quand je suis revenu au CESTA en tant que directeur en 2001, ma mission principale était de suivre la construction du Laser Mégajoule. Très vite, avec Alain Rousset, Yves Lecaudey et Christian Frémont, nous avons compris qu'il y avait là une opportunité exceptionnelle de créer une véritable filière photonique en Aquitaine. »

Le début du projet n'a pourtant pas été simple. Serge Durand se souvient particulièrement des inquiétudes initiales : « Le Laser Mégajoule faisait peur, tant aux scientifiques qu'aux responsables politiques locaux, à cause de ses liens avec la dissuasion nucléaire. Un moment décisif a été mon intervention devant le Conseil général de la Gironde, où j'ai pu expliquer clairement les bénéfices économiques et scientifiques du projet. Les applaudissements chaleureux que j'ai reçus à la fin de ma présentation restent un moment fort, car ils marquaient le retournement décisif de ces oppositions vers un soutien enthousiaste. »

La création de la SEML Route des Lasers est venue rapidement concrétiser cette dynamique : « Cette société d'économie mixte représentait une vraie preuve d'engagement collectif. Tous les partenaires ont montré par ce geste leur volonté concrète d'investir dans la structuration durable du territoire. »

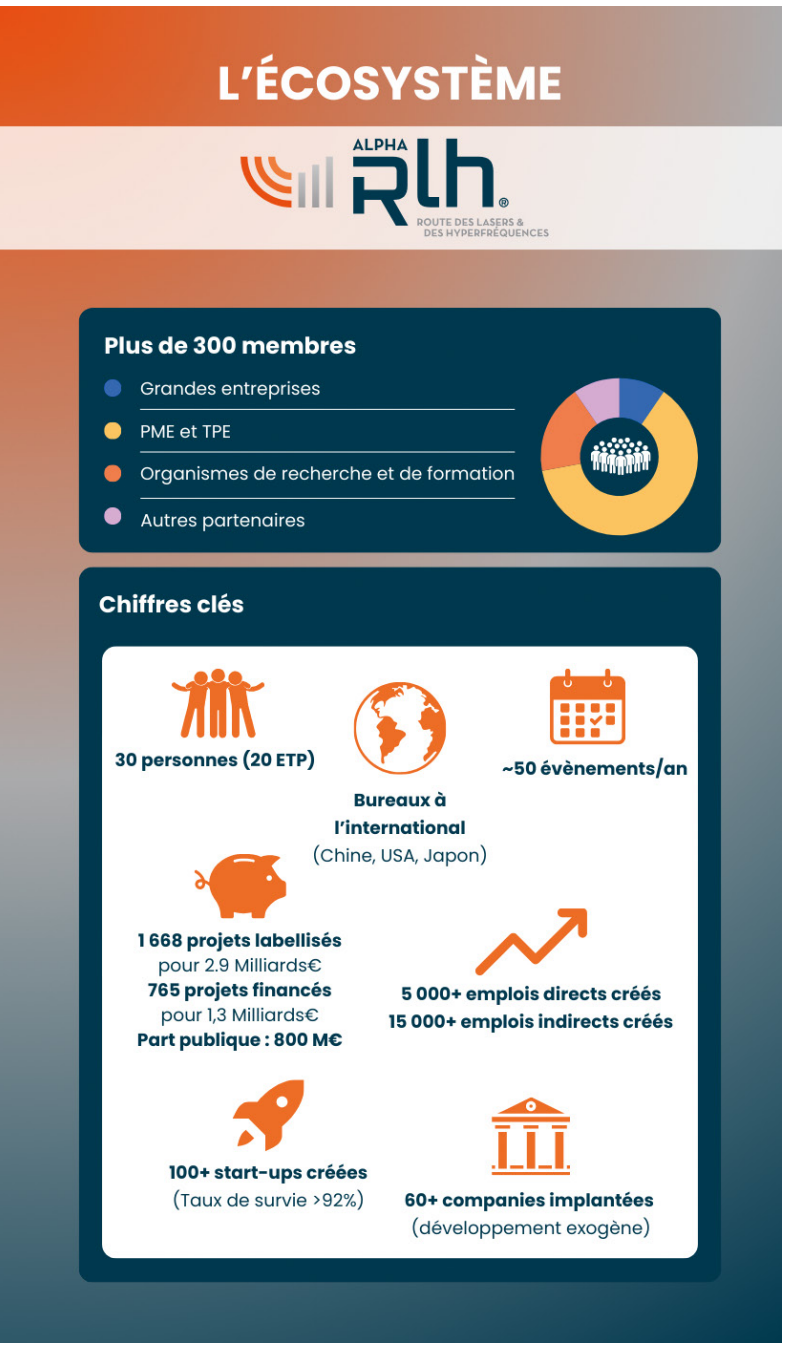
Pour Serge Durand, cette aventure fut marquante tant sur le plan humain que professionnel : « Cette période reste la plus passionnante de toute ma carrière. J'ai eu la chance de réunir des acteurs très différents – chercheurs, industriels et formateurs – qui auparavant ne se parlaient pas beaucoup ou se méfiaient les uns des autres. Voir tous ces acteurs travailler ensemble autour d'un objectif commun reste une immense satisfaction personnelle. »

Aujourd'hui, Serge Durand est convaincu que la Route des Lasers a profondément transformé la région : « Le territoire girondin a été dynamisé durablement grâce à cette initiative. L'écosystème photonique aquitain est désormais reconnu mondialement, avec l'émergence de nombreuses start-ups innovantes, génératrices d'emplois et de croissance économique. »

Avec le recul, Serge Durand insiste sur l'importance du collectif et de l'engagement partagé : « Ce que je retiens avant tout de cette expérience, c'est la puissance d'une vision commune portée par des leaders engagés (Etat, politiques, industriels, centres de recherche etc.). Cette aventure m'a véritablement appris combien il est essentiel de fédérer les énergies autour de projets ambitieux pour réussir durablement. »

Le LMJ agit comme un moteur de transformation et de développement économique. D'abord, en termes d'emplois : sa phase de construction a mobilisé des milliers de personnes et l'exploitation de l'installation fait vivre une communauté scientifique d'envergure sur Le Barp. Les collectivités investissent : 88 millions d'euros pour aménager les zones Laseris, 38 000 m² construits, des lycées renforcent leurs formations techniques, l'Institut d'Optique Graduate School ouvre une antenne à Talence.

Figure 2. Description de l'écosystème ALPHA-RLH.



La Route des Lasers devient un pôle de formation, d'accueil et de croissance, où cohabitent recherche fondamentale, applications industrielles et transmission des savoirs.

Un rayonnement international et des défis d'avenir

En 2008, la Route des Lasers organise la première édition d'Invest in Photonics. Cette convention de financement biennale dédiée aux technologies photoniques a pour but de rapprocher les startups du secteur et les investisseurs privés internationaux. Très vite, Bordeaux et plus largement la Nouvelle-Aquitaine deviennent un rendez-vous incontournable pour les acteurs de la photonique et des deep tech. Tous les deux ans, chercheurs, entrepreneurs et investisseurs attendent avec impatience cet événement devenu phare, synonyme de visibilité, de reconnaissance internationale et d'émulation collective. En 2018, il devient l'INPHO® Venture Summit, élargissant son rayonnement à l'ensemble des technologies disruptives (deep tech). Cette reconnaissance marque une nouvelle étape : la Route des Lasers s'internationalise et s'intègre à des projets européens majeurs.

En 2016, un tournant décisif s'opère avec la fusion des régions françaises et la création de la Nouvelle-Aquitaine. Cette restructuration favorise le rapprochement entre ALPhA-Route des Lasers et Elopsys, basé à Limoges, le pôle de compétitivité des Hautes Technologies : électronique-hyperfréquences, photonique et numérique. Le 8 décembre 2016, une nouvelle entité est ainsi officiellement créée à l'hôtel de région de la Nouvelle-Aquitaine : ALPHA-RLH (Route des Lasers & des Hyperfréquences). Depuis, le pôle ne cesse de croître : il fédère aujourd'hui quelque 300 membres, dont des entreprises, des laboratoires de recherche et des établissements d'enseignement supérieur.

Une success story française : l'héritage de la Route des Lasers

L'histoire de la Route des Lasers est celle d'une transformation audacieuse : née d'un défi scientifique, elle s'est imposée comme une révolution industrielle. Ce projet initialement conçu pour la défense nationale a donné naissance à un écosystème d'innovation unique, positionnant durablement la Nouvelle-Aquitaine comme un pôle d'excellence mondial dans les domaines de la photonique-laser et de l'électronique-hyperfréquences.

Ce rayonnement a d'ailleurs été reconnu au niveau international. En 2022, Alain Rousset, président de la région Nouvelle-Aquitaine et soutien de la première heure, a reçu le prestigieux prix Advocate of Optics décerné par la société savante américaine Optica, saluant son engagement constant en faveur du développement de la photonique.

Car avant d'être une prouesse technologique, la Route des Lasers est une aventure humaine. Elle incarne une vision collective portée par des chercheurs, ingénieurs, industriels, investisseurs

et décideurs publics, qui ont su faire de la lumière un moteur d'innovation. Cette dynamique montre ce qu'une région peut accomplir lorsqu'elle mise sur l'excellence, l'union des forces et une ambition claire : franchir les frontières pour devenir une référence mondiale.

Cet héritage se poursuit aujourd'hui avec ALPHA-RLH, le pôle de compétitivité qui structure et amplifie cette dynamique. Il s'appuie sur un réseau dense : start-ups, PME, ETI, grands groupes, laboratoires, centres de formation et plateformes technologiques collaborent pour faire avancer la filière. Depuis sa création, ALPHA-RLH a contribué à la naissance de plus de 100 start-ups – dont plus de 92 % sont toujours actives – et à l'implantation de plus de 60 entreprises extérieures venues rejoindre la dynamique régionale.

Les retombées sont concrètes : plus de 5 000 emplois directs et hautement qualifiés et plus de 15 000 emplois indirects ont été générés en Nouvelle-Aquitaine. Depuis 2005, le pôle a labellisé 1 668 projets, dont 765 ont été financés à hauteur de 1,3 milliard d'euros, avec 800 millions d'euros d'investissement public. Chaque année, il organise près de 50 événements, et ses bureaux en Chine, aux États-Unis et au Japon accompagnent les entreprises à l'international.

Mais ALPHA-RLH, c'est bien plus qu'un palmarès impressionnant. C'est une force motrice tournée vers l'avenir, engagée dans des secteurs stratégiques : transformation numérique, transition environnementale, mobilité propre, technologies médicales, cybersécurité, énergies durables, technologies quantiques.

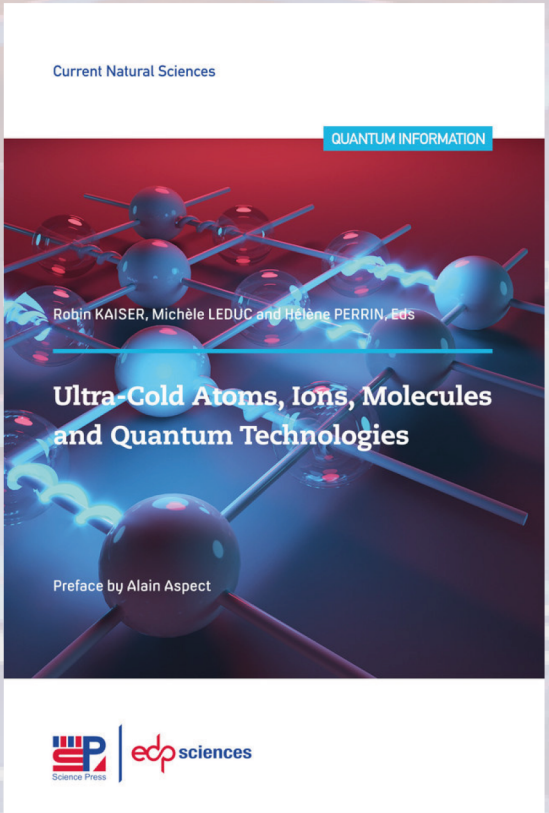
Et l'histoire est loin d'être terminée. En 2025 et au-delà, ALPHA-RLH continue de se développer et de renforcer son influence, en France comme à l'Europe et grand international. La Route des Lasers reste le socle fondateur de cette réussite, preuve que la rencontre entre science, industrie et volonté politique peut faire émerger les plus grandes avancées technologiques.

L'histoire de la Route des Lasers est celle d'une transformation audacieuse : née d'un défi scientifique, elle s'est imposée comme une révolution industrielle. Ce projet initialement conçu pour la défense nationale a donné naissance à un écosystème d'innovation unique, positionnant durablement la Nouvelle-Aquitaine comme un pôle d'excellence mondial dans les domaines de la photonique-laser et de l'électronique-hyperfréquences.

Ultra-cold Atoms, Ions, Molecules and Quantum Technologies

By
Robin Kaiser, Michèle Leduc, Hélène Perrin

Preface By
Alain Aspect



The field of cold atoms was born fourty years ago and today remains a theme regularly awarded Nobel Prizes and at the forefront of physics research. This book presents the most recent developments and traces the exceptional growth of this field over the last years.

Also available in e-book format
For sale on
laboutique.edpsciences.fr

ISBN : 978-2-7598-2745-9
168 illustrated pages
Price : 95 €

Prix Roberval