

EN
CHIFFRES

1,4
milliard d'euros
Investissements
Safran dans la
recherche en 2007.

60%
de la recherche Safran
est autofinancée.

450
docteurs ès sciences
présents au sein
du Groupe.

Safran investit massivement dans
la recherche pour relever les défis
de demain.

**CHERCHER POUR
ASSURER L'AVENIR**
P. 12

**JOUER
LES SYNERGIES**
P. 14

**UN HORIZON DE
RECHERCHE ÉLARGI**
P. 15

LA RECHERCHE AU CŒUR DE SAFRAN

PANORAMA. Dans un groupe de haute technologie, la recherche est une activité stratégique indispensable à la préparation de l'avenir. Safran y consacre d'importants moyens financiers et humains.

CHERCHER POUR ASSURER L'AVENIR

L'ensemble des activités de recherche, technologie et développement constitue un pôle majeur chez Safran. Son budget, dont 60 % est autofinancé, représente environ 1,4 milliard d'euros et 20 % des effectifs du Groupe. Ce niveau traduit l'importance accordée à la préparation de l'avenir et au développement de nouveaux programmes. L'activité de recherche et technologie (R&T), à proprement parler, rassemble les activités d'études, de recherches et de démonstrations technologiques sur des savoir-faire qui permettent

à Safran de développer ses produits avec un minimum de risque, de délai et de coût (cf. graphique page 13). Cette R&T se situe en amont du développement et regroupe les activités de conception des produits, de fabrication des prototypes ainsi que les essais de mise au point et de qualification.

Comprendre les attentes du marché

« Les grands axes technologiques sont choisis en cohérence avec la stratégie du Groupe et les attentes de nos marchés, explique Michel Laroche, directeur

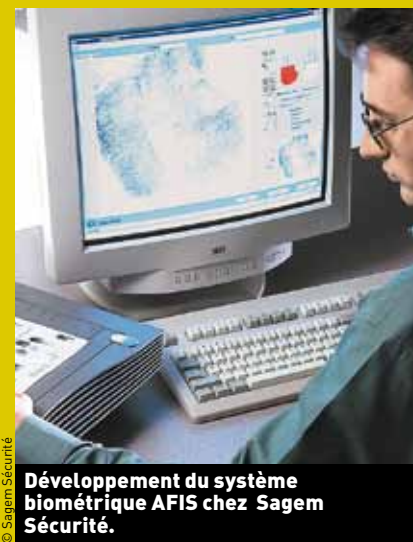
Recherche et technologie du Groupe Safran. Parmi les plus importants, on peut citer les turbomachines aéronautiques faiblement consommatrices et plus respectueuses de l'environnement, en ligne avec les objectifs ACARE* fixés pour 2020. » Ces objectifs impliquent notamment la réduction de 20 % de la consommation des moteurs, ainsi que la baisse de la moitié du bruit perçu (cf. Safran magazine de septembre 2008).

Safran mène également d'importantes recherches dans le domaine de la biométrie (cf. encadré). Dans un tout autre domaine, le Groupe est précur-

FRANÇOIS RIEUL,
DIRECTEUR DE L'UNITÉ
RECHERCHE ET TECHNOLOGIE,
SAGEM SÉCURITÉ,
GROUPE SAFRAN

LE CORPS HUMAIN A L'ÉTUDE

« Le corps humain est une merveilleuse source de diversité. La biométrie exploite cette caractéristique et permet d'authentifier les personnes de façon sûre et ergonomique. Dans les laboratoires de l'unité Recherche et technologie de Sagem Sécurité, quelque 80 doctorants et ingénieurs issus de grandes écoles travaillent à ces applications nouvelles : mise au point des technologies de



Développement du système biométrique AFIS chez Sagem Sécurité.

reconnaissance des trois caractéristiques biométriques principales (empreintes digitales, visage et iris), problématiques

d'algorithmie pour la reconnaissance des véhicules, sécurité et cryptologie autour de questions de gestion d'identité (avec ou sans carte à puce), développement de nouvelles méthodes d'acquisition ou de traitement d'images. Pour mener ses travaux de recherche, Sagem Sécurité privilégie les collaborations avec des PME innovantes et des laboratoires extérieurs au travers de nombreux projets de coopération en France et en Europe. Parmi eux, citons 3D Face (reconnaissance faciale en 3 dimensions), BACH et Turbine (interaction entre biométrie et cryptographie), ou SIC (développement d'équipements pour la sécurité d'infrastructures critiques). »

POINT DE VUE



DANIEL VERWAERDE,
DIRECTEUR DES APPLICATIONS
MILITAIRES, COMMISSARIAT
À L'ÉNERGIE ATOMIQUE

Safran partenaire privilégié du CEA

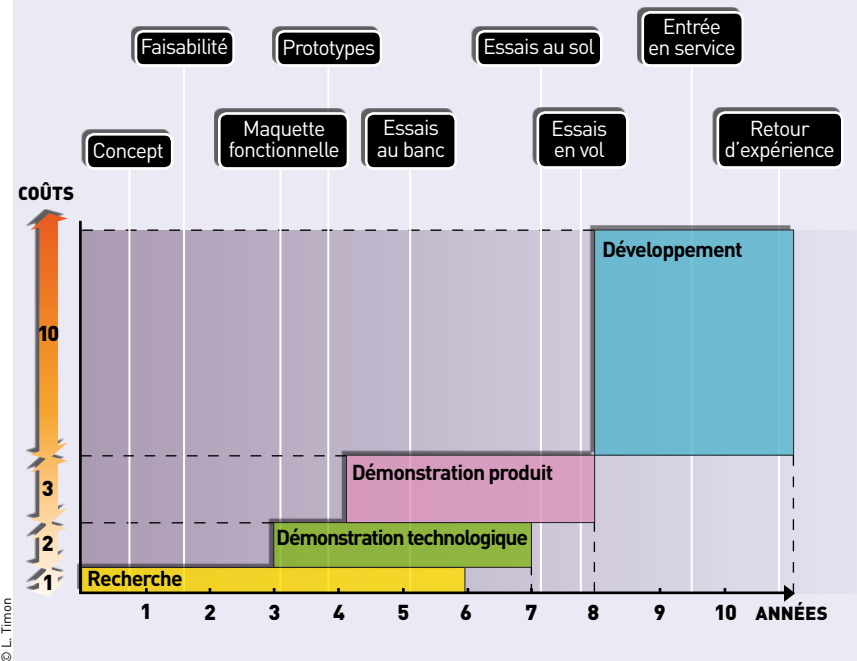
« Le CEA développe de nombreux partenariats avec la recherche académique. Safran est par contre la seule entreprise avec laquelle nous avons une collaboration de cette qualité et de cette ampleur. Ses équipes d'ingénieurs, qui travaillent sur les spécifications techniques que nous définissons, sont très fiables et occupent une place exceptionnelle au niveau mondial. Outre la collaboration, à mon sens exemplaire, que nous menons sur les composites thermostrostructuraux au sein

du LCTS, deux grands programmes de long terme nous mobilisent. Le premier : la recherche sur les matériaux utilisés dans les corps de rentrée atmosphérique. Ce sont de véritables boucliers thermiques qui doivent subir des températures avoisinant 4 000 °C en rentrant dans l'atmosphère, tout en maintenant l'électronique embarquée à des températures inférieures à 50 °C. Le deuxième programme porte sur le laser Megajoule, dans lequel Sagem (Groupe Safran) est largement impliqué. »



Supports des modules de pré-amplification du laser Megajoule du CEA, utilisé pour recréer les conditions de la fusion nucléaire. Sagem est impliqué dans ce programme.

UNE MISE À DISPOSITION DES TECHNOLOGIES PAR ÉTAPES



seur en matière de systèmes énergétiques embarqués destinés à remplacer les énergies hydraulique et pneumatique par l'électricité. Les « avions plus électriques » permettront une baisse du coût global de possession, une meilleure efficacité propulsive et un moindre impact sur l'environnement.

Enfin, « nous travaillons sur l'intégration d'intelligence dans les équipements et les moteurs aéronautiques. Des travaux sont en cours sur les capteurs, la mise en œuvre d'algorithmes cognitifs, les techniques de transmissions, l'architecture des systèmes et leur intégration dans la chaîne d'exploitation et de maintenance. Toutes les branches du Groupe sont impliquées dans ces recherches », conclut Michel Laroche. ■

* ACARE : Advisory Council for Aeronautics Research in Europe.

TRANSVERSALITÉ. L'étendue du Groupe Safran et la diversité de ses marchés sont des atouts importants pour garantir la créativité de ses activités de recherche.

JOUER LES SYNERGIES

Le spectre de compétences technologiques du Groupe Safran lui permet de répondre aux demandes de marchés très divers : militaires ou civils, de grande ou de petite série, aéronautiques mais aussi terrestres ou navals. Ces différences importantes ont favorisé la constitution d'approches diverses et complémentaires. Mises en synergie, elles forment un instrument puissant pour aborder les besoins nouveaux des marchés.

Un des axes de recherche privilégié au niveau du Groupe est constitué par les chaînes de modélisation et la simulation numérique, afin d'obtenir la meilleure représentativité des comportements des matériels avant toute fabrication. Ainsi l'initiative MAIA (Méthodes Avancées en Ingénierie mécanique) rassemble 150 chercheurs issus de huit sociétés de Safran et de laboratoires académiques.

« Dans le domaine des matériaux composites, la collaboration étroite entre

deux sociétés du Groupe, Snecma et Snecma Propulsion Solide (SPS), a permis l'émergence du tissage en trois dimensions, indique Michel Laroche, directeur Recherche et technologie du Groupe Safran. Ainsi, certains éléments critiques peuvent être réalisés en matériaux tissés, cette texture complexe

conférant à la pièce une résistance accrue à des contraintes s'exerçant dans les trois dimensions. » Une contrefiche de train d'atterrissage du Boeing 787 en carbone tissé a ainsi été réalisée avec succès, ce qui constitue une première mondiale. C'est également le cas d'aubes de soufflante pour turboréacteur. ■

CINQ PÔLES DE COMPÉTENCES POUR DÉVELOPPER LES SYNERGIES

Chaque pôle de compétence fédère un réseau de sociétés du Groupe et l'une d'entre elles y joue le rôle de leader. Des partenaires extérieurs, laboratoires et centres de recherche, collaborent également à chacun des pôles.

- Acoustique (cellule, trains, moteurs) : 6 sociétés. Leader : Snecma.
- SPEC, Safran Power Electronics Center (avion plus électrique) : 11 sociétés. Leader : Hispano-Suiza.
- Composites thermostrostructuraux (pièces moteurs) : 5 sociétés. Leader : Snecma Propulsion Solide.
- Monitoring (suivi de la vie des équipements à distance) : 11 sociétés. Leader : Snecma.
- SEED, Safran Embedded System Engineering (systèmes électroniques embarqués) : 5 sociétés. Leader : Sagem.

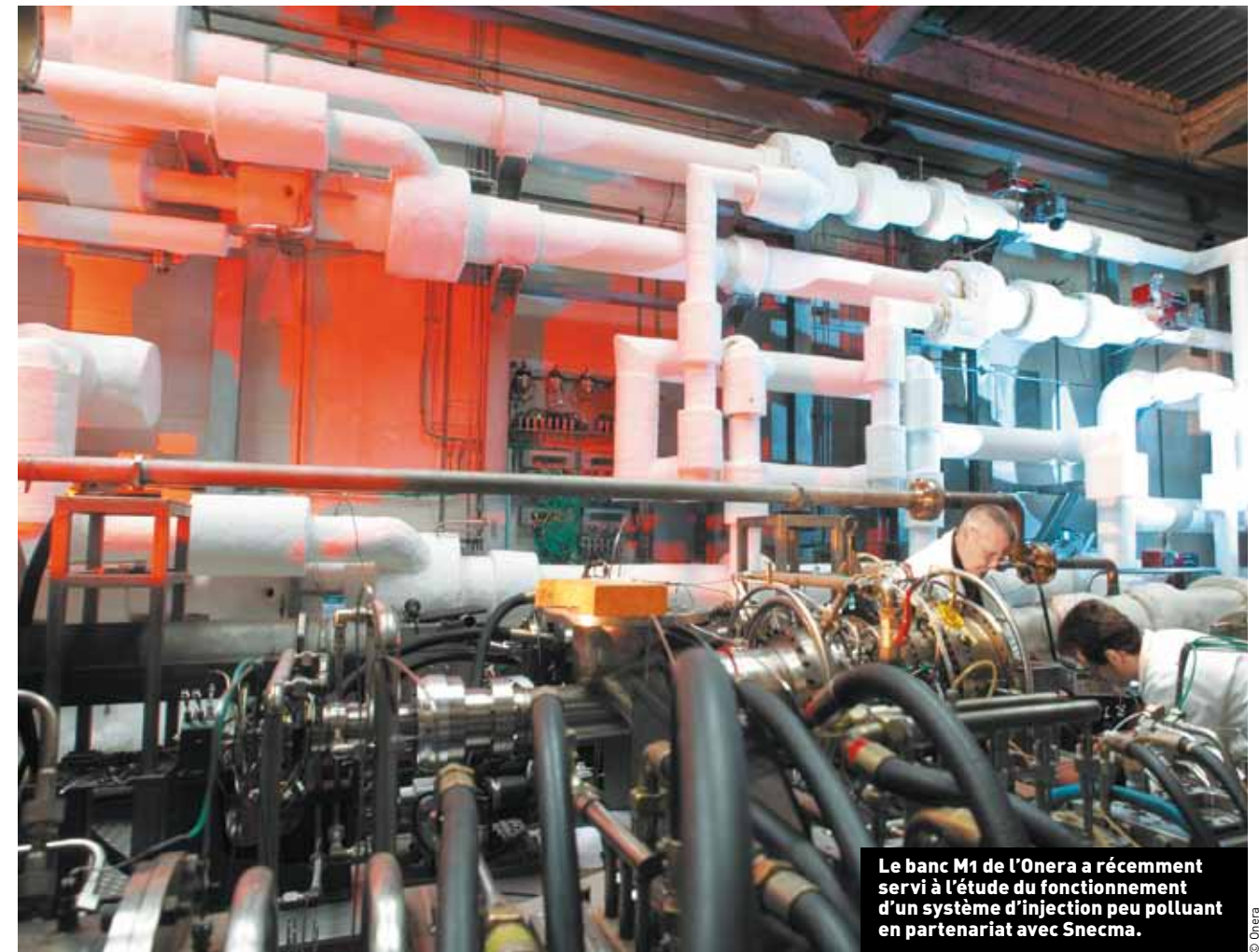
MARC MONTAUDON,
DIRECTEUR DE LA DIVISION AÉRONAUTIQUE ET COMPOSITES
CHEZ SNECMA PROPULSION SOLIDE

LES COMPOSITES THERMOSTROSTRUCTURAUX, DU SPATIAL AU CIVIL

« Les matériaux composites à matrice céramique ont été à l'origine développés pour l'activité spatiale. Leur légèreté a conduit à les employer en aéronautique militaire, par exemple sur le moteur M88 du Rafale. Dans le domaine civil, le programme ARCOCE (ARrière-corps en COmposite CÉramique, cf. *Safran magazine* de juin 2007) vise la démonstration d'un arrière-corps pour le moteur LEAP-X, qui remplacera le CFM56 à l'horizon 2016 environ. Sur ces marchés, la contrainte technique majeure est liée à l'impératif de longévité. Car si un moteur-fusée fonctionne pendant 1 à 10 minutes et celui d'un avion militaire pendant quelques milliers d'heures, dans le domaine civil, les durées se comptent en plusieurs dizaines de milliers d'heures. »



Arrière-corps en composite du moteur CFM56-5C.



Le banc M1 de l'Onera a récemment servi à l'étude du fonctionnement d'un système d'injection peu polluant en partenariat avec Snecma.

PARTENARIATS. La recherche pour Safran ne saurait se concevoir sans une ouverture très large aux partenariats extérieurs : instituts de recherche publics, recherche académique internationale mais également partenaires industriels.

UN HORIZON DE RECHERCHE ÉLARGI

Dans un groupe comme le nôtre, les rencontres entre les scientifiques et les ingénieurs au sein des activités de recherche et technologie ouvrent des perspectives nouvelles, créées par leur complémentarité. En effet, la recherche académique favorise les contacts avec des chercheurs d'autres domaines que ceux traditionnellement entretenus par les industriels de l'aéronautique », explique François Christin, responsable Recherche et technologie (R&T) pour les composites thermostrostructuraux chez Snecma Propulsion Solide (Groupe Safran). Ainsi, des études sur la formation de la nacre dans les coquillages ont-elles éclairé les concepts de matériaux composites autocicatrisants en développement chez Safran. C'est pourquoi le Groupe s'est toujours assuré d'une large ouverture sur le monde de la recherche, et a toujours adossé sa R&T à



Étude de matrice céramique au Laboratoire des Composites ThermoStructuraux (LCTS).

une coopération étroite avec les laboratoires publics.

Des partenaires tous azimuts

Des partenariats existent depuis de nombreuses années dans toutes les disciplines fondamentales pour le domaine aérospatial, en France mais aussi en Europe.

Outre l'Onera (Centre français de recherche aérospatiale), partenaire incontournable de l'industrie aéronautique française, Safran compte de très nombreuses collaborations aussi diverses que le CERFACS (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique) – qui rassemble à ses côtés EADS, EDF, Météo France ou encore Total –,

l'université de Sheffield au Royaume-Uni, ou Virginia Tech (Virginia Polytechnic Institute and State University) aux États-Unis. Et d'autres encore, en Chine ou en Russie notamment.

Recherche en réseau

Safran s'investit largement pour associer plus en aval les scientifiques aux processus de maturation des technologies et spécifiquement aux démonstrations technologiques. C'est l'objectif d'initiatives anciennes, comme la création du Centre des matériaux de l'École des mines de Paris fondé sur le site de l'usine Snecma (Groupe Safran) d'Évry, à côté de Paris, ou le LCTS (Laboratoire des Composites ThermoStructuraux) de Bordeaux (cf. encadré).

Plus récemment, le lancement de nouveaux projets, surnommés « indiens » en raison de leurs noms (cf. *Safran magazine* de juin 2007), a permis de favoriser le travail multidisciplinaire nécessaire au traitement des problèmes complexes visant la réduction des impacts de l'aviation sur l'environnement. Le projet INCA (Initiative en Combustion Avancée) rassemble ainsi quinze laboratoires, avec à son actif quarante thèses de doctorat réalisées ou en cours. Cinquante laboratoires participent au projet MAIA, consacré aux méthodes de conception des structures. Le projet IROQUA (Initiative de Recherche pour l'Optimisation acoustique

Aéronautique), consacré à la réduction du bruit, a quant à lui été créé en 2005 en association avec trente laboratoires, mais aussi aux côtés d'Airbus, Eurocopter et Dassault Aviation.

Attirer les talents

« Nous n'oublions pas que l'ouverture d'une entreprise se mesure également par sa capacité à attirer les talents, ajoute Michel Laroche. Nous sommes convaincus que la qualité de notre recherche repose sur la créativité des hommes et des femmes qui l'animent. Dans le cadre de notre politique

DÉVELOPPEMENT ET COOPÉRATION

UN CONSEIL SCIENTIFIQUE SAFRAN

Pour marquer son rôle d'acteur majeur de la recherche et renforcer encore ses partenariats, Safran crée un conseil scientifique qui sera composé de personnalités des différentes disciplines intéressant le Groupe. Ces domaines sont la physique, la mécanique des solides et des fluides, les matériaux, l'automatique et les simulations numériques. Le conseil sera présidé par Georges Charpak, physicien français et lauréat du prix Nobel de physique en 1992. Il comprendra huit éminents scientifiques français et étrangers, dont Mathias Fink, professeur à l'École nationale supérieure de physique et de chimie industrielles de Paris.

POINT DE VUE



DENIS MAUGARS,
PRÉSIDENT DE L'ONERA
(CENTRE FRANÇAIS DE RECHERCHE
AÉROSPATIALE)

Un partenariat vivant

« Préparer le futur de l'industrie aérospatiale est la raison d'être de l'Onera, mais n'a de sens que si nos travaux se traduisent dans des programmes ou dans des technologies. C'est tout le sens de la devise Onera "retour sur innovation". Notre relation avec les sociétés du Groupe Safran est en ce sens exemplaire. Avec Sagem, nous exploitons en commun le « Busard », un laboratoire volant qui teste de futures charges utiles pour les drones de surveillance des risques naturels. Ensemble, nous avons gagné un contrat avec l'Agence Européenne de Défense sur la question du "voir et éviter". Avec Snecma, notre partenaire depuis trente ans, nous sommes à l'origine de trois superalliages monocristallins pour aubes de turbines, qui équipent les moteurs d'hélicoptères

Turbomeca et le moteur M88 du Rafale; une *success story* partagée par l'alliage AM1, récemment intégré dans le moteur SaM146 développé par Snecma avec le Russe NPO Saturn. D'autre part, des études conjointes en aérodynamique ont permis de faire gagner huit points de rendement aux soufflantes des moteurs civils. Aujourd'hui, nous sommes mobilisés sur l'*open rotor* et en particulier sur ses caractéristiques acoustiques, extrêmement difficiles à modéliser. Partenaire de toute l'aéronautique française, nous avons une vision large des problématiques, une approche multidisciplinaire et une maîtrise de la dualité calcul-expérience. Cela nous donne la capacité d'anticiper les solutions aux difficultés que nous pourrions rencontrer demain motoristes et aviateurs. »

ALAIN COUTROT,
DIRECTEUR ADJOINT DE LA R&T
DE SAFRAN ET PRÉSIDENT
DU COMITÉ SCIENTIFIQUE ET
TECHNIQUE SAFRAN-RUSSIE

RECHERCHE FRANCO-RUSSE

« Composé de représentants de Safran et de la recherche aérospatiale russe, le CST Safran-Russie a pour objectif de renforcer les liens entre le Groupe et la recherche académique russe sur les technologies spatiales, les moteurs d'avions et les matériaux. Il s'appuie notamment sur les importants moyens d'essais dont bénéficie ce secteur en Russie. Récemment, dans le cadre du programme européen VITAL, un compresseur basse pression a fait l'objet d'une campagne d'essais menée par Techspace Aero, une société du Groupe Safran, et le CIAM (Central Institute of Aviation Motors) de Moscou. »

de recrutement, en lien avec la direction des Ressources humaines du Groupe, nous souhaitons diversifier les profils et accroître l'embauche de jeunes diplômés issus de filières universitaires scientifiques et techniques et ayant l'expérience de la recherche. Cette diversité est un atout pour notre Groupe. » Le rythme actuel d'embauche est d'environ trente docteurs es sciences par an, Safran comptant 450 docteurs, dont 20 % de femmes, auxquels il faut ajouter une centaine de doctorants. ■

COMPOSITES THERMOSTRUCTURAUX : 20 ANS DÉJÀ POUR LE LABORATOIRE CONJOINT CNRS-SAFRAN-CEA

Le Laboratoire des Composites ThermoStructuraux (LCTS) constitue, au plan mondial, l'une des plus importantes unités de recherche consacrées aux composites à matrice céramique. Cette unité mixte de recherche créée en 1988, impliquant le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), l'université Bordeaux 1 (DB1) et Snecma Propulsion Solide (SPS) rejoints en 1999 par le CEA (Comité à l'Énergie Atomique), est implantée sur le

campus universitaire de Pessac-Talence-Gradignan, dans le sud-ouest de la France. « La mission du LCTS est de générer les connaissances scientifiques nécessaires pour créer des matériaux plus performants, plus durables et moins coûteux, constitués de fibres et de matrices céramiques, comme le carbone ou le carbure de silicium, explique François Christin, responsable R&T pour les composites thermostructuraux chez SPS, et délégué scientifique au LCTS. Le laboratoire conduit des recherches sur les fibres et les matrices céramiques en vue de repousser les limites d'utilisation en termes de température et de durée. » Le laboratoire a un effectif d'environ 80 personnes de provenances et de formations très diverses :

enseignants-chercheurs de l'université de Bordeaux 1, chercheurs du CNRS, ingénieurs de recherche détachés par SPS et le CEA, doctorants et stagiaires. En vingt ans, ils ont été à l'origine du dépôt de 23 brevets et d'une centaine de thèses de doctorat. « L'intérêt d'une unité mixte comme le LCTS, poursuit François Christin, est qu'elle favorise une bonne compréhension des problématiques industrielles par le chercheur et l'implication de l'industriel dans des activités de recherches scientifiques de haut niveau. Pour un groupe de haute technologie tel que Safran, ces activités de recherches en amont sont essentielles à la préparation de l'avenir et à l'ouverture de nouveaux marchés. »